مجله
جغرافیا و مخاطرات محیطی

(نشریهٔ علمی)

سال یازدهم، شماره ۴۱، بهار ۱۴۰۱، شاپا: ۱۶۸۲-۲۳۲۲

- **تحلیل شرایط تکتونیک و فرسایش در حوضه سد شهید عباسپور با تکنیک‌های ژئومورفومتری**
  مهدی مومی پور، مهشید معاوی
- **توزیع منطقه‌ای نیکل در خاک‌های سطحی بخش‌هایی از استان قم**
  زهرا موحدی راد، سمیه صدر
- **پتانسیل فرسایش کناره و ناپایداری مجرا در رودخانه حاجی‌عرب بویین‌زهرا- قزوین**
  محمد مهدی حسین زاده، سیاوش شایان، فاطمه نجف زاده
- **پهنه‌بندی و تشخیص کمی اراضی حساس به تخریب جنوب استان اصفهان با استفاده از مدل مدالوس**
  اکرم مشهدی، رضا جعفری
- **تحلیل دینامیکی مخاطره سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS..**
  سید میثم مشعشعی، رؤیا پناهی، میترا مشعشعی
- **بررسی و تحلیل مخاطرات طبیعی و مسائل انسانی و محیطی شهر سنندج به‌منظور ارائه ...**
  مژگان نصرتی، سعید خضری، آفاق کاظمی
- **عوامل مؤثر بر آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای کوهستانی مستعد طغیان سیل شهرستان پلدختر**
  مهرشاد طولابی‌نژاد، علی حاجی‌نژاد، میثم طولابی‌نژاد
- **واکاوی فراوانی روزهای بارانی‌فرین مخاطره‌آمیز در ایران**
  سید محمد حسینی، سیروس نبیونی
- **بررسی مقایسه‌ای بهترین روش برآورد بارش حداکثر سالانه در ایستگاه‌های منتخب رودخانهٔ هراز**
  عباس غلامی
- **مسیریابی حرکت گردوغبار بر اساس غلظت ذرات معلق و مدل هواشناسی در استان همدان**
  کامران شایسته، شیوا غریبی، محمد پارسی‌مهر
- **واکاوی روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو بر روی ایران تحت تأثیر تغییر اقلیم**
  زهرا حجازی‌زاده، بهلول علیجانی، حسین عساکره، مختار فتاحیان
- **آسیب‌شناسی مناطق روستایی از خطرات شیوع بیماری کرونا ...**
  سعید نصیری زارع، طاهر پریزادی، مجتبی حکیمی
- **تدوین و اولویت‌بندی راهبردهای پابرجا مبتنی بر سناریوهای باورپذیر افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران ...**
  امین لطیفی، کرامت‌اله زیاری، سید مجید نادری
- **ارزیابی نقش توانمندسازی اقتصادی و اجتماعی خانوارهای روستایی در راستای کاهش اثرات خشکسالی ...**
  جمشید عینالی، حسین فراهانی، بهاره محمدی
- **تحلیل عوامل مؤثر بر مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی روستاها ...**
  علی خدادادی، دکتر مرتضی توکلی، دکتر علی‌اکبر عنابستانی









فصلنامه
جغرافیا و مخاطرات محیطی
(نشریه علمی)
سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱
شاپا چاپی : ۱۶۸۲-۲۳۲۲ شاپا الکترونیکی : ۲۳۸۳-۳۰۷۶

- **تحلیل شرایط تکتونیک و فرسایش در حوضه سد شهید عباسپور با تکنیک‌های ژئومورفومتری**
  مهدی مومی پور، مهشید معاوی
- **توزیع منطقه‌ای نیکل در خاک‌های سطحی بخش‌هایی از استان قم**
  زهرا موحدی راد، سمیه صدر
- **پتانسیل فرسایش کناره و ناپایداری مجرا در رودخانه حاجی‌عرب بویین‌زهرا- قزوین**
  محمد مهدی حسین زاده، سیاوش شایان، فاطمه نجف زاده
- **پهنه‌بندی و تشخیص کمی اراضی حساس به تخریب جنوب استان اصفهان با استفاده از مدل مدالوس**
  اکرم مشهدی، رضا جعفری
- **تحلیل دینامیکی مخاطره سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS..**
  سید میثم مشعشعی، رؤیا پناهی، میترا مشعشعی
- **بررسی و تحلیل مخاطرات طبیعی و مسائل انسانی و محیطی شهر سنندج به‌منظور ارائه ...**
  مژگان نصرتی، سعید خضری، آفاق کاظمی
- **عوامل مؤثر بر آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای کوهستانی مستعد طغیان سیل شهرستان پلدختر**
  مهرشاد طولابی‌نژاد، علی حاجی‌نژاد، میثم طولابی‌نژاد
- **واکاوی فراوانی روزهای بارانفرین مخاطره‌آمیز در ایران**
  سید محمد حسینی، سیروس نبیونی
- **بررسی مقایسه‌ای بهترین روش برآورد بارش حداکثر سالانه در ایستگاه‌های منتخب رودخانهٔ هراز**
  عباس غلامی
- **مسیریابی حرکت گردوغبار بر اساس غلظت ذرات معلق و مدل هواشناسی در استان همدان**
  کامران شایسته، شیوا غریبی، محمد پارسی‌مهر
- **واکاوی روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو بر روی ایران تحت تأثیر تغییر اقلیم**
  زهرا حجازی‌زاده، بهلول علیجانی، حسین عساکره، مختار فتاحیان
- **آسیب‌شناسی مناطق روستایی از خطرات شیوع بیماری کرونا ...**
  سعید نصیری زارع، طاهر پریزادی، مجتبی حکیمی
- **تدوین و اولویت‌بندی راهبردهای پابرجا مبتنی بر سناریوهای باورپذیر افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران ...**
  امین لطیفی، کرامت‌اله زیاری، سید مجید نادری
- **ارزیابی نقش توانمندسازی اقتصادی و اجتماعی خانوارهای روستایی در راستای کاهش اثرات خشکسالی ...**
  جمشید عینالی، حسین فراهانی، بهاره محمدی
- **تحلیل عوامل مؤثر بر مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی روستاها ...**
  علی خدادادی، دکتر مرتضی توکلی، دکتر علی‌اکبر عنابستانی

دانشکده ادبیات و علوم انسانی

فصلنامهٔ جغرافیا و مخاطرات محیطی

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد
مدیر مسؤل: دکتر سیدرضا حسین‌زاده
سردبیر: دکتر محمد رحیم رهنما
هیئت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا)**:**

Prof. Victor R. Baker (Department of Hydrology and Water Resources, University of Arizona)
Prof. Ziyadin Çakir (Department of Geology, Istanbul Technical University)
Prof. Gao-Lin Wu (Institute of Water and Soil Conservation, Chinese Academy of Sciences)

جعفر جوان– استاد دانشگاه فردوسی مشهد (دکترای جغرافیا– روستایی)
زهرا بیگم حجازی زاده – استاد دانشگاه خوارزمی تهران (دکترای جغرافیا– اقلیم شناسی)
سید رضا حسین زاده – دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد (دکترای جغرافیا ـ ژئومورفولوژی)
بهروز ساری صراف – استاد دانشگاه تبریز (دکترای جغرافیا– اقلیم شناسی)

شعبان شتایی جویباری– دانشیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (دکترای علـوم جنگل–سنجش از دور)
بختیار فیضی زاده – دانشیار دانشگاه تبریز (دکتری جغرافیا – سنجش از دور و GIS)
منیژه قهرودی تالی– استاد دانشگاه شهید بهشتی تهران (دکترای جغرافیا– ژئومورفولوژی)
ابوالفضل مسعودیان– استاد دانشگاه اصفهان (دکترای جغرافیا– اقلیم شناسی)
مسعود مینائی – دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد (دکتری جغرافیا –سنجش از دور GIS)
حسین نگارش– دانشیار دانشگاه سیستان و بلوچستان (دکترای جغرافیا– ژئومورفولوژی)
احمد نوحه‌گر– استاد دانشگاه تهران (گروه برنامه ریزی مدیریت و آموزش محیط زیست)
سعدالله ولایتی– استاد دانشگاه فردوسی مشهد (دکترای زمین شناسی)
مجتبی یمانی– استاد دانشگاه تهران (دکترای جغرافیا– ژئومورفولوژی)

مقالات نمودار آرای نویسندگان است و به ترتیب وصول و تصویب درج می‌شود.

بر اساس آئین‌نامه کمسیون نشریات وزارت علوم تحقیقات و فنآوری از سال ۱۳۹۸، کلیه نشریات دارای درجه "علمی-پژوهشی "به نشریه "علمی" تغییر نام یافتند.

این نشریه حاصل فعالیت مشترک دانشگاه فردوسی مشهد و انجمن ایرانی ژئومورفولوژی است

مدیر داخلی : دکتر ندا محسنی **کارشناس اجرایی :** سید محمد علی موسوی **ویراستاری انگلیسی :** مرکز ویراستاری دانشکده ادبیات و علوم انسانی(عبداله نوروزی)
ویراستاری ادبی : دکتر جواد میزبان **حروف نگاری و صفحه آرایی:** الهه تجویدی **طراحی جلد :** امیراسفندیار عامل‌محرابی

بر اساس سیاست دانشگاه فردوسی مشهد این نشریه به صورت الکترونیکی چاپ می شود و هیچ نسخه کاغذی ندارد

نشانی: مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده ادبیّات و علوم انسانی دکتر علی شریعتی، کد پستی ۹۱۷۷۹۴۸۸۸۳
نشانی اینترنتی: http://geoeh.um.ac.ir E-mail:geo.eh@um.ac.ir

شماره پروانه: ۳/۲۷۱۱۱۶– **این مجله در نشست کمیسیون بررسی نشریات علمی کشور مورّخ ۱۳۹۰/۱۲/۱۰، رتبه علمی- پژوهشی دریافت کرده است.**

این مجلّه در پایگاه‌های زیر نمایه می‌شود:

- **پایگاه استنادی علوم جهان اسلام(ISC)**
- **پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)**
- **پایگاه بانک اطلاعات نشریات کشور (Magiran)**
- **DOAJ (Directory of Open Access Journals)**
- **EBSCO Information Services**

بسم الله الرحمن الرحیم

فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی

(نشریه علمی)

سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱

شاپا چاپی : ۱۶۸۲-۲۳۲۲

شاپا الکترونیکی : ۲۳۸۳-۳۰۷۶

راهنمای تدوین و نحوه ارسال مقاله برای چاپ در فصلنامه علمی ـ پژوهشی جغرافیا و مخاطرات محیطی

۱-مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی به دلیل تخصصی بودن فقط در موضوعات مرتبط با مخاطرات محیطی (طبیعی و انسانی) پذیرای مقالات می باشد.

۲-مقاله باید حاصل کار پژوهشی نویسنده (یا نویسندگان) باشد، قبلاً در نشریه دیگری اعم از داخلی و خارجی و یا مجموعه مقالات همایش‌ها به چاپ نرسیده باشد و همچنین به طور همزمان برای مجله دیگری ارسال نشده باشد.

تبصره: مقاله‌های ارایه شده در همایش‌ها و مجامع علمی مشروط به اینکه با تغییرات قابل توجه و افزودن مطالب جدید همراه باشد، قابل بررسی خواهد بود.

۳-مقاله‌های مروری که پیشرفت‌های جدید در موضوعات مجله را در بر می‌گیرد، از نویسندگان مجرب و دارای مقالات پژوهشی در زمینه مورد نظر پذیرفته می‌شود.

٤-ساختار مقاله باید مشتمل بر عنوان، اسامی نویسنده (یا نویسندگان) چکیده فارسی، واژگان کلیدی، مقدمه، مواد و روش‌ها (شامل زیر بخش‌های: منطقه مورد مطالعه، مطالعات میدانی، آنالیزهای آزمایشگاهی و روش‌های استفاده شده)، نتایج و بحث، جمع‌بندی، قدردانی و تشکر، فهرست منابع و ضمائم و چکیده مبسوط انگلیسی باشد.

نکته: لطفا دقت شود که همه بخش‌ها و زیر بخش‌ها به استثنای تیتر "چکیده" شماره‌گذاری شوند. همچنین زیر بخش‌های مربوط به "مواد و روش‌ها" بر حسب ماهیت کار قابل تغییر است.

۵- علاوه بر شماره صفحه، تمامی خطوط بطور پیوسته باید شماره گذاری شوند (Line Numbers).

٦-چکیده مبسوط انگلیسی حداقل ۲ و حداکثر ۳ صفحه و اجزاء آن شامل: Introduction, Materials and methods, Result and discussion, Conclusion, Key words باشد

۷-حجم مقاله شامل تمام اجزاء آن با رعایت استانداردهای حروفچینی مجله باید حداکثر ۱۸ صفحه باشد. مقالات با حجم بیش از ۱۸ صفحه قابل بررسی نخواهد بود.

۸- حروفچینی مقاله باید در برنامه Word 2007 و بالاتر بر روی کاغذ A4 با فواصل ۳,۵ سانتی‌متر از بالا، ۳,۵ سانتی‌متر از پایین، ۳ سانتی‌متر از چپ و ۳ سانتی‌متر از راست صورت گیرد. Header: ۲,۷۵ و Footer: ۳ عنوان مقاله با قلم ۱۳ پررنگ B Lotus. اسم، فامیل- مرتبه علمی با قلم ۱۱ پررنگ B Lotus.، نویسنده مسؤول، شماره تلفن و ایمیل نویسنده به صورت پاورقی و با قلم ۱۱ B Lotus باشد. چکیده ۱۲ پررنگ B Lotus، متن چکیده ۱۲ B Lotus. (چکیده و متن آن با فواصل ۲سانتی‌متر از سمت چپ و ۲ سانتی‌متر از سمت راست از متن اصلی باشد). تیترهای اصلی متن ۱۲پررنگ B Lotus با فاصله pt12 از پاراگراف قبل و pt8 از پاراگراف بعد. کل متن با ۱۳ B Lotus.

۹- شماره و عنوان جداول در بالا و با قلم ۱۲ پررنگ B Lotus نوشته شود.

۱۰- تمام نقشه‌ها، نمودارها، شکل‌ها و عکس‌ها به طور یکنواخت با عنوان شکل شماره گذاری و شماره و عنوان اشکال در زیر آن با قلم ۱۲ پررنگ B Lotus، درج گردد.

۱۱- شیوه ارجاع انواع منابع در انتهای مقاله باید بر اساس حروف الفبا و بصورت زیر باشد. در ابتدا منابع فارسی (B Lotus 12) و در ادامه منابع انگلیسی (Times New Roman 11) ذکر شوند:

شیوه منبع نویسی مقالات انگلیسی

Johnson RM, Warburton J. 2002. Flooding and geomorphic impacts in a mountain torrent: Raise Beck, central Lake District, England. Earth Surface Processes and Landforms 27: 945-969.

کتب انگلیسی:

Bull WB.1991. Geomorphic Responses to Climate Change. University Press, Oxford.

Amoroso GG, Fassina V. 1983. Stone Decay and Conservation: Atmospheric Pollution, Cleaning, Consolidation and Protection. Elsevier Science Publishers: Amsterdam

مقالات فارسی:

حجازی زاده، زهرا. (۱۳۷٦). نقش پرفشار جنب حاره در تغییر فصل ایران. چاپ در مجموعه مقالات کنگره جغرافیدان ایران. تبریز، صص ۱۸۵- ۱۷٤.

بحری، معصومه؛ دستورانی، محمدتقی. (۱۳۹٦). ارزیابی اثرات تغییراقلیم و تغییرکاربری اراضی بر پاسخ هیدرولوژیک حوزه آبخیز اسکندری. جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲۲، ۳۷-۵۷

کتب فارسی:

مخدوم، مجید. (۱۳۸۱). شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران.

تبصره۱: در صورتی که صاحب اثر شخصیت حقوقی یعنی سازمان یا نهاد دولتی باشد به جای نام خانوادگی و نام نویسنده عنوان سازمان و یا نهاد مربوطه ذکر می‌شود.

تبصره ۲: در صورت استفاده از پایان‌نامه و رساله‌های تحصیلات تکمیلی، ذکر نام استاد راهنما، عنوان رشته و نام دانشگاه الزامی است.

- **نحوه ارجاع داخل متن** بر اساس نام نویسنده و سال انتشار طبق نمونه‌های زیر با قلم B Lotus ۱۲ برای مقالات فارسی و قلم Times New Roman۱۱ برای مقالات انگلیسی:

(محمودی، ۱۳٦۸)، (بحری و دستورانی، ۱۳۹٦)، (محمودی و همکاران، ۱۳٦۸)

(Knox, 2000) ،(Baker et al., 1988)،(Johnson & Warburton, 2002)

۱۳- مقاله در دو قالب، یک فایل Word و یک فایل Pdf آماده و با ثبت نام در سامانه مجله به ادرس: http://Geoeh.um.ac.ir ارسال گردد. مکاتبات بعدی می‌تواند از طریق پست الکترونیک مجله به آدرس Geo.eh@um.ac.ir انجام گیرد.

۱٤- مسؤولیت صحت مطالب مقاله از نظر حقوقی به عهده نویسنده یا نویسندگان خواهد بود.

۱۵- مجله حق رد یا قبول و نیز ویراستاری مقالات را برای خود محفوظ داشته و مقالات دریافتی عودت داده نخواهد شد.

۱٦- مقاله‌های ارسال شده به نویسنده جهت انجام اصلاحات در صورت عدم دریافت پاسخ در تاریخ تعیین شده، به منزله انصراف از چاپ تلقی می‌گردد.

داوران این شماره به ترتیب حروف الفبا

۱. محمود احمدی (دانشیارگروه جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی)
۲. عبدالمجید احمدی (استادیار جغرافیای طبیعی دانشگاه بزرگمهرقاینات)
۳. زهرا اسدالهی (استادیارعلوم و مهندسی محیط زیست دانشگاه لرستان)
٤. فریبا اسفندیاری درآباد (استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی)
٥. رضا اسماعیلی (دانشیار جغرافیای طبیعی دانشگاه مازندران)
٦. مرضیه اسمعیل پور (استادیار جغرافیای طبیعی دانشگاه مراغه)
۷. نظام اصغری پوردشت بزرگ (پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی)
۸ مرتضی اکبری (استادیار گروه مدیریت مناطق خشک وبیابانی دانشگاه فردوسی مشهد)
۹. علیرضا انتظاری (دانشیار اقلیم شناسی دانشگاه حکیم سبزواری)
۱۰. نسیم ایزدی (استادیار ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان)
۱۱. فرشاد پژوه (دکتری اقلیم شناسی دانشگاه خوارزمی تهران)
۱۲. آراده توکلی (دانشیار گروه مهندسی عمران دانشگاه زنجان)
۱۳. تورج جمشیدی خزلی (دانشجوی دکتری هواشناسی پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو تهران)
۱٤. مهدی چراغی (استادیار گروه جغرافیا دانشگاه زنجان)
۱٥. میلاد حسنعلی زاده (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه زنجان)
۱٦. علیرضا حسنی (استادیار گروه مهندسی شهرسازی دانشگاه بجنورد)
۱۷. سید اسعد حسینی (دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی)
۱۸. حمید رحیمی (دکتری اقلیم شناسی دانشگاه رازی کرمانشاه)
۱۹. محسن رضائی عارفی (دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری- مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد)
۲۰. حمدالله سجاسی قیداری (دانشیار گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد)
۲۱. حمید شایان (استاد گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد)
۲۲. حسین شیرانی (استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر رفسنجان)
۲۳. طاهره صادقلو (استادیار گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد)
۲٤. بهمن صحنه (استادیار گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه گلستان)
۲٥. منوچهر فرج زاده اصل (استاد جغرافیای طبیعی – اقلیم شناسی دانشگاه تربیت مدرس)
۲٦. مهدی فیض الله پور (استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان)
۲۷. ندا محسنی (استادیار گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد)

فهرست مندرجات

عنوان صفحه

- **تحلیل شرایط تکتونیک و فرسایش در حوضه سد شهید عباسپور با تکنیک‌های ژئومورفومتری** ۱
  مهدی مومی پور، مهشید معاوی
- **توزیع منطقه‌ای نیکل در خاک‌های سطحی بخش‌هایی از استان قم** ۱۷
  زهرا موحدی راد، سمیه صدر
- **پتانسیل فرسایش کناره و ناپایداری مجرا در رودخانه حاجی‌عرب بویین‌زهرا- قزوین** ۳۹
  محمد مهدی حسین زاده، سیاوش شایان، فاطمه نجف زاده
- **پهنه‌بندی و تشخیص کمی اراضی حساس به تخریب جنوب استان اصفهان با استفاده از مدل مدالوس** ۵۷
  اکرم مشهدی، رضا جعفری
- **تحلیل دینامیکی مخاطره سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS..** ۷۷
  سید میثم مشعشعی، رؤیا پناهی، میترا مشعشعی
- **بررسی و تحلیل مخاطرات طبیعی و مسائل انسانی و محیطی شهر سنندج به‌منظور ارائه ...** ۹۹
  مژگان نصرتی، سعید خضری، آفاق کاظمی
- **عوامل مؤثر بر آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای کوهستانی مستعد طغیان سیل شهرستان پلدختر** ۱۱۷
  مهرشاد طولابی‌نژاد، علی حاجی‌نژاد، میثم طولابی‌نژاد
- **واکاوی فراوانی روزهای بارانفرین مخاطره‌آمیز در ایران** ۱۴۱
  سید محمد حسینی، سیروس نبیونی
- **بررسی مقایسه‌ای بهترین روش برآورد بارش حداکثر سالانه در ایستگاه‌های منتخب رودخانهٔ هراز** ۱۶۳
  عباس غلامی
- **مسیریابی حرکت گردوغبار بر اساس غلظت ذرات معلق و مدل هواشناسی در استان همدان** ۱۸۵
  کامران شایسته، شیوا غریبی، محمد پارسی‌مهر
- **واکاوی روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو بر روی ایران تحت تأثیر تغییر اقلیم** ۲۰۱
  زهرا حجازی‌زاده، بهلول علیجانی، حسین عساکره، مختار فتاحیان
- **آسیب‌شناسی مناطق روستایی از خطرات شیوع بیماری کرونا ...** ۲۱۷
  سعید نصیری زارع، طاهر پریزادی، مجتبی حکیمی
- **تدوین و اولویت‌بندی راهبردهای پابرجا مبتنی بر سناریوهای باورپذیر افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران ...** ۲۳۵
  امین لطیفی، کرامت‌اله زیاری، سید مجید نادری
- **ارزیابی نقش توانمندسازی اقتصادی و اجتماعی خانوارهای روستایی در راستای کاهش اثرات خشکسالی ...** ۲۵۵
  جمشید عینالی، حسین فراهانی، بهاره محمدی
- **تحلیل عوامل مؤثر بر مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی روستا ا...** ۲۷۹
  علی خدادادی، دکتر مرتضی توکلی، دکتر علی‌اکبر عنابستانی

بسمه‌تعالی

توافقنامه همکاری علمی

این توافقنامه فی‌مابین مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی و انجمن کواترنری ایران و به‌منظور همکاری در ادامه انتشار نشریه علمی با عنوان. جغرافیا و مخاطرات محیطی در زمینه بررسی مخاطرات محیطی منعقد می‌گردد.

ماده ۱- نشریه به‌صورت فصلنامه و هرسال چهار شماره به زبان فارسی منتشر می‌شود. صاحب‌امتیاز نشریه دانشگاه فردوسی مشهد بوده و اهداف آن عبارت‌اند از: گسترش و ارتقاء پژوهش در سطح کشور، کمک به ایجاد ارتباط و همکاری علمی بین محققین این زمینه در ایران، انتشار نتایج پژوهش‌های علمی.

ماده ۲- امور علمی نشریه را هیأت تحریریه که حداقل یک‌چهارم اعضای آن از اعضای انجمن هستند انجام خواهند داد.

تبصره ۱: انجمن متعهد می‌شود که حداقل دو نفر از اعضای هیأت تحریریه را از اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها انتخاب نماید.

تبصره ۲: یکی از اعضای هیأت تحریریه عضو دانشگاه فردوسی مشهد با پیشنهاد بالاترین مقام صاحب امتیاز و تأیید هیأت مدیره انجمن به عنوان سردبیر نشریه تعیین و با حکم بالاترین مقام صاحب امتیاز به این سمت منصوب خواهدشد. انتخاب سردبیر و اعضای هیأت تحریریه مطابق با آیین‌نامه تعیین اعتبار نشریات علمی کشور صورت خواهد پذیرفت.

ماده ۳- دفتر نشریه در موسسه متقاضی نشریه خواهد بود و با مسئولیت مدیر مسئول اداره خواهدشد.

ماده ٤- روی جلد نشریه علاوه بر نشان دانشگاه فردوسی مشهد نشان انجمن کواترنری ایران با اندازه یکسان چاپ خواهد شد .

ماده ٥- در صفحه حقوقی تمامی شماره‌های نشریه، این جمله آورده شود «این نشریه حاصل فعالیت مشترک دانشگاه فردوسی مشهد و انجمن کواترنری ایران است».

ماده ٦-کلیه هزینه‌های آماده سازی نشریه اعم از هزینه‌های داوری، حق‌الزحمه ویراستار مجری، امور دفتری، پست و مخابرات، تایپ،... برعهده دانشگاه فردوسی مشهد خواهد بود.

ماده ۷- هزینه‌های لیتوگرافی و چاپ نشریه (فیلم و زینگ، کاغذ، چاپ نشریه و جلد، صحافی) به صورت مشترک و با سهم مساوی توسط انجمن و موسسه متقاضی پرداخت خواهدشد.

ماده ۸- هرگاه یکی از طرفین قرارداد مایل به فسخ آن باشد بایستی تصمیم خود را حداقل شش‌ماه زودتر کتباً به اطلاع طرف مقابل برساند. در صورت توافق طرفین به فسخ توافقنامه، نتیجه توسط دبیرانجمن یا مدیرمسئول به دبیرخانه کمیسیون نشریات علمی‌کشور اعلام شود. موسسه متقاضی حداکثر به مدت شش ماه از تاریخ فسخ توافقنامه فرصت دارد تا با تکمیل مدارک و ارسال سه شماره آخر از نشریه به دبیرخانه کمیسیون نشریات علمی کشور، تقاضای اعتبار مستقل نماید تا مراحل ارزیابی نشریه صورت گیرد.

۹- این قرارداد در ۸ ماده و دو تبصره در دو نسخه به مدت ٤ سال تنظیم گردید و در تاریخ ۱۴۰۰/۱۲/۱۵ توسط دکتر احمدرضا بهرامی به نمایندگی از دانشگاه فردوسی مشهد و دکتر فریبرز قریب (رییس هیات مدیره انجمن کواترنری ایران) به امضاء رسید.

دکتر احمدرضا بهرامی
معاون پژوهشی و فن‌آوری دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر فریبرز قریب
رییس هیات مدیره انجمن کواترنری ایران

بسمه تعالی

توافقنامه همکاری علمی

این توافقنامه بین مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی و انجمن ایرانی ژئومورفولوژی و به منظور همکاری در ادامه انتشار نشریه (علمی پژوهشی) با عنوان جغرافیا و مخاطرات محیطی در زمینه بررسی مخاطرات محیطی منعقد می‌گردد.

ماده ۱: نشریه به صورت فصلنامه و هر سال چهار شماره به زبان فارسی منتشر می‌شود. صاحب امتیاز نشریه دانشگاه فردوسی مشهد بوده و اهداف آن عبارتند از: گسترش و ارتقاء پژوهش در سطح کشور، کمک به ایجاد ارتباط و همکاری علمی بین محققین این زمینه در ایران، انتشار نتایج نوآورانه پژوهشهای علمی.

ماده ۲: امورعلمی نشریه را هیأت تحریریه، که حداقل یک چهارم اعضای آن از بین اعضای انجمن هستند، انجام خواهند داد.

تبصره۱: انجمن متعهد می‌شود که لااقل دو نفر از اعضای هیأت تحریریه را از اعضای فعال هیأت علمی دانشگاه‌ها انتخاب نماید.

تبصره ۲: یکی از اعضای هیأت تحریریه عضو دانشگاه فردوسی با پیشنهاد بالاترین مقام صاحب امتیاز و تأیید هیأت مدیره انجمن به عنوان سردبیر نشریه تعیین و با حکم بالاترین مقام صاحب امتیاز به این سمت منصوب خواهدشد. انتخاب سردبیر و اعضای هیأت تحریریه مطابق با آیین‌نامه تعیین اعتبار نشریات علمی کشور صورت خواهد پذیرفت.

ماده ۳: دفتر نشریه در موسسه متقاضی نشریه و با مسئولیت مدیر مسئول اداره خواهدشد.

ماده ۴: روی جلد مجله علاوه بر نشان دانشگاه فردوسی مشهد نشان انجمن ایرانی ژئومورفولوژی با اندازه یکسان نیز چاپ خواهدشد.

ماده ۵: در صفحه حقوقی تمامی شماره‌های نشریه، این جمله آورده شود «این نشریه حاصل فعالیت مشترک دانشگاه فردوسی مشهد و انجمن ایرانی ژئومورفولوژی است.

ماده ۶: کلیه هزینه‌های آماده سازی نشریه تا قبل از لیتوگرافی اعم از هزینه‌های داوری، حق‌الزحمه ویراستار، مجری، امور دفتری، پست و مخابرات، تایپ،... برعهده دانشگاه فردوسی مشهد خواهد بود.

ماده ۷: هزینه‌های لیتوگرافی و چاپ نشریه (فیلم و زینگ، کاغذ، چاپ نشریه و جلد، صحافی) به صورت مشترک و با سهم مساوی توسط انجمن و موسسه متقاضی پرداخت خواهدشد.

ماده ۸: هرگاه یکی از طرفین قرارداد مایل به فسخ آن باشد باید تصمیم خود را حداقل شش‌ماه زودتر کتباً به اطلاع طرف مقابل برساند. در صورت توافق طرفین به فسخ توافقنامه، نتیجه توسط دبیرانجمن یا مدیرمسئول به دبیرخانه کمیسیون نشریات علمی کشور اعلام شود. موسسه متقاضی حداکثر به مدت شش ماه از تاریخ فسخ توافقنامه فرصت دارد تا با تکمیل مدارک و ارسال سه شماره آخر از نشریه به دبیرخانه کمیسیون نشریات علمی کشور، تقاضای اعتبار مستقل نماید تا مراحل ارزیابی نشریه صورت گیرد.

۹ـ این قرارداد در ۸ ماده و دو تبصره در دو نسخه به مدت ۴ سال تنظیم گردید و در تاریخ ۱۳۹۸/۸/۲ توسط دکتر احمدرضا بهرامی به نمایندگی از دانشگاه فردوسی مشهد و دکتر مجتبی یمانی (رییس هیات مدیره انجمن ایرانی ژئومورفولوژی) به امضاء رسید.

دکتر مجتبی یمانی
رییس هیات مدیره انجمن ایرانی ژئومورفولوژی

دکتر احمدرضا بهرامی
معاون پژوهشی و فن‌آوری دانشگاه فردوسی مشهد

معاونت پژوهش و فناوری

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp.1-16 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2021.70140.1053 Open access

Tectonic and Erosion Analysis of Shahid Abbasspour Dam Catchment using Geomorphometric Techniques

Mehdi Mumipour [a*], Mahshid Moavi [b]

[a] *Assistant Professor in Geomorphology, Marine Geology Department, Marine Natural Resources Faculty, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran*
[b] *MSc in Geomorphology, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran*

Received: 29 April 2021 ***Revised: 17 May 2021*** ***Accepted: 20 June 2021***

Abstract

An assessment of tectonic activity, especially active tectonic movements and the resulting hazards, requires a thorough understanding of geomorphological processes. Many geomorphological features are very sensitive to active tectonic movements and change with them. The aim of this study was to use geomorphic indices, that is, basin asymmetry factor (AF), basin sinuosity index (S), basin shape index (BS), river longitudinal slope index (SL), bifurcation ratio (Rb), unevenness number (Rn), relative relief index (Bh), mountain front sinuosity (Smf), drainage density (Dd), hypsometry, drawing and analysis of erosion maps of formations, soils and land use to identify the relationship of tectonic activity with soil erosion in Karun catchment area (upstream of Shahid Abbaspour Dam). The results show that tectonic activity in erodible formations causes lateral erosion and as a result the soils are eroded, but in resistant formations the tectonic activity has low effect, so the soils are strong. Sub-channels often enter the main stream at an acute angle. Karun River in the study basin is spread on soft and erodible formations such as Gurpi, Pabdeh, Aghajari, Gachsaran and Mishan and flows with less intensity. In this case, the erosion in the river route is low. The most erosion is along the river in the center and southeast of the basin. The basin is hypsometrically balanced and the topographic and geomorphic appearance of the studied basin is affected by tectonic activities, which results in high elevation and sloping of basin. The streams flow is almost irregular. Sub-streams also often enter the main stream at an acute angle. The drainage density of the canals is low and the soil is highly permeable, covered with dense vegetation and coarse-grained drainage.

Keywords: Neotectonics, Erosion, Shahid Abbaspour Dam, Geomorphometric Indices

[*] Corresponding Author: Mehdi Mumipour E-mail: mumipur@kmsu.ac.ir Tel: +989166067076

How to cite this Article: Mumipour, M., & Moavi, M. (2022). Tectonic and Erosion Analysis of Shahid Abbasspour Dam Catchment using Geomorphometric Techniques. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 11(1), 1-16.
DOI: 10.22067/geoeh.2021.70140.1053

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70140.1053

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۱۶-۱

مقاله پژوهشی

تحلیل شرایط تکتونیک و فرسایش در حوضه سد شهید عباسپور با تکنیک‌های ژئومورفومتری

مهدی مومی پور[1]- استادیار ژئومورفولوژی، گروه زمین‌شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر،خرمشهر، ایران
مهشید معاوی- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۲/۲۷ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۳/۳۰

چکیده

ارزیابی کامل فعالیت‌های تکتونیکی و به‌خصوص حرکات تکتونیکی جوان و خطرات ناشی از آن نیاز به شناخت کامل فرایندهای ژئومورفولوژی دارد. بسیاری از عوارض ژئومورفولوژیکی در مقابل حرکات تکتونیکی فعال بسیار حساس هستند و همزمان با آن‌ها تغییر می‌کنند. هدف این پژوهش استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک (شاخص عدم تقارن حوضه (Af)، شاخص سینوسیته حوضه (S)، شاخص شکل حوضه (BS)، شاخص شیب طولی رودخانه (SL)، نسبت انشعاب (Rb)، عدد ناهمواری (Rn)، برجستگی نسبی حوضه (Bh)، پیچ‌وخم پیشانی کوهستانی (Smf)، تراکم زهکشی (Dd)، هیپسومتری)، رسم و تحلیل نقشه‌های فرسایش‌پذیری سازندها، خاک‌ها و کاربری اراضی برای آگاهی از رابطه فعالیت تکتونیکی با فرسایش خاک حوضه آبریز کارون (بالادست سد شهید عباسپور) است. نتایج نشان داده است که فعالیت‌های تکتونیکی در سازندهای فرسایش‌پذیر باعث فرسایش کناره‌ای شده و درنتیجه خاک‌ها فرسایش می‌یابند اما در سازندهای مقاوم فعالیت زمین‌ساختی اثر کمی گذاشته و خاک‌ها تقریباً مقاومت خود را دارند. آبراهه‌های فرعی نیز اغلب تحت زاویه حاده‌ای به جریان اصلی وارد می‌شوند. رودخانه کارون در حوضه موردمطالعه بر روی سازندهای نرم و فرسایش‌پذیر نظیر گورپی، پابده، آغاجاری، گچساران و میشان پهن شده و با شدت‌جریان کمتری جاری می‌گردد. در این حالت فرسایش در مسیر رودخانه کم‌تر بوده، اما فرسایش کناره‌ای غالب است بیشترین فرسایش کنار رودخانه‌ای در مرکز و جنوب

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۶۶۰۶۷۰۷۶
Email: mumipur@kmsu.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله :

مومی پور, مهدی, معاوی, مهشید. (۱۴۰۱). تحلیل شرایط تکتونیک و فرسایش در حوضه سد شهید عباسپور با تکنیک‌های ژئومورفومتری. جغرافیا و مخاطرات محیطی.۱۱(۱). صص ۱۶-۱

https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70140.1053

شرق حوضه است. حوضه از نظر هیپسومتری متعادل بوده و سیمای توپوگرافیک و ژئومورفیک حوضه موردمطالعه از فعالیت‌های تکتونیک متأثر است که نتیجه آن پستی‌وبلندی زیاد و کج‌شدگی حوضه است.

کلیدواژه‌ها: نئوتکتونیک، فرسایش، سد شهید عباسپور، شاخص‌های ژئومورفومتری.

۱- مقدمه

عواملی مانند سازندهای سست، فعالیت تکتونیک، توپوگرافی خشن و اختلاف ارتفاع‌های زیاد مناطق کوهستانی مرتفع با مناطق کم‌ارتفاع‌تر، چرای مفرط و کاهش پوشش‌گیاهی، تخریب جنگل‌های برای ایجاد مزارع، ساخت جاده‌ها، شخم زنی‌های نامناسب و نادرست، بهره‌برداری بیش‌ازحد کشاورزان منطقه از توان خاک برای کشاورزی، زمینه فرسایش خاک را فراهم می‌نمایند (مددی و نیک پور، ۱۳۹۲). همچنین آب‌وهوا یکی از مهم‌ترین عوامل به وجود آورندهٔ فرسایش آبی هر منطقه که روی دیدهٔ خاک‌زایی و هم روی وضع پوشش گیاهی آن منطقه تأثیر دارد (مددی و نیک پور، ۱۳۹۲). به‌طوری‌که شکل‌گیری و تکامل شبکه آبراهه‌ها تحت تأثیر پارامترهایی مانند اقلیم، فرسایش و فعالیت‌های تکتونیکی است و تحلیل یک شبکه زهکشی در پاسخ به فرآیندهایی است که روند تغییر شکل گذشته و اخیر حوضه را توجیه می‌کند (علمی‌زاده و معاوی، ۱۳۹۹). ازآنجاکه شاخص‌های ژئومورفیک یک طبقه‌بندی نسبی از تکتونیک ارائه می‌دهند. برای مطالعه و بررسی میزان تأثیر تکتونیک در منطقه مفید هستند. وقتی چندین شاخص ژئومورفیکی در یک ناحیه خاص استفاده می‌شود نتایج با معناتر و مستندتر خواهد بود (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۶). این شاخص‌ها یکی از ابزارهای اساسی برای پی‌بردن به وضعیت و میزان تأثیر فعالیت‌های نئوتکتونیکی در سطح زمین هستند (رامشت و همکاران، ۱۳۹۱).

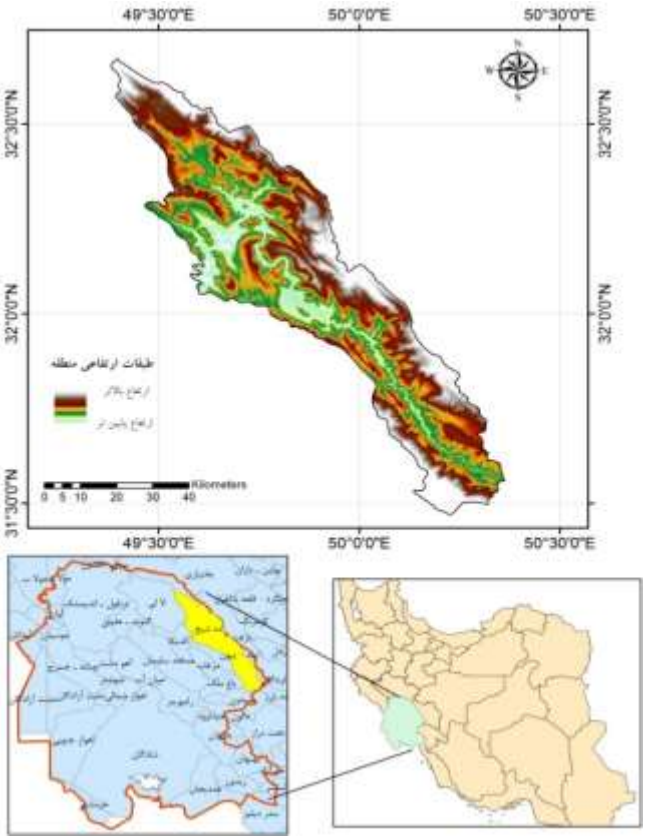
ارزیابی کامل فعالیت‌های تکتونیکی و به‌خصوص حرکات تکتونیکی معاصر و جوان و خطرات ناشی از آن نیاز به شناخت کامل از سرعت و آرایش فرایندهای ژئومورفولوژی دارد. برای این منظور روش‌های ژئومورفولوژی نقش مهمی را ایفا می‌نمایند، زیرا بسیاری از عوارض ژئومورفولوژیکی در مقابل حرکات تکتونیکی فعال بسیار حساس هستند و همزمان با آن‌ها تغییر می‌کنند (سمندر و روستایی، ۱۳۹۵). هر منطقه‌ای با توجه به شرایط خاص خود از سازندهای متنوع زمین‌شناسی تشکیل شده است که بر میزان نفوذپذیری آب، فرسایش، رسوب، الگوی هندسی رودخانه‌ها و ژئومورفولوژی حوضه‌های آبریز اثر می‌گذارد (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۱). بیاتی خطیبی (۱۳۸۸) به تحلیل نقش تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در طول دامنه‌ها در فرسایش‌پذیر شدن خاک‌های کوهستان‌ها (با تأکید بر فرسایش خندقی): دامنه‌های شمال‌غربی سبلان (از اهر تا مشکین‌شهر) پرداخت. کریمی و همکاران(۱۳۹۱) نقش مورفوتکتونیک در فرسایش و تغییرات نیمرخ طولی رودخانه‌ها با استفاده از توابع ریاضی را بررسی کردند. رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی تغییرات شکل هندسی رودخانه قزل‌اوزن پرداختند. در

این تحقیق، بیشترین تأکید آن‌ها بر عوامل ژئومورفولوژیک و زمین‌شناسی منطقه بود. یمانی و شرفی (۱۳۹۱) به مطالعه ژئومورفولوژی و عوامل مؤثر در فرسایش کناری رودخانه هررود در استان لرستان پرداختند. پژوهشگران با استفاده از عکس هوایی سال ۱۳۳٤ و تصویر ماهواره‌ای IRS سال ۱۳۸٦ و آزمایش رسوباتی که در مسیر رودخانه قرار دارند نشان دادند تغییرات مورفولوژی و فرسایش کناری رودخانه از بالادست به طرف پایین‌دست کاهش یافته است. مومی‌پور (۱۳۹۵) به مطالعه نئوتکتونیک و فرسایش حوضه مارون با تکنیک ژئومورفومتری پرداخت. در این پژوهش با استفاده از مدل رقومی ارتفاع منطقه، نقشهٔ هم‌پایه و شاخص‌های نئوتکتونیک مطالعه انجام شد. یمانی و همکاران (۱۳۹۷) تکتونیک فعال در حوضه سمنان (جنوب سمنان) را با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک تحلیل کردند. زوولی و همکاران[1] (۲۰۰٤) دو گسل را از نظر ژئومورفولوژی تکتونیک مورد تحلیل قرار دادند، در این پژوهش از شاخص گرادیان طول جریان (SL)، سینوسیته جبهه کوهستان (Smf)، و نسبت عرض دره به ارتفاع (Vf) استفاده نمودند. دیونت و همکاران[2] (۲۰۰۵) میزان فرسایش خاک در مخازن سدها را در اسپانیا با روش‌های نیمه کمی مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که این روش‌ها و به‌ویژه روش پسیاک، نتایج قابل قبولی ارائه می‌دهند. فرانکلی و پازاگی[3] (۲۰۰٦) با مقایسه شاخص‌های زمین‌ساختی در دو جبهه کوهستانی در منطقه توآس و سریا در نیومکزیکو را انجام دادند. ربیولین و سپاجنولی[4] (۲۰۰۷) ژئومتری شبکه زهکشی با توجه به تکتونیک در آلپ ایتالیا مطالعه کردند. راسکیزای رادیگر و همکاران[5] (۲۰۰۹) تحلیل‌های مورفوتکتونیک براساس DEM را برای حوضهٔ مرکزی پانونیان مجارستان انجام دادند و عوارض نئوتکتونیکی و فرسایش بادی و آبی را از هم تفکیک کردند. دورانتی و همکاران[6] (۲۰۱٤) آنالیز مورفوتکتونیک حوضه‌های زهکشی جنوب غربی کشور برزیل را با استفاده از شاخص گرادیان طول جریان (SL) و پروفیل طولی موردمطالعه قرار دادند. هدف این پژوهش استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک (شاخص عدم تقارن حوضه (Af)، شاخص تقارن عرضی (T)، شاخص سینوسیته حوضه (S)، شاخص شکل حوضه (BS)، شاخص شیب طولی رودخانه (SL)، نسبت انشعاب (Rb)، عدد ناهمواری (Rn)، برجستگی نسبی حوضه (Bh)، پیچ‌وخم پیشانی کوهستانی (S_{mf})، تراکم زهکشی (Dd)، هیپسومتری)، رسم و تحلیل نقشه‌های فرسایش‌پذیری سازندها، خاک‌ها و کاربری اراضی برای آگاهی از رابطه فعالیت تکتونیکی با فرسایش خاک حوضه آبریز کارون (بالادست سد شهید عباسپور) است.

1 Zovoili et al
2 Devente et al
3 Frankel and Pazzaglia
4 Ribolin and Spagnolo
5 Ruszkiczay-Rudiger et al
6 Doranti et al

۲- منطقه موردمطالعه

حوضه آبخیز کارون ۱ یا حوضه آبخیز سد شهید عباسپور با مساحت ۳۲۹۸ کیلومترمربع در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و ٤۹ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی قرار دارد. این حوضه از چهار شاخه اصلی به نام‌های خرسان، آب‌ونک، آب‌کیار و بازفت تشکیل شده که هریک از این شاخه-ها از ارتفاعات مختلف از استان‌های چهارمحال بختیاری سرچشمه می‌گیرند و پس از الحاق، رود کارون در جهت جنوب شرقی- شمال غربی جریان یافته و پس از طی مسیر ۱٤۰ کیلومتر به محل سد شهید عباسپور می‌رسد. این منطقه از نظر زمین‌شناسی در زون زاگرس چین‌خورده قرار دارد و از واحدهای سنگ‌شناسی متنوعی تشکیل شده است (فیض‌نیا و همکاران، ۱۳۸۷) (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت حوضه موردمطالعه در استان خوزستان (محدوده زردرنگ) و طبقات ارتفاعی آن در مدل رقومی ارتفاع. نام‌های روی نقشه استان، حوضه‌های اطراف منطقه موردمطالعه است.

۳- مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش در ابتدا منابع و یافته‌های علمی در زمینه موضوع پژوهش با بررسی‌های کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده و از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰۰، نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ و نقشه DEM که دارای قدرت تفکیکی مکانی ۱۲/۵ متر است در این مطالعه استفاده شده است. برای محاسبه شاخص‌های ژئومورفیک، از برنامه جانبی TecDEM در نرم‌افزار Matlab و نرم‌افزار Arc GIS10.4 استفاده شده است. شاخص‌های ژئومورفیک به کار برده شده در این تحقیق شاخص عدم تقارن حوضه (Af)، شاخص تقارن عرضی (T)، شاخص سینوسیته حوضه (S)، شاخص شکل حوضه (BS)، شاخص شیب طولی رودخانه (SL)، پیچ‌وخم پیشانی کوهستانی (S_{mf})، تراکم زهکشی (Dd) و هیپسومتری هستند.

۳-۱- شاخص عدم تقارن حوضه

شاخص عدم تقارن حوضه (Af)، برای تعیین کج شدگی تکتونیکی حوضه‌های زهکشی به کار می‌رود. مقادیر برابر ۵۰ نشان دهندهٔ عدم فعالیت تکتونیک، مقادیر بیش از ۵۰ نشانه عمل بالا آمدگی در سمت راست رودخانه و کمتر از ۵۰ نشانگر بالاآمدگی در سمت چپ آبراهه اصلی رودخانه است (گورابی و امامی، ۱۳۹۶). شاخص عدم تقارن حوضه (Af) براساس رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$Af = 100(\frac{Ar}{At}) \quad \text{رابطه (۱)}$$

Ar: مساحت سمت راست حوضه (دید به سمت پایین)، At مساحت کل حوضه (حمدونی و همکاران[1]، ۲۰۰۸).

۳-۲- شاخص تقارن عرضی (T)

مقدار این شاخص بین صفر و یک در تغییر است و هرچه عدد به یک نزدیک‌تر باشد عدم تقارن در حوضه بیشتر است و تکتونیک فعال است (کوکس[2]، ۱۹۹٤؛ کلر و پینتر[3]، ۱۹۹٦). شاخص تقارن عرضی (T) براساس رابطه (۲) محاسبه می‌گردد.

$$T = \frac{Da}{Dd} \quad \text{رابطه (۲)}$$

Da، فاصله رودخانه اصلی حوضه تا خط وسط حوضه Dd، فاصله مرز حوضه تا خط وسط حوضه (گورابی و امامی، ۱۳۹٦).

1 Hamdouni et al
2 Cox
3 Keller and Pinter

۳-۳- شاخص سینوسیته حوضه (S)

میزان سینوسیته حوضه با تغییر شیب بستر رودخانه بر اثر فعالیت‌های تکتونیکی، رابطه غیر مستقیم دارد یعنی با کاهش میزان سینوسیته فعالیت تکتونیک افزایش می‌یابد (گورابی و امامی، ۱۳۹٦، بهرامی و همکاران، ۱۳۹٤). پیتز (۱۹۸٦) برحسب میزان ضریب پیچشی ٤ نوع رودخانه را به شرح جدول (۱) تقسیم‌بندی نموده است (یمانی و همکاران، ۱۳۹۱). شاخص سینوسیته حوضه (S) براساس رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

$$S = \frac{C}{V}$$ رابطه (۳)

C، طول رودخانه V، طول رودخانه به خط مستقیم

۳-٤- شاخص شکل حوضه (BS)

حوضه‌هایی با تکتونیک فعال، شکل کشیده‌ای دارند. شکل حوضه در طول زمان با توقف میزان بالا آمادگی و کاهش فعالیت، به‌تدریج دایره شکل می‌شود (بال و مک فادن[1]، ۱۹۷۷). حوضه‌هایی که با مقادیر بیشتر از ٤ از نظر تکتونیکی فعال هستند (محمود و همکاران[2]، ۲۰۱۲). زمانی که شاخص شکل حوضه بین ۳ تا ٤ باشد، حوضه‌ها از نظر فعالیت زمین‌ساختی نیمه فعال هستند. مقادیر کمتر از ۳، حوضه‌های دایره شکل را نشان می‌دهند که از نظر فعالیت، غیر فعال‌اند (حمدونی و همکاران، ۲۰۰۸). شاخص شکل حوضه (BS) براساس رابطه (٤) محاسبه می‌گردد.

$$BS = \frac{BI}{BW}$$ رابطه (٤)

BS: شاخص شکل حوضه؛ BI : اندازه طول حوضه از انتهایی‌ترین مقسم آب تا خروجی حوضه؛ Bw : پهنای حوضه در پهن‌ترین قسمت.

۳-۵- شاخص شیب طولی رودخانه (SL)

شاخص SL به تغییرات طولی رودخانه و شیب آبراهه حساس است و می‌تواند هرگونه بی‌نظمی را که در اثر فعالیت‌های تکتونیکی یا مقاومت سنگ در شیب طولی آبراهه ایجاد شده است نشان دهد. شاخص مذکور به قدرت رودخانه بستگی داشته و می‌تواند بیانگر حرکات تکتونیک فعال و جوان باشد. این شاخص بالا آمدگی منطقه را بر اثر فعالیت‌های تکتونیکی نمایان کند. میزان SL در مناطقی که حرکات تکتونیکی فعال در تغییر شکل زمین مؤثر باشند زیاد است (سمندر و روستایی، ۱۳۹۵). شاخص شیب طولی رودخانه (SL) براساس رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

$$SL = (\frac{\Delta H}{\Delta L})L$$ رابطه (۵)

1 Bull and Mcfadden
2 Mahmood et al

ΔH اختلاف ارتفاع بین دو نقطه اندازه‌گیری شده (متر)، ΔL: طول مسیر اندازه‌گیری شده بین دو نقطه (متر)، L: طول رودخانه از وسط منطقهٔ اندازه‌گیری شده تا مرتفع‌ترین نقطه آبراهه در بالادست (متر) (سمندر و روستایی، ۱۳۹۵، به نقل از گارسیا و تورتوسا[1]، ۲۰۰۸).

۳-٦- شاخص پیچ‌وخم پیشانی کوهستانی (Smf)

این شاخص انعکاس دهنده توازن بین نیروهای فرسایشی است که تمایل به ایجاد ساخت سینوسی دارند، درحالی‌که نیروهای زمین‌ساختی متمایل به ایجاد یک پیشانی مستقیم همراه با یک گسل فعال احاطه کننده آن است (خدابخش نژاد و همکاران،۱۳۹٤). پیچ‌وخم پیشانی کوهستانی (Smf) براساس رابطه (٦) محاسبه می‌شود.

$$Smf = \frac{Lmf}{Ls}$$ رابطه (٦)

Lmf: طول پیشانی کوه در دامنه آن، یعنی جایی که دامنه کوه به دشت برخورد می‌کند. Ls : معادل طول خط مستقیم در بخش پیشانی کوه (خدابخش نژاد و همکاران،۱۳۹٤).

۳-۷- تراکم زهکشی (Dd)

تراکم زهکشی (Dd)، شاخصی از چگونگی تولید هرزآب و فرسایش در قسمت‌های مختلف است. هر چه تراکم زهکشی یک حوضه بیشتر باشد میزان فرسایش در حوضه بیشتر است. تراکم زهکشی بالا نتیجه مواد زیرسطحی ضعیف یا غیر قابل نفوذ و پوشش گیاهی تنک و ناهمواری کوهستانی و بافت زهکشی خاک ریزدانه است. مقدار کم این شاخص بیانگر خاک زیرین نفوذپذیری بسیار بالا، تراکم پوشش گیاهی زیاد و همواری منطقه است (قادری و فاضلی ثانی، ۱۳۹۵). جدول (۱) رابطه بین تراکم زهکشی و شدت فرسایش خاک را نشان می‌دهد (قاسمی آریان، ۱۳۸۲). تراکم زهکشی (Dd) براساس رابطه (۷) محاسبه می‌شود.

$$Dd = \frac{\Sigma Li}{\sqrt{A}}$$ رابطه (۷)

جدول ۱- رابطه بین تراکم زهکشی و شدت فرسایش خاک (قاسمی آریان، ۱۳۸۲).

تراکم زهکشی	کلاس فرسایش خاک
٤-۰	فرسایش کم
۸-٤	فرسایش متوسط
۱٦-۸	فرسایش زیاد
>۱٦	فرسایش خیلی زیاد

1 Garsia and tortosa

۳-۸- هیپسومتری (Hi)

تحلیل‌های هیپسومتری، ابزاری مهم برای برآورد و مقایسه تکامل ژئومورفیک لندفرم‌های مختلف، بدون در نظر گرفتن عامل این تکامل است. همچنین انتگرال هیپسومتری میزان فرسایشی است که طی زمان زمین‌شناسی در حوضهٔ معینی اتفاق افتاده است (مومی پور، ۱۳۹۵). مقادیر بالای انتگرال هیپسومتریک (۵۰٪) بیانگر توپوگرافی جوان و وجود پستی‌وبلندی زیاد نسبت به میانگین حوضه زهکشی است و با برش‌های عمیق، برجستگی‌های ناهموار، سطوح بالاآمده و بریده شده توسط شبکه زهکشی می‌شود و هر چه این رقم به صفر نزدیک باشد، گذر از مرحله از مرحله به پیری را هیپسومتریک و درجه بریدگی باعث شده تا از این شاخص به‌عنوان معیاری برای تشخیص چرخه فرسایشی چشم‌انداز استفاده شود (یمانی و علمیزاده، ۱۳۹۳). شاخص هیپسومتری براساس رابطه (۸) محاسبه می‌شود.

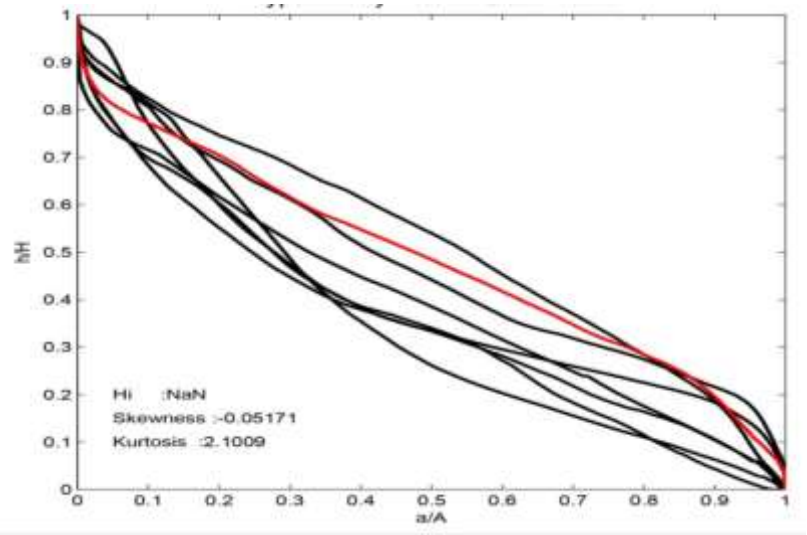
$$Hi= (Hmax-Hmin) / (h-Hmin)$$ رابطه (۸)

Hi: انتگرال هیپسومتریک، Hmax حداکثر ارتفاع، Hmin حداقل ارتفاع، h میانگین ارتفاع حوضه (یمانی و علمی‌زاده، ۱۳۹۳).

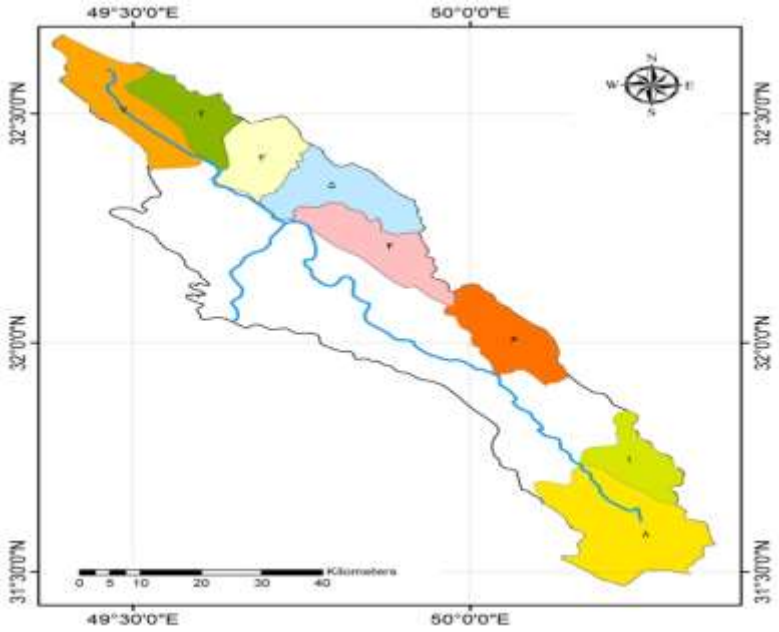
٤- نتایج و بحث

حرکات زمین‌ساختی مهم‌ترین عامل تغییر شکل ناهمواری و فرسایش می‌باشند که بر اساس نتایج شاخص عدم تقارن حوضه (Af) (۲۷/۲۱)، بستر حوضه از حالت پایدار خارج شده و دارای کج‌شدگی است. در این میان، شاخص سینوسیته حوضه (S) (۱/۷۱)، حوضه موردمطالعه در گروه رودخانه پیچانرودی قرار دارد. همچنین شاخص شکل حوضه (BS) (۳/۷٤)، حوضه از لحاظ تکتونیکی نیمه فعال است. با رتبه‌بندی حوضه به روش استرالر حوضه در ردهٔ ٦ قرار دارد و مقادیر نسبت انشعاب حوضه (Rb) (٤/۲٦٤) بیانگر این‌که حوضه معمولی است.

محاسبات شاخص عدد ناهمواری (Rn) (۹۲۳/۱۳٦)، نشان می‌دهد سازندهای سخت (آسماری، بختیاری و فهلیان- داریان) که متشکل از آهک سخت می‌باشند فرسایش محدودی را برای حوضه ایجاد گردیدند. در مقابل، سازندهای فرسایش پذیر (آغاجاری، گچساران، کژدمی، میشان، پابده و گورپی) که با خصوصیات لیتولوژی مارن، شیل، انیدریت، نمک، لایه‌های آهکی و ماسه سنگ نقاط مستعد برای فرسایش‌پذیری حوضه ایجاد می‌کنند. بر روی بیشتر سازندهای فرسایش‌پذیر خاک‌های نارس اینسپی‌سول و رخنمون سنگی اینسپی‌سول قرار دارند. فرسایش سازندها و فعالیت تکتونیکی نقش مؤثری در تضعیف این نوع خاک‌ها می‌باشند. رده‌های پایین بیشتر بر روی سازندهای فرسایش‌پذیر قرار دارند و رده‌های بالاتر بیشتر در سازندهای سخت جاری‌اند. محل تلاقی آبراهه ردهٔ ٦ به سد عباسپور بر روی سازندهای با فرسایش کم و خاک اینسپی‌سول و تا حدودی رخنمون سنگی اینسپی‌سول است.



شکل ۲- هیپسومتری زیر حوضه‌ها

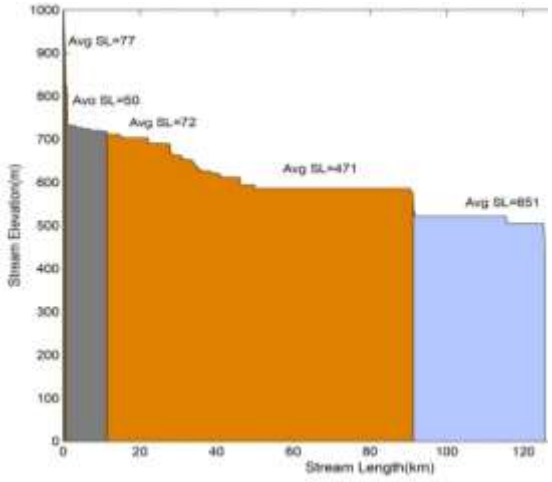


شکل ۳- زیر حوضه‌های موردمطالعه هیپسومتری

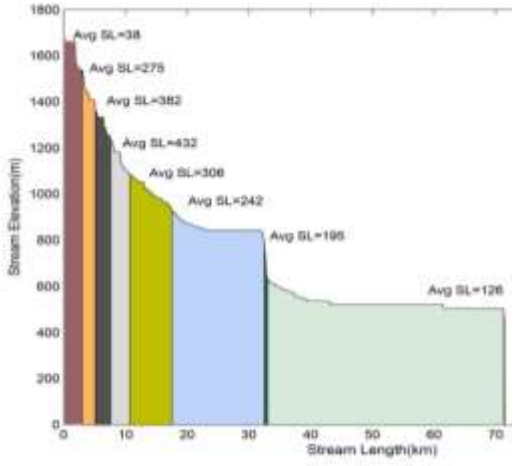
مقادیر برجستگی نسبی حوضه (Bh) (۲٤۰٤)، نشان از اینکه حوضه متأثر از فعالیت زمین‌ساختی است. بعلاوه محاسبات شاخص انتگرال هیپسومتری (۰/٤) حوضه را در مرحلهٔ جوانی نشان می‌دهد که دارای تراکم زهکشی (Dd) (۰/۳۸٤)، کم و پوشش گیاهی زیاد است؛ اما در قسمت کمی از شمال‌غرب منطقه موردمطالعه خاک و پوشش گیاهی متراکم تضعیف و تخریب شده‌اند و هزاردره را به وجود آورده‌اند. در این قسمت حوضه با سست شدن

خاک‌ها، تغییرات مهمی در مقاومت، طبیعت و ترکیب خاک‌ها به وجود آمده است. به علت از دست رفتن پیوستگی ذرات خاک به‌تدریج شیارهای متراکمی در سنگ‌های سست زیربنا حوضه موردمطالعه مشاهده می‌شود.

همچنین کم‌ترین آبراهه‌ها بر روی خاک‌های بدلند جاری‌اند و بیشترین آبراهه‌های بر روی خاک‌های رخنمون سنگی اینسپتی سول قرار دارند. در این میان خاک اینسپتی‌سول تمام رده‌ها آبراهه‌ها در آن جریان دارند. فعالیت تکتونیک نقش مهمی در تشکیل این آبراهه‌ها بر روی این نوع خاک‌ها دارد. علاوه بر فعالیت تکتونیک و فرسایش سازندها جریان آبراهه‌ها بر روی این خاک‌ها باعث تضعیف و فرسایش خاک می‌شود. با توجه به جدول ۱ خاک حوضه موردمطالعه در کلاس فرسایش کم قرار دارد.



شکل ٤- نیمرخ توپوگرافی به همراه مقادیر SL آبراهه جنوب حوضه



شکل ٥- نیمرخ توپوگرافی به همراه مقادیر SL آبراهه شمال حوضه

بررسی رابطهٔ فعالیت‌های تکتونیکی و ارتباط آن با شکل‌گیری لندفرم‌های زمین، مبحث مهمی در مطالعات ژئومورفولوژیکی است (مومی‌پور، ۱۳۹۵). با توجه به نتایج شاخص عدم تقارن حوضه (Af) (۲۷/۲۱)، حوضه دارای فعالیت تکتونیکی است و این عامل باعث بالاآمدگی در سمت چپ آبراهه اصلی رودخانه شده است که با یافته‌های بهرامی و همکاران، (۱۳۹۱) همخوانی دارد. براساس یافته‌های این شاخص گسل‌های اطراف این حوضه باعث تغییر مسیر رودخانه شده و کج شدگی حوضه درنتیجه فعالیت زمین‌ساختی است. همچنین شاخص پیچناکی حوضه (S) (۱/۷۱)، رودخانه حالت پیچانرودی دارد، پیچ‌وخم رودخانه، حوضه را به حالت تعادل نزدیک می‌کند که با یافته‌های یمانی و همکاران (۱۳۹۷) مطابقت دارد. در این میان شاخص شکل حوضه (BS) (۳/۷٤)، حوضه کشیده و فعالیت تکتویک در سطح متوسط قرار دارد که با یافته‌های کرمی و همکاران (۱۳۹۷)، داودی و همکاران (۱۳۹٤) مطابقت دارد. نتایج مقادیر نسبت انشعاب (Rb) (٤/۲٦٤) نشان می‌دهد حوضه معمولی است. شبکه حوضه دارای آشفتگی

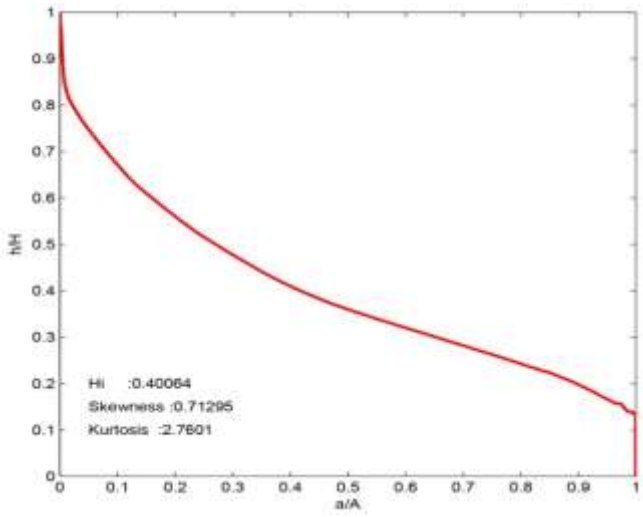
ساختمانی متوسطی است و هیدروگراف در نقطه خروجی قاعده پهن و در نقطه اوج کوتاه است، که با نتایج معاوی و علمی زاده (۱۳۹۸)، قادری و فاضلی‌ثانی (۱۳۹۵) همخوانی دارد.

نتایج محاسبات شاخص عدد ناهمواری (Rn) (۹۲۳/۱۳٦)، برجستگی نسبی حوضه (Bh) (۲٤۰٤) و شاخص انتگرال هیپسومتری (Hi)، (۰/۵)، بیانگر اینکه حوضه از لحاظ ساختاری دارای پیچیدگی و بالاآمدگی‌ها درنتیجه فعالیت زمین‌ساختی است. برجستگی سطح حوضه نقش مهمی در نوع خاک دارد. همچنین حوضه از ویژگی توپوگرافی جوان و وجود پستی‌وبلندی زیاد نسبت به میانگین حوضه زهکشی برخوردار است که با برش‌های عمیق، برجستگی‌های ناهموار، سطوح بالا آمده و بریده شده توسط شبکه زهکشی ایجاد شده است. همچنین کم‌ترین سطح فرسایش‌پذیری حوضه به ترتیب در شمال شرق، شمال و شرق حوضه و بیشترین نقاط فرسایش‌پذیری حوضه به ترتیب در مرکز و جنوب شرق حوضه قرار دارند. محدودهٔ موردمطالعه با تراکم زهکشی (Dd) (۰/۳۸٤) کم، نفوذپذیری بالا همراه با تراکم پوشش گیاهی زیاد برخوردار است.

با توجه به نمودار SL (شکل‌های ٤ و ۵) می‌توان نتیجه گرفت حوضه موردمطالعه در زمان جریان بر روی سازندهای نرم و فرسایش‌پذیر نظیر گورپی، پابده، آغاجاری، گچساران و میشان پهن شده و با شدت‌جریان کمتری جاری می‌گردد. در این حالت فرسایش در مسیر رودخانه کم‌تر بوده، اما فرسایش کناره‌ای غالب است بیشترین فرسایش کنار رودخانه‌ای در مرکز و جنوب شرق حوضه است. در این قسمت‌های حوضه یک تمایل همیشگی برای تغییر پیوسته موقعیت رودخانه از طریق فعالیت‌های تکتونیک، فرسایش سازندها، فرسایش خاک و تشکیل مجدد دیواره‌های ساحلی یا کناره‌ها مشاهده می‌شود. تغییر الگوی هندسی رودخانه، ناپایداری بستر و فرسایش ساحلی رودخانه نه‌تنها موجب خسارت به اراضی مستعد کشاورزی و تأسیسات مجاور ساحل رودخانه شده بلکه رسوبات حاصل از فرسایش موجب کاهش گنجایش مفید سد شهید عباسپور شده و شرایط هیدرولوژیکی جریان را مختل می‌نماید. به‌گونه‌ای که فرسایش کنار رودخانه‌ای در مسیر اصلی حوضه به چشم می‌خورد. در این نوع فرسایش جریان آب، به‌ویژه آب‌های گل‌آلود حاوی دانه‌های ریگ، شن و غیره، موجب سایش و شسته شدن دو طرف بستر و حمل مواد بیش‌تر با خود می‌شوند. با این عمل، زمین‌های دیواره بستر استحکام خود را از دست داده و به‌تدریج فرو می‌ریزد و با افزایش مواد خاکی در آب، وزن مخصوص آن بیشتر و قدرت تخریب آن زیادتر می‌شود و باعث سست و ضعیف شدن خاک می‌گردد. در شمال شرق، شمال و شرق حوضه مسیر رودخانه در هنگام عبور از سازندهای مقاوم نظیر آسماری، فهلیان– داریان و بختیاری به دلیل مقاوم بودن در برابر فعالیت تکتونیکی و افزایش دبی در این سازندها میزان فرسایش کف به بیشترین میزان خود می‌رسد و فرسایش کناره‌ای تا حدودی کاهش می‌یابد. در این قسمت حوضه موقعیت و ابعاد رودخانه تقریباً ثابت است.

نتیجه‌گیری که از شکل ٦ حاصل می‌شود حکایت از تعادل هیپسومتریک حوضه دارد. در حوضه ۸ زیر حوضه نیز جدا شده و نمودار هیپسومتری آنان در شکل ۲ نمایش داده شده است. همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود

مقادیر هیپسومتری و نمودار این حوضه‌ها با هم بسیار متفاوت است که نشان از شـرایط نـاهمگون درون حوضـه دارد. زیر حوضه‌های در مرحله جوانی، بلوغ و پیری در درون حوضه وجود دارند.



شکل ٦- نمودار هیپسومتری منطقه موردمطالعه

۵- جمع‌بندی

به‌طورکلی، با توجه به نتایج محاسبات رابطه‌هـای ۱ تـا ۷ و شـکل‌هـای ۲ تـا ٦ مـی‌تـوان نتیجـه گرفـت سـیمای توپوگرافیک و ژئومورفیک حوضه موردمطالعه بیشتر از فعالیت‌های تکتونیک متأثر است به‌گونه‌ای که قرار گـرفتن ایـن حوضه در زون زاگرس باعث تسلط فعالیت زمین‌ساختی گردیـده اسـت. نتیجـهٔ آن تنـوع واحـدهای سـنگ‌شناسـی، توپوگرافی جوان، وجود پستی‌وبلندی زیاد و کج شدگی حوضه است. پیچ‌وخم رودخانه، حوضه را بـه حالـت تعـادل نزدیک می‌کند. فعالیت تکتونیک در سطح متوسط قرار دارد و همچنـین رابطـهٔ مسـتقیم فعالیـت تکتونیـک حوضـه بـا فرسایش سازندها و خاک‌ها برقرار است. فعالیت‌های تکتونیکی در سازندهای فرسایش‌پذیر باعث نرم و سسـت شـدن سازندها و فرسایش کناره‌ای گشته و درنتیجه خاک‌ها ضـعیف و فرسـایش مـی‌یابنـد و در سـازندهای مقـاوم فعالیـت زمین‌ساختی کم اثر گذاشته و خاک‌ها تقریباً مقاومت خود را دارند. همچنین پوشش گیاهی فراوان و فرسایش کـف بـر حوضه مسلط است. به‌علاوه تشکیل آبراهه‌ها اغلب مربوط به فعالیت زمین‌ساختی اسـت. لـذا مسـیر آبراهـه‌هـا تقریبـاً نامنظم است. آبراهه‌های فرعی نیز اغلب تحت زاویه حاده‌ای به جریان اصلی وارد می‌شوند. تراکم زهکشـی آبراهـه‌هـا پایین و مواد خاک زیرین بسیار نفوذپذیر که تحت پوشش گیاهی متراکم و بافت زهکشی درشـت‌دانه اسـت. خـاک‌هـا کم‌عمق و از زهکشی مناسبی برخوردارند. شدت فرسایش خاک‌ها در منطقه موردمطالعه کم است.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی داخلی شماره ۱۷۳ مصوب سال ۱۳۹۸ از محل اعتبارات ویژه پژوهشی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر است.

کتابنامه

بهرامی، شهرام؛ معتمدی راد، محمد؛ اکبری، الهه؛ ۱۳۹۲. بررسی تأثیر تکتونیک در ویژگی‌های کمی شبکه زهکشی (مطالعه‌موردی: چهارحوضه زهکشی در شمال‌شرق کشور). *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*. دوره ۳. شماره ۱۲. صص. ۱۰۲-۸۵

http://journals.hsu.ac.ir/jarhs/article-1-295-fa.html

بیاتی خطیبی، مریم؛ ۱۳۸۸. نقش تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در طول دامنه‌ها در فرسایش‌پذیر شدن خاک‌های کوهستان‌ها (با تأکید بر فرسایش خندقی): دامنه‌های شمال‌غربی سبلان (از اهر تا مشکین‌شهر). *فصلنامه مدرس علوم انسانی*. دوره ١٤. شماره ١. صص ٥٦-٣٣.

http://hsmsp.modares.ac.ir/article-21-9350-fa.html

خدابخش نژاد، آذر؛ پورکرمانی، محسن؛ آرین، مهران؛ متکان، علی‌اکبر؛ چرچی، عباس؛ ١٣٩٤. زمین‌ساخت فعال حوضه رودخانه کارون بزرگ. علوم زمین. سال ٢٤. شماره ٩٥. صص ٢٨-١٣.

https://dx.doi.org/10.22071/gsj.2015.41779

داودی، الهام؛ داودیان دهکردی، علیرضا؛ شبانیان بروجنی، ناهید؛ ١٣٩٤. بررسی خصوصیات ریخت‌سنجی حوضه رودخانه زاینده‌رود تا پل زمانخان. مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته. شماره ١٦. صص ٧٢-٦٠.

https://dx.doi.org/10.22055/aag.2015.11527

رامشت، محمدحسین؛ آرا، هایده؛ شایان، سیاوش؛ یمانی، مجتبی؛ ١٣٩١. ارزیابی دقت و صحت شاخص‌های ژئومورفولوژیکی با استفاده از داده‌های ژئودینامیکی، (مطالعه موردی: حوضه آبریز جاجرود در شمال شرق تهران). *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*. سال ٢٣. پیاپی ٤٦. شماره ٢. صص ٣٥-٥٢

https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085362.1391.23.2.3.3

رجبی، معصومه؛ کرمی، فریبا؛ انصاری، مریم؛ ١٣٩٤. تحلیل فعّالیّت نئوتکتونیکی در حوضه آبریز قلعه‌چای. فصلنامه جغرافیای طبیعی. سال هشتم. شماره ٣. زمستان ١٣٩٤. صص ١٤-١.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085656.1394.8.30.1.4

رجبی، معصومه؛ کرمی، فریبا؛ انصاری، مریم؛ ١٣٩٤. تحلیل فعّالیّت نئوتکتونیکی در حوضه آبریز قلعه‌چای. فصلنامه جغرافیای طبیعی. سال هشتم. شماره ٣. زمستان ١٣٩٤. صص ١٤-١.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085656.1394.8.30.1.4

سمندر، نسرین؛ روستایی، شهرام؛ ١٣٩٥. بررسی تکتونیک فعال حوضهٔ اسکوچای با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و شواهد ژئومورفولوژیکی. *مجله مخاطرات محیط طبیعی*. سال پنجم. شماره ٩. پاییز ١٣٩٥. صص ٧٦-٥٥

https://dx.doi.org/10.22111/jneh.2016.2907

علمی زاده، هیوا؛ معاوی، مهشید؛ ۱۳۹۹. تحلیل فرم و الگوی شبکه زهکشی حوضه رامهرمز با استفاده از مدل رده-آرایه‌ای. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*. سال نهم. شماره ۱. صص ۱۸۳-۱۷۲.

https://doi.org/10.22034/GMPJ.2020.109541

فیض‌نیا، سادات؛ نصری، مسعود؛ نجفی، علی؛ نخکوب، حسن؛ ۱۳۸۷. نقش رسوب‌زایی سازندهای زمین‌شناسی و تعیین سهم استانی حوزه آبخیز سد شهید عباسپور (حوزه آبخیز کارون۱). *فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*. جلد ۱۵. شماره ٤. ص ٤۳۵-٤۲۳.

https://ijrdr.areeo.ac.ir/article_104394.html

قادری، کمال؛ فاضلی‌ثانی، ایمان؛ ۱۳۹٤. آنالیز کمی پارامترهای مورفومتری حوضه آبخیز (مطالعه موردی: منجیر مازندران). چهارمین کنگره بین‌المللی عمران. *معماری و توسعه شهری* ۱٦-۱.

قاسمی آریان، علیرضا؛ ۱۳۸۲. *کارتوگرافی در منابع طبیعی با کاربرد در منابع طرح*. انتشارات پژوهش توس.

کرمی، فریبا؛ رجبی، معصومه؛ اباذری، کلثوم؛ ۱۳۹۷. تحلیل ناهنجاری‌های شبکه زهکشی و ارتباط آن با تکتونیک فعال در حوضه‌های آبریز شمال تبریز. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*. سال هفتم. شماره۱. تابستان ۱۳۹۷. صص٤۷-۳۷.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1397.7.1.3.7

کریمی، بهروز؛ شرفی، سیامک؛ مقصودی، مهران؛ کریمی، سمیه؛ سلطانی، شکور؛ ۱۳۹۱. بررسی نقش مورفوتکتونیک در فرسایش و تغییرات نیمرخ طولی رودخانه‌ها با استفاده از توابع ریاضی (مطالعه موردی: رودخانه الوند در استان کرمانشاه). فصلنامه علمی-پژوهشی. *پژوهش‌های فرسایش محیطی*. سال دوم. شماره٦. صص۸۹-۷۳.

http://dorl.net/dor/20.1001.1.22517812.1391.2.2.6.3

گورابی، ابوالقاسم؛ امامی، کامیار؛ ۱۳۹٦. تأثیرات نوزمین‌ساخت بر تغییرات مورفولوژیک حوضه‌های زهکشی سواحل مکران. جنوب شرق ایران. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*. سال ششم. شماره۱. صص ۸۹-۷٤.

مددی، عقیل؛ نیک پور، شهرام؛ ۱۳۹۱. برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ زال با استفاده از روش‌های پسیاک، پسیاک اصلاح شده و GIS. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*. سال دوم. شماره ۱. صص ۱۳۳-۱٥٤.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1392.2.1.9.8

معاوی، مهشید؛ علمی‌زاده، هیوا؛ ۱۳۹۸. تحلیل بعد فرکتال نسبت انشعاب در ارتباط با هیدرمورفومتری حوضه رامهرمز. کنفرانس ملی صنعت. تجارت و علوم دریایی. دی ماه ۱۳۹۸. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.

مقصودی، مهران؛ زمان زاده، سید محمد؛ یمانی، مجتبی؛ حاجی‌زاده، عبدالحسین؛ ۱۳۹٦. ارزیابی تغییرات الگوی پیچان رودی رودخانه مارون و تحلیل هیدروژئومورفولوژی منطقه مطالعه موردی: رودخانه مارون (از سرچشمه تا ورودی آن به رودخانه جراحی). *فصل‌نامه جغرافیای طبیعی*. سال دهم. شماره ۳۵.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085656.1396.10.35.1.8

مومی پور، مهدی؛ ۱۳۹۵. مطالعه نئوتکتونیک و فرسایش حوضه مارون با تکنیک ژئومورفومتری. پژوهش‌های فرسایش محیطی. ۳:٦(۲۳). صص ۵۱-۳۳.

http://dorl.net/dor/20.1001.1.22517812.1395.6.3.3.0

مومی پور، مهدی؛ ۱۳۹۵. مطالعه نئوتکتونیک و فرسایش حوضه مارون با تکنیک ژئومورفومتری. پژوهش‌های فرسایش محیطی. ۳:٦(۲۳). صص ۵۱-۳۳.

http://magazine.hormozgan.ac.ir/article-1-336-fa.html

یمانی، مجتبی؛ شرفی، سیامک؛ ۱۳۹۰. ژئومورفولوژی و عوامل مؤثر در فرسایش کناری رودخانه هررود در استان لرستان. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. سال ۲۳. پیاپی ٤٥. شماره ۱. بهار ۱۳۹۱. صص ۳۲-۱۵.

https://journals.ui.ac.ir/article_18528_0.html

یمانی، مجتبی؛ علمی زاده، هیوا؛ ۱۳۹۳. تأثیر نوزمین‌ساخت در مورفولوژی شبکه زهکشی حوضه آبخیزنچی با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و مورفومتریک. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*. سال ۲۹. شماره اول. شماره پیاپی ۱۱۲. صص ۲۲-۹.

https://journals.ui.ac.ir/article_18024.html

Bull, W.B., McFadden, L.D., 1977. tectonic geomorphology north and south of the GarlockFault, California, in Doehring, D.O. (Ed), Geomorphology in Arid regions, Proceeding of 8th Annual Geomorphology Symposium, State University of New York, Binghamton, pp. 115-138.

Cox, R.T., 1994. Analysis of drainage-basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt block tectonics: An example from the Mississippi embayment, Geological Society of America Bulletin, 106: 571-581. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1994)106<0571:AODBSA>2.3.CO;2

Devente, J., Poesen, J., Verstraeten, G., 2005. The application of semi-quantitative methods and reservoir sedimentation rates for the prediction of basin sediment yield in Spain, Journal of Hydrology, Vol. 305, pp. 63-86. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.08.030

Doranti-Tiritan, C., Christian Hackspacher, P., Henrique de Souza, D., Siqueira-Ribeiro, C., 2014. The Use of the Stream Length-Gradient index in morphotectonic analysis of drainage basins in Poços de Caldas Plateau, SE Brazil, International Journal of Geosciences, vol. 5, pp. 1383-1394. http://dx.doi.org/10.4236/ijg.2014.511112

Frankel. K.L., Pazzaglia. F.J., 2006. Mountain Fronts, Base-level fall, and Landscevolution, insights from the southern Rocky Mountains, Geological Society of America Bulletin, pp. 419-439. https://doi.org/10.1130/2006.2398(26)

Garsia-tortosa, F.J., Alfaro, P., Galindo-Zaldivar, J., Gilbert, Lopez- Garrido A.C., Sanz de Galdeano. C., Urena, M., 2008. Geomorphologic evidence of the active Baza Fault (Betic Cordillera, South Spain), Geomorphology, vol. 97, pp 374-391. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.08.007

Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacon, J., Keller, E.A., 2007. Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain).Geomorphology. Vol. 96, pp. 150-173. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.08.004

Keller, E.A., Pinter, N., 2002. Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscape", Prentice Hall, New Jersey, 362 p.

Al-Taj, M., Shakour, F., Atallah, M., 2007. Morphotectonic indices of the Dead Sea transform, Jordan, Geogrfia Fisisca Dinamica Quaternaria, vol 30, pp. 5-11.

Petts, G.E. et al. 1986. Historical Changes in Large Alluvial River, John Wiley & Sons, USA.

Ribolin, A. and Spagnolo, M., 2007. Drainage network geometry versus tectonics in the Argentera Massif (French-Italian Alps). Geomorphology, vol. 93, pp. 253–266. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.02.016

RuszkiczayRüdiger, Z., Fodor,L., Horváth, E., Telbisz, T., 2009. Discrimination of fluvial, Aeolian and neotectonic features in a low hilly landscape: A DEM-based morphotectonic analysis in the Central Pannonian Basin, Hungary, Geomorphology, vol. 104, pp. 203 - 217. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.08.014

Zovoili E., Konstantinidi E., Koukouvelas I.K., 2004. Tectonic Geomorphology of escarpments: The case of Komptades and Nea Anchelos faults, Bulletin ofthe Geological Society of Greece vol. XXXVI, Proceedings of the 10th International Congress, Thessaloniki, April 2004.

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp. 17-37 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI:10.22067/geoeh.2021.70105.1051 Open access

Distribution of Nickel in Some Surface Soils of Qom Province using Kriging Method

Zahra MovahediRad[a], Somayeh Sadr[b*]

[a] *Teaching Assistant, Faculty of Agriculture, Payam-Nour University of Kerman, Kerman, Iran*
[b] *Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Payam-Nour University of Kerman, Kerman, Iran*

Received: 28 April 2021 ***Revised: 01 June 2021*** ***Accepted: 9 July 2021***

Abstract

Heavy metals are known to be the most dangerous environmental pollutants because they do not decomposed by physical processes and therefore remain for a long time and will be effective in biochemical cycles and ultimately in the human food chain, disrupting biological reactions and damaging organs. Therefore, in order to control the quality of the environment, it is important to study the heavy elements in the soil. So far, many researchs have been done to identify contaminated areas and implement sustainable land use policies regarding the risk of contamination. In this study, the spatial distribution of nickel in surface soils (0-10 cm) in parts of Qom province with urban-industrial, agricultural and uncultivated land uses with an area of 883 km^2 was investigated. Geostatistical tools (ordinary kriging) were used. Sampling was performed at 209 points on a grid with distances of about 1.5 × 1.5 km in agricultural and urban land uses and about 2×2 km in uncultivated lands. The concentration of total nickel and absorbable soil was measured by atomic absorption spectrometer. Statistical and geostatistical measures were performed by SPSS, Variowin and WINGSLIB software and contamination map was drawn with Surfer16 software. The results indicated that the concentration of nickel in various forms in the region does not show toxicity. But there were significant differences in land uses. Existing industries, parent materials, and nickel-rich basic and ultra-basic rocks, the use of phosphate fertilizers and sewage sludge may have increased nickel, and the direction of westerly winds has led to the transfer of nickel in the region.

Keywords: Spatial Variability, Variogram, Qom, Heavy Metals

[*] Corresponding Author: Somayeh Sadr E-mail: s.sadr@stu.vru.ac.ir Tel: +989139931089

How to cite this Article: MivahediRad, Z., & Sadr, S. (2022). Distribution of Nickel in Some Surface Soils of Qom Province using Kriging Method. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 17-37.
DOI:10.22067/geoeh.2021.70105.1051

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70105.1051

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۳۷-۱۷

مقاله پژوهشی

توزیع منطقه‌ای نیکل در خاک‌های سطحی بخش‌هایی از استان قم

زهرا موحدی راد – مربی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، کرمان، ایران
سمیه صدر[1] – استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۳/۱۱ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۴/۱۸

چکیده

تا کنون تحقیقات بسیاری در زمینه شناسایی مناطق آلوده و اجرای سیاست‌های استفاده پایدار از اراضی با توجه به خطر آلودگی آن‌ها انجام گرفته است. در این پژوهش توزیع مکانی نیکل در خاک‌های سطحی (عمق ۱۰-۰ سانتیمتر) بخشی از استان قم با کاربری‌های شهری-صنعتی، کشاورزی و بایر به وسعت ۸۸۳ کیلومترمربع بررسی شد. در این مطالعه از ابزار زمین‌آمار (کریجینگ معمولی) استفاده گردید. نمونه‌برداری در ۲۰۹ نقطه بر روی شبکه‌ای با فواصل حدود ۱/۵×۱/۵ کیلومتر در اراضی کشاورزی و شهری-صنعتی و حدود ۲×۲ کیلومتر در اراضی بایر انجام شد. غلظت نیکل کل و قابل‌جذب خاک توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. مطالعات آماری و زمین‌آماری توسط نرم‌افزارهای SPSS، Variowin و WINGSLIB انجام و نقشه آلودگی با نرم‌افزار Surfer16 رسم گردید. نتایج نشان داد که غلظت عنصر در هیچ‌یک از شکل‌ها در منطقه سمیت را نشان نداد؛ اما در کاربری‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌دار بود. احتمالاً صنایع موجود، مواد مادری و سنگ‌های بازیک و فوق بازیک که غنی از نیکل هستند، استفاده از کودهای فسفاته و لجن فاضلاب باعث افزایش نیکل و جهت وزش بادهای غربی باعث انتقال نیکل در منطقه گردید است.

کلیدواژه‌ها: تغییرات مکانی، تغییرنما، قم، عناصر سنگین.

---

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۹۹۳۱۰۸۹ Email: s.sadr@stu.vru.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:

موحدی راد، زهرا؛ صدر، سمیه. (۱۴۰۱). توزیع منطقه‌ای نیکل در خاک‌های سطحی بخش‌هایی از استان قم. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱۱(۱). صص ۳۷-۱۷ https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70105.1051

۱- مقدمه

سلامت محیط‌زیست موجودات زنده به خصوصیات شیمیایی خاک، به‌خصوص مقادیر کافی عناصر سنگین ارتباط نزدیک دارد. امروزه در بسیاری از کشورها، اهداف جدید قانونگذاری، ارزیابی و کنترل فلزات سنگین در خاک است؛ چراکه در دهه‌های اخیر مسئله آلوده شدن خاک‌ها به عناصر سنگین در سطح وسیع، به یک امر مهم زیست‌محیطی تبدیل شده است (اسلام[1] و همکاران، ۲۰۱۵).

فلزات سنگین به‌عنوان خطرناک‌ترین آلاینده‌های زیست‌محیطی شناخته می‌شوند؛ چراکه به علت عدم تجزیه توسط فرایندهای فیزیکی، به مدت طولانی در محیط باقی‌مانده و در چرخه‌های بیوشیمیایی و نهایتاً زنجیره غذای انسان مؤثر خواهند بود و سبب اختلال در واکنش‌های بیولوژیکی، آسیب به اندام‌ها و حتی مرگ خواهند شد (کاساسی[2] و همکاران، ۲۰۰۸)؛ بنابراین جهت کنترل کیفیت محیط‌زیست بررسی عناصر سنگین در خاک دارای اهمیت است. اگرچه برخی از عناصر سنگین به‌عنوان عناصر غذایی ضروری هستند، اما اغلب آن‌ها به علت غلظت بالا در خاک و یا پتانسیل قابلیت دسترسی زیستی، برای بیوسفر سمیت داشته و خطرناک می‌باشند (کایلود[3] و همکاران، ۲۰۰۹؛ ساری[4] و همکاران، ۲۰۱۸). ازجمله این عناصر می‌توان به نیکل اشاره کرد. این عنصر به‌واسطه ناراحتی‌های حاد تنفسی، سوزش‌های شدید در ناحیه نای، بیماری سیستم عصبی، سرطان ریه و پوست (رحمانیان و صفری، ۱۳۹۹) توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست در گروه آلاینده‌های دارای تقدم قرار دارد (زولی و همکاران، ۱۳۹۱). این عنصر یکی از عناصر کمیاب است که از دو منبع طبیعی (هوازدگی سنگ‌ها و خاک) و انسان‌زاد (صنایع، کشاورزی و وسایل نقلیه) به محیط‌زیست وارد می‌شود (کمپل و نایکل[5]، ۲۰۰۶).

مطالعات، غلظت بالای نیکل در خاک‌های تشکیل شده بر روی مواد مادری بازیک و فوق بازیک را نشان داده است (سالوادوربلانس[6] و همکاران، ۲۰۰۶؛ دآمیکو[7] و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین مطالعه‌ی غلظت نیکل در خاک‌های مناطق شمال غرب ایران نشان داده است که بیش از ۸۷ درصد از خاک‌های این مناطق دارای غلظت بالای این عنصر نسبت به استانداردهای تعیین شده در ایران هستند و بیشترین مقدار نیکل در خاک‌های تشکیل شده روی مواد مادری فوق بازیک با متوسط ۱۶۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده شد (یوسفی فر و همکاران، ۱۳۹۸). محققین نشان داده‌اند غلظت نیکل در خاک‌های حاصل از سنگ‌های فوق بازیک تا ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز می‌رسد (الکساندر، ۲۰۰۴). جدول (۱) میانگین غلظت نیکل را در برخی از انواع سنگ‌ها نشان می‌دهد.

1 Islam et al.
2 Kasassi et al.
3 Caillaud et al.
4 Sari et al.
5 Cempel & Nikel
6 Salvador-Blanes
7 D'Amico

جدول ۱- میانگین غلظت نیکل (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در سنگ‌های مختلف (آلووی،۱۹۹۰)

سنگ‌های آذرین			سنگ‌های رسوبی		
فلز	بازالت	گرانیت	سنگ‌آهک	ماسه‌سنگ	شیل
غلظت نیکل	۱۵۰	۰/۵	۷	۹	۲۲۳

از مهم‌ترین منابع مؤثر بر افزایش غلظت نیکل در خاک فعالیت‌های انسانی ازجمله صنعت و کشاورزی است. بررسی غلظت عناصر سنگین در خاک و برگ گیاهان در فواصل مختلف از مجتمع فولاد خوزستان نشان داد که آلاینده‌ها در جهت جریان وزش باد حرکت می‌کنند و در هوا معلق مانده و به‌مرورزمان بر روی خاک و گیاهان نشست می‌کنند؛ بنابراین طبیعی است که میزان آلودگی عناصر سنگین در جهت وزش باد به‌ویژه باد غالب بیشتر باشد (آگولینی[1] و همکاران، ۲۰۱۳).

احتمالاً مصرف آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای فسفاته، در مناطق کشاورزی در بالا رفتن غلظت نیکل کل و قابل‌جذب در این اراضی مؤثر بوده است. هرساله بیش از ۳۰ میلیون تن کودهای فسفاته در سرتاسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد که بیش از ۹۹ درصد آن‌ها از سنگ‌های فسفاته حاصل می‌شوند. مشکل اساسی که مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته در اراضی کشاورزی ایجاد می‌نمایند، آلوده کردن این اراضی به عناصر سنگین همچون نیکل است (لامبرت و همکاران، ۲۰۰۷). جدول ۲ غلظت نیکل را در چند نوع کود فسفاته نشان می‌دهد.

جدول ۲- میانگین غلظت نیکل در چند نوع کود فسفاته (لامبرت[2] و همکاران، ۲۰۰۷)

نوع کود	غلظت نیکل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
مونوآمونیوم فسفات	۲۲/۲
دی‌آمونیوم فسفات	٤٦/۳
سوپر فسفات تریپل	۱۷/۳
سنگ فسفات	۵۰/٤

از سوی دیگر استفاده از فاضلاب در آبیاری اراضی کشاورزی بخصوص فاضلاب‌های صنعتی نیز در بالا رفتن غلظت نیکل اراضی کشاورزی بسیار مؤثر است (آتش پز و رضا پور، ۱۳۹۸).

غلظت نیکل نیز مانند سایر متغیرهای محیطی تحت تأثیر عوامل متعددی است که به‌صورت مکانی و زمانی تغییر می‌کنند و این امر شناخت گسترش و توزیع این متغیرهای محیطی را با پیچیدگی زیادی روبه‌رو کرده است (وو[3] و

1 Ugolini et al.
2 Lambert et al.
3 Wu et al.

همکاران، ۲۰۲۰). لذا انجام توصیه‌های مدیریتی و تدوین برنامه‌های مرتبط با این متغیرها در محیط‌زیست، مستلزم تعیین الگوی تغییرات مکانی آن‌ها است. ازاین‌رو به دلیل مشکلات مربوط به نمونه‌برداری، استفاده از روش درون‌یابی بسیار مفید است (حلیمی و همکاران، ۱۳۹۲). در این روش‌ها می‌توان با جمع‌آوری داده‌های کمتر، نقشه‌های دقیق‌تری را تهیه نمود که می‌تواند به مدیریت صحیح و اصولی منجر گردد. از میان همه‌ی روش‌های درون‌یابی، روش زمین‌آمار محبوبیت خاصی دارد. این روش یکی از دقیق‌ترین روش‌هایی است که علاوه بر توصیف تغییرات مکانی و زمانی داده‌ها، قادر به تهیه نقشه‌های کمی پراکنش متغیرهای محیطی با حداقل واریانس ممکن است (گوائرتز[1]، ۲۰۰۰؛ موکانا و کوئیکی[2]، ۲۰۰۸)؛ اما تاکنون از بین تمام روش‌های زمین‌آمار روش کریجینگ معمولی به دلیل خطای کم‌تر و تولید حداقل واریانس ممکن، محبوبیت بیشتری را نشان داده است و در تعیین توزیع مکانی متغیرهای محیطی پتانسیل بالایی دارد. در زمینه استفاده از روش‌های زمین‌آمار در بررسی توزیع مکانی عناصر در خاک، مطالعات متعددی در دنیا (مانوز ناجرا[3] و همکاران، ۲۰۲۰؛ ژن[4] و همکاران،۲۰۱۹؛ بهونیا[5] و همکاران، ۲۰۱۸؛ کائو[6] و همکاران، ۲۰۱۷) و ایران (صدر و موحدی راد، ۱٤۰۰، صدر و موحدی راد، ۱۳۹۹، محمدی. ۱۳۹۷؛ صدر و افیونی، ۱۳۹٦؛ استواری و همکاران، ۱۳۹٤؛ خداکرمی و همکاران، ۱۳۹۳؛ میرزایی و همکاران، ۱۳۹۲؛ عبداللهی و همکاران، ۱۳۹۱؛ شهبازی و همکاران، ۱۳۹۰) انجام گرفته است.

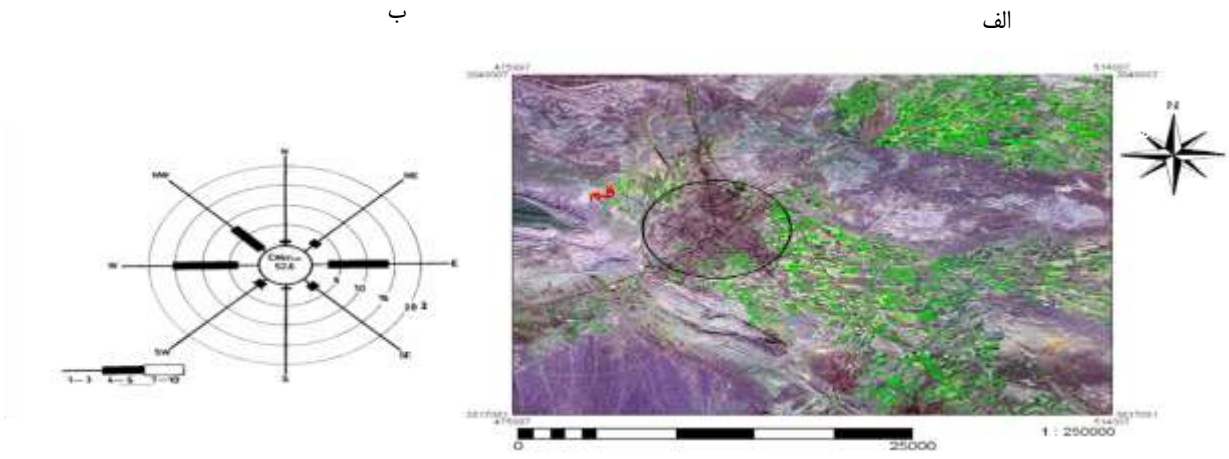
علی‌رغم اهمیت بالای وجود اطلاعات کافی و کامل از وضعیت توزیع عناصر سنگین در استان‌های کشور، جهت اتخاذ تصمیمات درست مدیریتی در پروژه‌های ملی و منطقه‌ای، تنها در تعداد معدودی از استان‌های کشور پراکنش فلزات سنگین به‌صورت نقشه‌های کاربردی ارائه شده است و در بیشتر استان‌ها، ازجمله استان قم اطلاعات بسیار محدودی در مورد مقدار کل فلزات سنگین در خاک وجود دارد. بنابراین، به دلیل تمرکز فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی، تعیین وضعیت پراکنش عناصر سنگین در خاک‌های سطحی این منطقه بسیار حائز اهمیت است. لذا پژوهش حاضر با اهداف ذیل انجام گرفت. ۱- تعیین توزیع مکانی نیکل در بخشی از اراضی استان قم. ۲- تعیین مکان‌های آلوده به نیکل در مقایسه با استانداردهای موجود در مورد آن. ۳- بررسی مهم‌ترین منابع ورود این فلز به مناطق آلوده.

1 Goovaerts
2 Moukana & Koike
3 Muñoz-Nájera et al.
4 Zhen et al.
5 Bhunia et al.
6 Cao et al

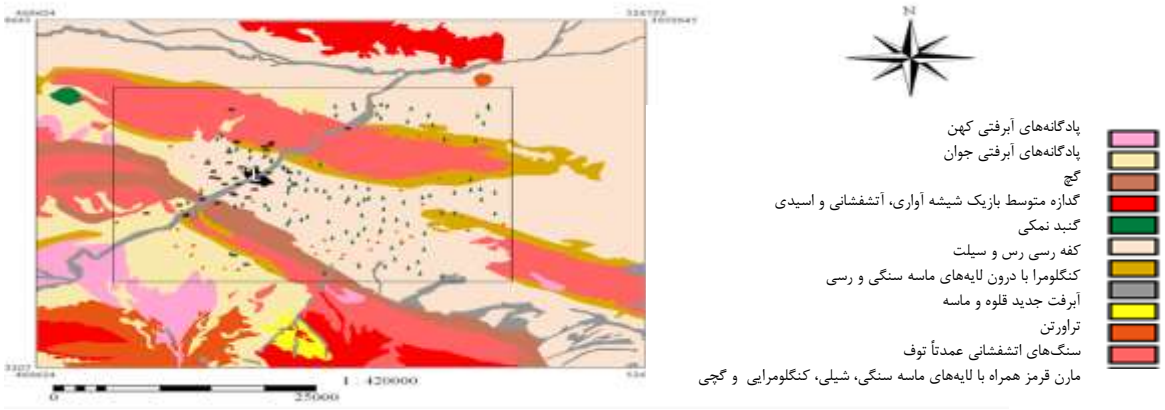
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

منطقه مطالعاتی بخش‌هایی از اراضی کشاورزی، شهری-صنعتی و بایر استان قم به مرکزیت شهر قم، به وسعت ۱۰۵٤ کیلومترمربع بین طول‌های جغرافیایی ′٤۷ °۵۰ تا ′۸ °۵۱ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ′٤۵ °۳٤ تا ′۳۰ °۳٤ شمالی قرار دارد. شکل ۱-الف تصویر ماهواره‌ای منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد. میانگین ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۰۵۰ متر و میانگین بارندگی در منطقه مطالعاتی بر اساس سالنامه آماری استان در یک دوره ۳٤ ساله در حدود ۱۳۸ میلی‌متر با حداکثر ۲٦۰ میلی‌متر در سال است. جهت وزش بادهای غالب در منطقه از سمت غرب است (شکل ۱-ب). به‌طورکلی تشکیلات زمین‌شناختی غالب منطقه از سازندهای جوان دوران چهارم و سنگ‌های ترشیاری و کواترنر تشکیل گردیده که عمدتاً شامل رسوبات آبرفتی و تپه‌های ماسه‌ای دوران چهارم و سنگ‌های رسوبی و آتشفشانی کمی دگرگون شده دوران سوم است (شکل ۲). این منطقه بر روی نقشه سازمان جغرافیایی کشور با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ با نام قم با شماره II ٦۱۵۹ و قمرود با شماره III ٦۲۵۹ مشخص شده است (http://www.giscoders.com).



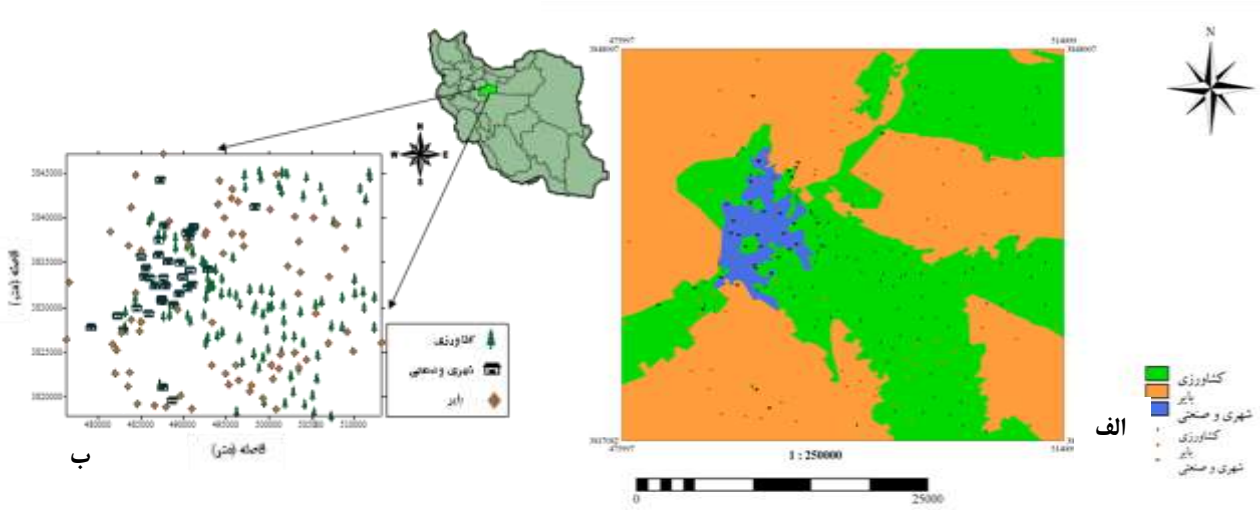
شکل ۱- الف. تصویر ماهواره‌ای منطقه مطالعاتی جهت تهیه نقشه کاربری اراضی (TM 7 -4 -2) و ب. گلباد منطقه مطالعاتی



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه به تفکیک محدوده منطقه مطالعاتی و با مقیاس ۱:٤۲۰۰۰۰

۲-۲- نمونه‌برداری

در این مطالعه به خاک سطحی (عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر) توجه شده است. نمونه‌برداری در ۲۰۹ نقطه بر روی شبکه‌ای با فواصل حدود ۱/۵×۱/۵ کیلومتر در اراضی کشاورزی، شهری-صنعتی و حدود ۲×۲ کیلومتر در اراضی بایر انجام شد. موقعیت جغرافیایی نمونه‌ها توسط دستگاه GPS تعیین و کاربری محل نمونه‌برداری ثبت شد. شکل ۳ موقعیت نقاط نمونه‌برداری شده را با تفکیک نوع کاربری نشان می‌دهد. در این مطالعه ۱۰۳ نمونه در اراضی با کاربری کشاورزی و ۳۱ و ۷۵ نمونه به ترتیب در اراضی با کاربری شهری-صنعتی و بایر قرار گرفت.



شکل ۳- موقعیت نقاط نمونه‌برداری شده در منطقه مطالعاتی الف. با تفکیک نوع کاربری اراضی منطقه ب. با توجه به موقعیت جغرافیایی نقطه

۲-۳- اندازه گیری غلظت نیکل کل و قابل‌جذب در نمونه‌ها

یک گرم از نمونه‌های خاک هوا خشک، توزین و در ارلن مایر ۲۵۰ سی‌سی، ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۵ نرمال به آن‌ها اضافه شد. محتویات ارلن به مدت ۱۲ ساعت به حال خود رها شدند و سپس به مدت ۱۰ دقیقه جوشانده شدند. بعد از سرد شدن نمونه‌ها توسط کاغذ صافی واتمن ٤٢ در بالن ژوژه‌های ۲۵ میلی‌لیتری صاف گردیده و با آب مقطر به حجم رسانده شد. درنهایت غلظت کل نیکل توسط دستگاه جذب اتمی مدل Perkin Elmer قرائت گردید(آجای و کمسون[1]، ۱۹۸۳)

شکل قابل‌جذب نیکل به‌وسیله محلول DTPA ۰/۰۰۵ نرمال حاوی کلرید کلسیم ۰/۰۱ نرمال و تری اتانول آمین ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد. pH محلول DTPA با استفاده از HCl نرمال در ۷/۳ تنظیم گردید. به این صورت که تعلیق با نسبت ۱ به ۲ خاک به محلول DTPA تهیه و بعد از ۲ ساعت همزدن نمونه‌ها با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه، از کاغذ صافی واتمن ٤٢ عبور داده شد. سپس غلظت شکل قابل‌جذب نیکل توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (لیندزی و نارول[2]، ۱۹۷۸)

در این مطالعه برای صحت‌سنجی نتایج اندازه‌گیری غلظت نیکل در خاک، یک نمونه استاندارد از موسسه تحقیقات ملی و فناوری آمریکا (MST) به نام San Joaquin # 2709 تهیه گردید. غلظت نیکل نمونه مذکور (۸۸ ± ۵) گزارش شد و به همان طریق شکل کل و قابل‌جذب نیکل نیز اندازه‌گیری شد. بازیابی مقدار فلزات اندازه‌گیری شده از نمونه استاندارد برای کلیه خاک‌های موردمطالعه بیش از ۹۰ درصد بود.

بر اساس استاندارد WHO غلظت نیکل را در خاک‌های آلوده ٤٩ و آلودگی متوسط و کم را به ترتیب ۳٦ و ۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم اعلام شده است (مکدونالد[3] و همکاران،۲۰۰۰). سازمان محیط‌زیست ایران، مقادیر ۱۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم را به‌عنوان مقادیر استاندارد نیکل برای کاربری‌های کشاورزی و حفاظت محیط‌زیست گزارش کرده است (سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران). جدول(۳) حداکثر مقدار مجاز نیکل را در خاک بر اساس استانداردهای برخی کشورها نشان می‌دهد.

جدول ۳- حداکثر مقدار مجاز نیکل در خاک برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم(پایس و بنتون جونز[4]، ۱۹۹۷)

عنصر	کمیته اقتصادی اروپا	هلند	آلمان	شمال شرقی امریکا
نیکل کل	۲۵	۵۰۰	۵۰	۲۵

1 Ajayi & Kamson
2 Lindsay & Norvell
3 MacDonald et al.
4 Pais & Benton Jones

حداکثر غلظت قابل‌قبول نیکل مطابق با استاندارد کشورهای مختلف با توجه به سمیت آن برای گیاهان در خاک‌های کشاورزی در جدول ٤ نشان داده شده است.

جدول٤- حداکثر غلظت قابل‌قبول نیکل برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم در کشورهای مختلف با توجه به سمیت آن‌ها برای گیاه در خاک‌های کشاورزی (پایس و بنتون جونز[1]، ۱۹۹۷)

فلز	استرالیا	کانادا	لهستان	ژاپن	انگلستان	آلمان
نیکل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	٤۰۰	۵۰	۲۰۰

۲-٤- تجزیه و توصیف داده‌ها

به‌منظور توصیف مشاهدات و نتایج آزمایش‌ها و دست‌یابی به خلاصه‌ای از اطلاعات آماری، توصیف داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS 16 انجام گرفت. برای بررسی تست نرمال بودن داده‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد از آمار کلموگروف–اسمیرنوف استفاده شد. جهت ترسیم و تعیین مدل تغییرنما از برنامه رایانه‌ای Variowin استفاده گردید. در این مطالعه با تست Cross-Validation به کمک نرم‌افزار، WinGslib بهترین مدل تغییرنما که کمترین خطای تخمین را ایجاد نماید، انتخاب و میان‌یابی با توجه به آن‌ها به روش کریجینگ معمولی با همان برنامه رایانه‌ای صورت گرفت. در این مطالعه صحت الگوی برازش داده شده به تغییرنما توسط میانگین مربعات خطای تخمین (MSE) و میانگین خطای تخمین (ME) سنجیده شد. به‌این‌ترتیب که این دو خصوصیت برای هرکدام از تغییرنماهای برازش داده شده به دست آمد و تغییر نمای مناسب بر اساس مقدار این دو خصوصیت انتخاب گردید. مقدار پارامتر ME درصورتی‌که صفر یا نزدیک صفر باشد نشانگر ناریب بودن تخمین است (حلیمی وهمکاران، ۱۳۹۲) و حداقل بودن MSE نشانگر بالا بودن دقت تخمین است (صدر و موحدی راد، ۱۳۹۹).

نقشه کریجینگ هم توسط برنامه رایانه‌ای Surfer 16 تهیه شد. در این مطالعه کریجینگ نقطه‌ای نیکل در خاک با ابعاد بلوک‌های ۱۰۰۰×۱۰۰۰ متر و با استفاده از الگوی تغییرنمای همه جهت و در نظر گرفتن ناهمسانگردی انجام گرفت. دامنه همبستگی تغییرنما در جهات مختلف ناحیه جستجو به شکل بیضی با قطر بزرگ با زاویه ۹۰ درجه از محور عمودی در نظر گرفته شد. در داخل ناحیه جستجو حداکثر ۸ و حداقل ٤ نقطه به‌منظور میان‌یابی هر نقطه بکار رفته است.

1 Pais & Benton Jones

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آماری

میانگین غلظت نیکل کل و قابل‌جذب در منطقه مطالعاتی به ترتیب ۹/٦ و ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده و ضریب تغییرات نیکل کل ۷۳/۹ درصد با حداقل ۰/۲ و حداکثر ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ضریب تغییرات نیکل قابل‌جذب ٦۰ درصد با حداقل ۰/۰۳ و حداکثر ۱/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (جدول۵). در پژوهشی در خاک‌های استان اصفهان غلظت نیکل کل به‌طور متوسط ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است.

جدول ۵- خلاصه‌ای از وضعیت آماری غلظت کل و قابل‌جذب نیکل در منطقه مطالعاتی به تفکیک کاربری

متغیر $mg\ kg^{-1}$	کاربری	تعداد	میانگین	واریانس	حداکثر	حداقل	چولگی	ضریب تغییرات (٪)
غلظت نیکل کل	کشاورزی	۱۰۳	۱۰/۸	۷۳/۷	۵۰	۱/۵	۲/۰۵	۷۹/٦
	شهری	۳۵	۸/۲	۲۹/۸	۲۵/٤	۱/۷	۱/۹	٦۷/۱
	بایر	۷۱	۸/۵	۲۳/۳	۲۵	۰/۲	۰/۹	۵٦/۵
	کل	۲۰۹	۹/٦	۵۰/۱	۵۰	۰/۲	۲/۲	۷۳/۹
غلظت نیکل قابل‌جذب	کشاورزی	۱۰۳	۰/٦	۰/۱	۱/٤	۰/۱	۰/٤	٦٦/۷
	شهری	۳۵	۰/٦	۰/۱	۱/٤	۰/۱	۰/٦	٦٦/۷
	بایر	۷۱	۰/٤	۰/۲	۱/۸	۰/۰۳	۱/٤	۱۰۰
	کل	۲۰۹	۰/۵	۰/۱	۱/۸	۰/۰۳	۰/۸	٦۰

ضریب تغییرات (CV) نشانگر درجه تغییرپذیری یک ویژگی در خاک است. درصورتی‌که $CV\leq 20\ \%$ باشد نشان‌دهنده تغییرپذیری اندک، $21\%\leq CV< 50\%$ تغییرپذیری متوسط و $50\%\leq CV< 100\%$ تغییرپذیری بالا را نشان می‌دهد (کریمی نژاد[1] و همکاران، ۲۰۱۵). در این پژوهش ضریب تغییرات نیکل در هر دو شکل موردمطالعه بالاتر از ۵۰ درصد تعیین شده است که بیانگر وجود تغییرات زیاد این متغیر در خاک منطقه موردمطالعه است. ضریب تغییرات نیکل در اطراف کارخانه سیمان در یاسوج کمتر از ۵۰ درصد گزارش شده است که نشان‌دهنده تغییرات کم غلظت این عنصر در خاک است؛ درحالی‌که غلظت کادمیوم در این مناطق ضریب تغییرات بالای ۱۰۰ درصد را نشان داده است که بیانگر تغییرات بسیار زیاد این عنصر در خاک منطقه مطالعاتی است (رحمانیان، ۱۳۹۹). گزارش شده است که تغییرات زیاد یک متغیر می‌تواند نقش عوامل مدیریتی نسبت به عوامل موروثی در منشأ آن متغیر را بالاتر ببرد (فروغی‌فر و همکاران، ۱۳۹۰).

1 Karimi Nezhad et al.

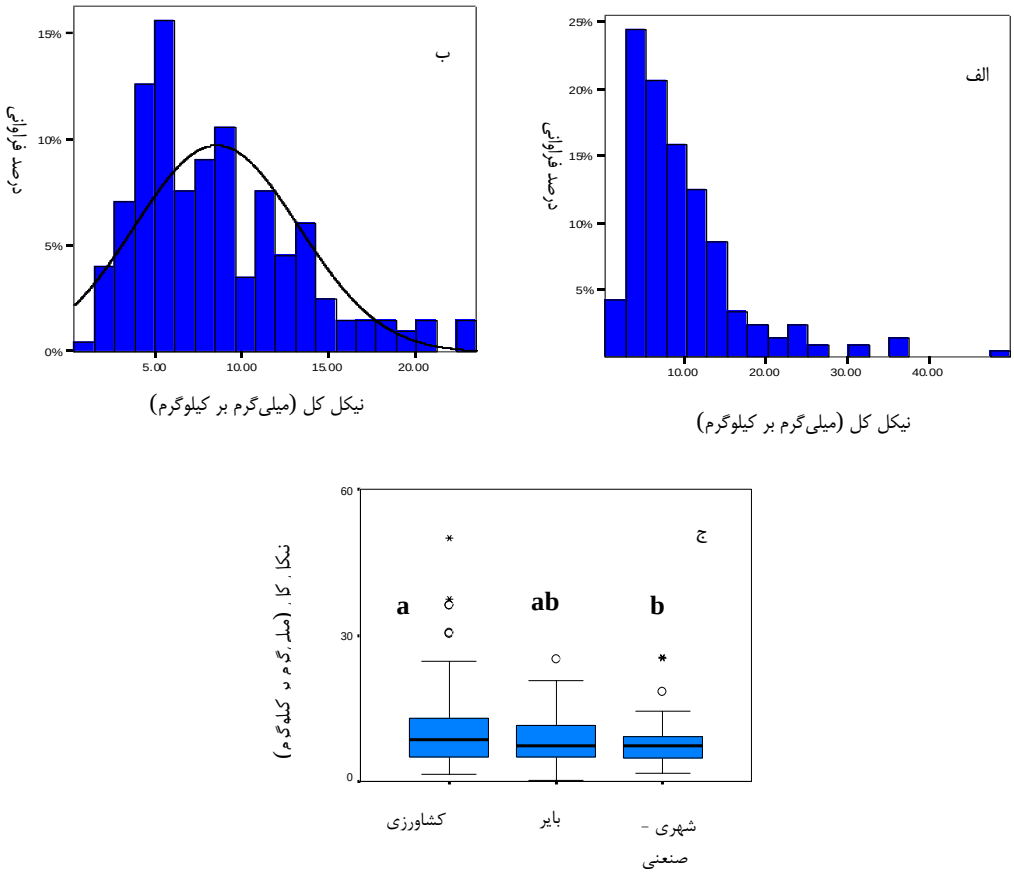
تفاوت بین حداکثر نیکل کل (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و حداکثر نیکل قابل‌جذب (۱/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به‌خوبی نمایانگر این وضعیت است که بخش قابل‌توجهی از نیکل در خاک‌های منطقه به حالت تثبیت شده وجود داشته و از دسترس گیاه دور بوده است و بخش بسیار کمی از نیکل تثبیت شده در بخش‌های مختلف خاک، توسط DTPA آزاد شده است. تیمورزاده و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی مکانی نیکل در شهرستان اسفراین غلظت نیکل کل را ۲۳/٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم اعلام کرد. این در حالی است که غلظت متوسط نیکل در جهان ٤۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اعلام شده است (لیو[1] و همکاران، ۲۰۰٦).

بر اساس حدود مجاز اعلام شده توسط کشورهای مختلف (۲۵ تا ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، خاک‌های منطقه موردمطالعه به‌جز در برخی مناطق محدود، غالباً دارای آلودگی نیکل نیستند. البته بالاتر بودن غلظت نیکل در اراضی کشاورزی توجه ویژه‌ای را می‌طلبد تا از بالا رفتن غلظت نیکل از حدود مجاز توصیه‌شده جلوگیری شود. نتایج این مطالعه نشان داد که کمی بیش از ٤/۵ درصد نقاط نمونه‌برداری شده داری نیکل کل بالاتر از ۲۵ هستند که بر اساس حدود مجاز کمیته اقتصادی اروپا و شمال شرقی آمریکا آلوده محسوب می‌شوند.

در این مطالعه وضعیت پراکنش نیکل کل در منطقه از تابع نرمال پیروی نکرد (شکل ٤-الف). چولگی ۲/۲ و آزمون کولموگرف-اسمیرنف هم این مطلب را تأیید کرد؛ اما ازآنجایی‌که برای انجام محاسبات زمین‌آماری فرض نرمال بودن توزیع داده مطرح است، لذا لازم بود که توزیع نرمال گردد. در میان ۲۰۹ داده موجود، تعداد ۹ داده به‌صورت نامتعادل (داده پرت) بودند و باعث افزایش چولگی و انحراف توزیع از حالت نرمال گردیدند و به دلیل اهمیت استفاده از داده‌های اصلی، ترجیح داده شد که در محاسبات بعدی این داده‌ها از مجموع کل داده‌ها حذف گردیده و در محاسبات بعدی از ۲۰۰ داده استفاده گردد. ذکر این نکته نیز ضروری است که داده‌های حذف‌شده ٤/۳ درصد کل داده‌ها را تشکیل دادند. وجود داده‌های پرت از طریق نمودار جعبه‌ای (شکل ٤-ج) و وجود شکاف و اختلاف زیاد در نمودار توزیع فراوانی(شکل ٤-الف) به‌خوبی مشخص است. نمودار توزیع فراوانی نرمال شده پس از حذف داده‌های مذکور، در شکل ٤-ب نشان داده شده است.

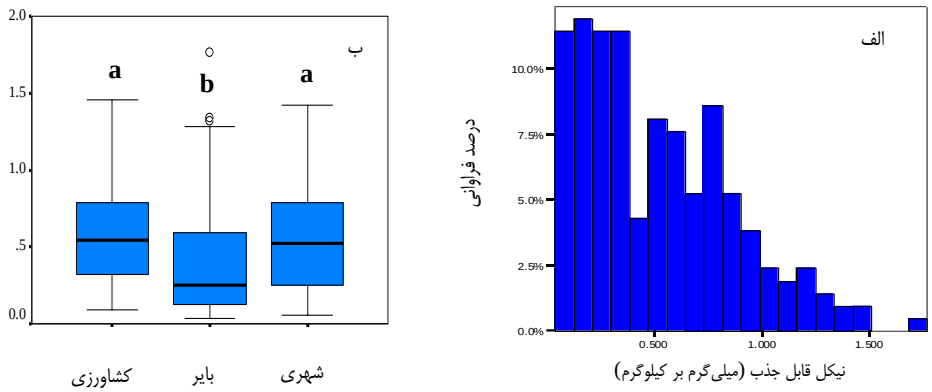
در این منطقه مطالعاتی، اراضی کشاورزی با میانگین ۱۰/۷۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌طور متوسط بیشترین غلظت نیکل کل را دارا می‌باشند. کاربری شهری-صنعتی از نظر غلظت نیکل کلبه‌طور معنی‌داری کمتر از کاربری کشاورزی بوده اما اراضی بایر دارای اختلاف معنی‌دار با دوکاربری دیگر نداشت (شکل٤-ج)

1 Liu et al



شکل ٤- الف. توزیع فراوانی نیکل کل ب. توزیع فراوانی نیکل کل پس از حذف داده‌های پرت ج. نمودار جعبه‌ای نیکل کل

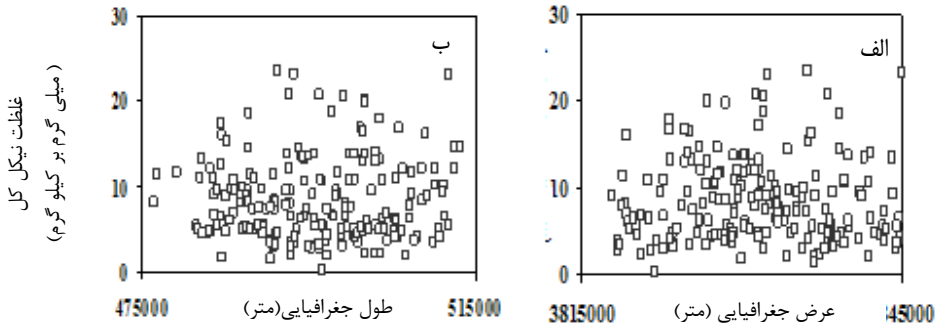
با توجه به شکل ٥-الف وضعیت پراکنش نیکل قابل‌جذب در منطقه از تابع نرمال پیروی کرده و چولگی ۰/۸ و آزمون کولموگرف-اسمیرنف هم این مطلب را تأیید می‌کند. شکل (٥-ب) نمودار جعبه‌ای و مقایسه میانگین غلظت نیکل قابل‌جذب در کاربری‌های مختلف را نشان می‌دهد. اراضی کشاورزی و شهری-صنعتی با میانگین ۰/٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم از لحاظ نیکل قابل‌جذب در یک سطح قرار دارند. با توجه به شکل (٥-ب)، میانگین نیکل قابل‌جذب در اراضی کشاورزی و شهری-صنعتی دارای اختلاف معنی‌دار نبوده ولی این دو کاربری در سطح معنی‌داری میانگین نیکل قابل‌جذب بیشتری نسبت به اراضی بایر دارند.



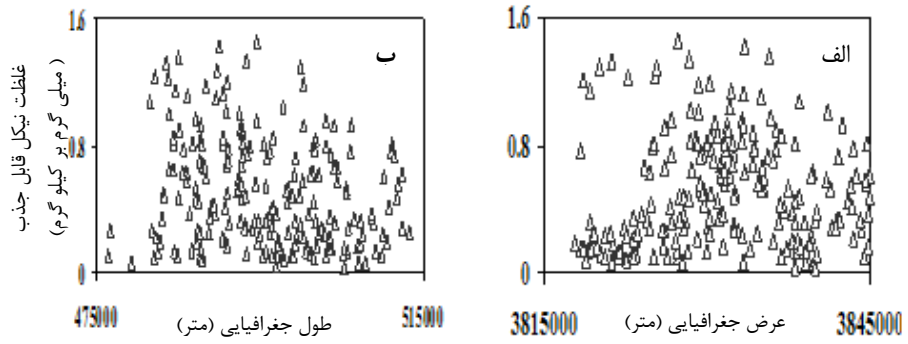
شکل ۵- الف. توزیع فراوانی نیکل قابل‌جذب ب. نمودار جعبه‌ای نیکل قابل‌جذب

۳-۲- محاسبه و الگوسازی تغییرنما

به‌طورمعمول در عملیات زمین‌آماری با فرض عدم وجود روند، اقدام به محاسبه تغییرنما می‌شود. گاهی برخی از تغییرنماها با افزایش فاصله در محدوده موردمطالعه همواره افزایش می‌یابند. این تغییرنماها می‌توانند دلالت به وجود روند[۳] در محدوده موردمطالعه داشته باشند (محمدی، ۱۳۸۵). لیکن در برخی از شرایط، فرض عدم وجود روند، معتبر نیست و حضور روند در مقادیر داده‌ها باعث به‌هم‌ریختگی ساختار تغییرنما تجربی می‌گردد (مدنی، ۱۳۷٤). عموماً شناسایی روند در آلودگی با ترسیم تغییرات فاصله در مقابل غلظت به دست می‌آید. در صورت وجود روند در یک بعد خاص، مقادیر پارامتر مورد نظر دارای توزیع یکنواختی نبوده، بلکه از مدل خاصی تبعیت می‌کنند.در این تحقیق نمودار پراکنش نیکل در دو فرم کل و قابل‌جذب در مقابل طول و عرض جغرافیایی منطقه مطالعاتی به‌عنوان معیاری از فاصله ترسیم شد (اشکال ٦ و ٧) و روند مشخصی در توزیع غلظت عناصر مشاهده نگردید.



شکل ٦- نمودار پراکنش غلظت نیکل کل در الف. عرض جغرافیایی و ب. طول جغرافیایی



شکل ۷- نمودار پراکنش غلظت نیکل قابل‌جذب در الف. عرض جغرافیایی و ب. طول جغرافیایی

در مطالعه حاضر با توجه به طول منطقه مطالعاتی که ۳۶ کیلومتر بود، حداکثر فاصله مجاز در رسم تغییرنما ۱۶ کیلومتر انتخاب شد. فاصله از ۰/۵ کیلومتر تا ٤ کیلومتر که حداقل و حداکثر فاصله بین نمونه‌ها هستند به‌عنوان گام برای مطالعه تغییرات مکانی موردبررسی قرار گرفت. تحمل به فاصله نصف فاصله در نظر گرفته شد. در این مطالعه با استفاده از سعی و خطا مناسب‌ترین الگوهای تغییرنمای متغیرهای موردمطالعه تعیین گردید و سپس توسط آنالیز کنترل اعتبار، اعتبار هر تغییرنما به دست آمد و از میان حداقل ۵ و حداکثر ۱۸ الگو، یک الگو به‌عنوان بهترین الگو جهت کریجینگ انتخاب گردید. در این مطالعه جهت محاسبه معیارهای آماری از ۲۰۰ داده استفاده شد. این ۲۰۰ داده اصلی دارای مقدار مشخصی بودند. آنگاه در هر مرحله یک داده حذف و سپس مقدار آن توسط کریجینگ معمولی و با کمک الگوی تغییرنمای منتخب و سایر نمونه‌های اطراف آن تخمین زده شد. برای مقایسه داده‌های واقعی با تخمین حاصل از کریجینگ، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد که در سطح ۱ درصد همبستگی نسبتاً بالایی را نشان داد و تأیید کننده دقت بالای تخمین و اعتبار تغییرنمای منتخب است. جدول٦ نتایج حاصل از مقایسه تخمین‌های حاصل را با داده‌های واقعی در نیکل کل و قابل‌جذب نشان می‌دهد.

جدول ٦- مقایسه تخمین‌های حاصل از کریجینگ نیکل کل با داده‌های واقعی

ویژگی	معیار	ضریب همبستگی بین داده‌های واقعی و کریجینگ نقطه‌ای همان نقاط
نیکل کل	ضریب پیرسون	۰/٤۱**
نیکل قابل‌جذب	ضریب پیرسون	۰/۵۱**

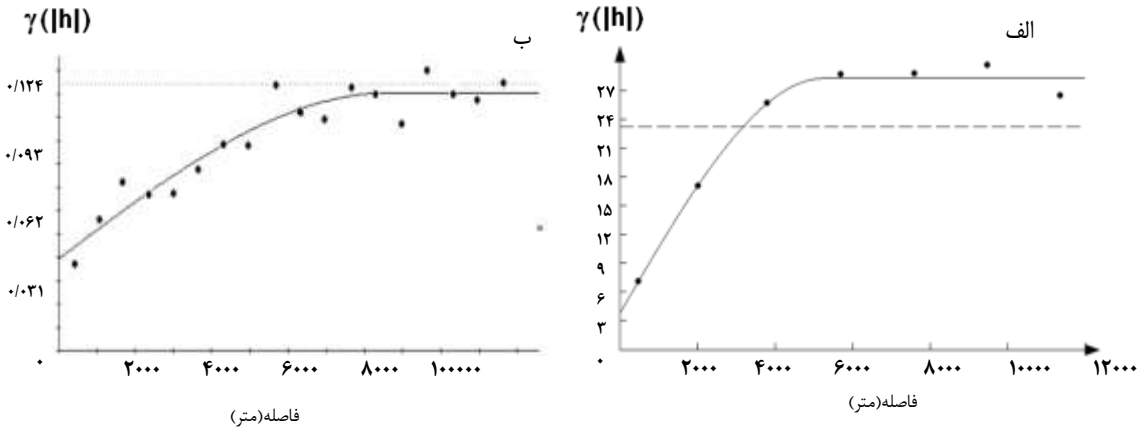
** – در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است.

مشخصات تغییرنمای منتخب مربوط به ویژگی‌های موردبررسی در جدول ۷ ارائه شده است. شدت و درجه وابستگی مکانی یک متغیر ناحیه‌ای را می‌توان از تقسیم واریانس اثر قطعه‌ای به واریانس کل (حد آستانه) به دست

آورد. اگر نسبت مذکور کمتر از ۲۵ درصد باشد، متغیر دارای کلاس وابستگی مکانی قوی و اگر نسبت بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشد، آنگاه متغیر مورد نظر دارای کلاس وابستگی مکانی متوسط است. در مطالعه حاضر توزیع نیکل کل دارای وابستگی مکانی قوی و نیکل قابل‌جذب دارای وابستگی مکانی متوسط است (امینی[1] و همکاران، ۲۰۰۵). همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود مقدار MSE و ME نشان‌دهنده دقت مناسب تخمین است. همان‌طور که پیش‌ازاین ذکر گردید، صفر یا نزدیک صفر بودن مقدار پارامتر ME نشانگر نااریب بودن تخمین و حداقل بودن MSE نشانگر بالا بودن دقت تخمین است. وسعت زیاد منطقه مطالعاتی و فواصل زیاد میان نمونه‌ها از عواملی است که بر دقت تخمین‌ها اثر دارد. شکل ۸ تغییرنمای مربوط به ویژگی‌های موردبررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۷- پارامترهای تغییرنما متغیر نیکل کل در خاک

عنصر	مدل	ناهمسانگردی	اثر قطعه‌ای (C_0)	دامنه تأثیر (A_0 (m))	حد آستانه ($C_0 + C$)	درصد وابستگی مکانی $C_0 + C/C_0$	ME	MSE
نیکل کل	کروی	۹۰	۳/۸٤	٥۲۸۰	۲٤/٥	۱٥	-۰/۱۲	۱۸/٤٤
نیکل قابل‌جذب	کروی	۹۰	۰/۰٤	٦٥۰۰	۰/۱۱	۳٦	۰/۰۰۰۱	۰/۰۸



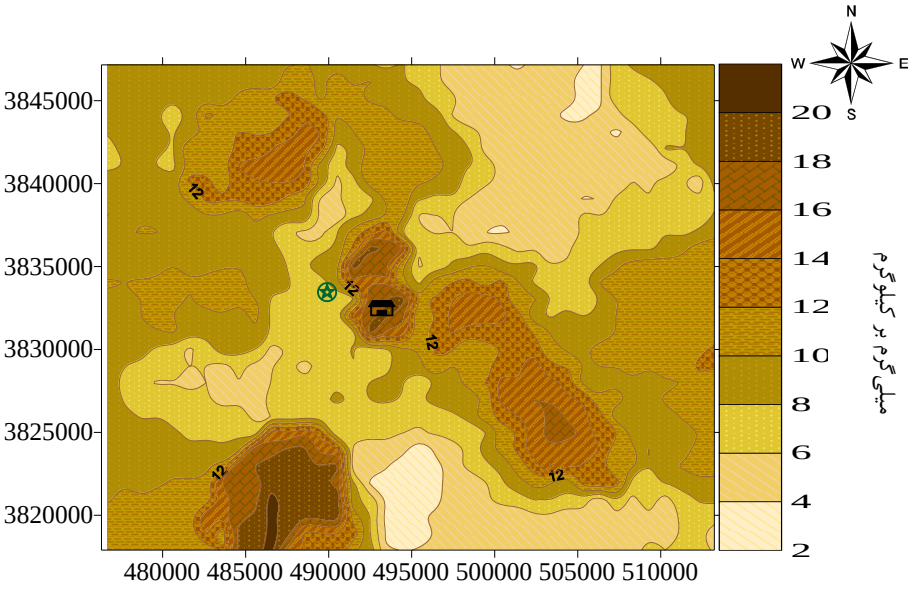
شکل ۸- تغییرنمای الف. نیکل کل و ب. نیکل قابل‌جذب

۳-۳- میانیابی نیکل در خاک

شکل ۹ و ۱۰ به ترتیب نقشه حاصل از کریجینگ نقطه‌ای نیکل کل و نقشه حاصل از کریجینگ نقطه‌ای نیکل قابل‌جذب در خاک منطقه موردمطالعه می‌باشند. ضریب همبستگی بین نیکل کل و نیکل قابل‌جذب در این مطالعه

1 Amini et al.

بسیار پایین (۰/۰٤) بود. گزارش شده که مقدار نیکل کل نمی‌تواند به‌عنوان معیار مناسبی برای تعیین میزان نیکل قابل‌جذب مطرح شود (بارکر و پیلبم[1]، ۲۰۱۵). این موضوع را عدم انطباق نقاط داغ دو نقشه تأیید می‌کند.

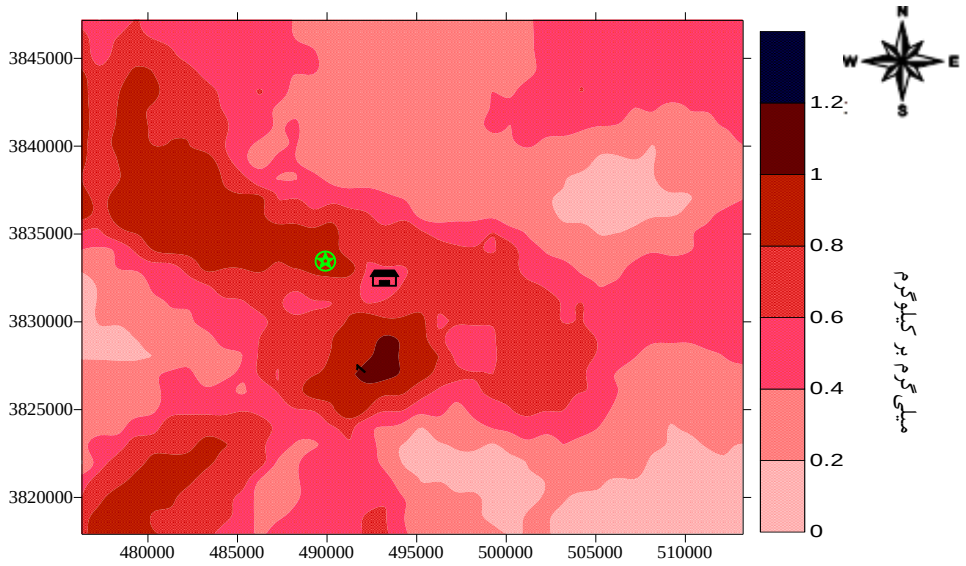


و به ترتیب حرم حضرت معصومه (س) و شهرک صنعتی محمودآباد است.

شکل ۹- نقشه حاصل از کریجینگ نقطه‌ای نیکل کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

با توجه به نقشه کریجینگ نیکل کل و انطباق این نقشه با نقشه کاربری اراضی (شکل ۳-الف) بیشترین غلظت نیکل کل در قسمت‌های مرکزی، جنوب غربی و شمال غربی منطقه که کاربری کشاورزی، شهری-صنعتی دارند، دیده می‌شود. توزیع نیکل کل از قسمت‌های شمال غربی با کاربری شهری-صنعتی به سمت قسمت‌های مرکزی با کاربری کشاورزی بالا است و در قسمت‌های شرقی کمترین غلظت نیکل دیده می‌شود. نوع کاربری در افزایش غلظت نیکل کل تأثیر زیادی داشته است.

1 Barker & Pilbeam



و به ترتیب حرم حضرت معصومه (س) و شهرک صنعتی محمودآباد است

شکل ۱۰- نقشه حاصل از کریجینگ نقطه‌ای نیکل قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

اگرچه غلظت نیکل در منطقه مطالعاتی بیش از حدود استاندارد جهانی نبود اما یکی از عوامل مؤثر در بالا رفتن غلظت نیکل در منطقه مطالعاتی را می‌توان به فعالیت‌های صنعتی و وجود کارخانه‌ها و کارگاه‌های کوچک و بزرگی که در سطح منطقه پراکنده هستند نسبت داد. نقش صنعت در گسترش و توسعه استان قم به‌مراتب بیش از بخش کشاورزی بوده است. یکی از دلایل گسترش کارگاه‌های صنعتی در این استان، نزدیکی به شهر تهران و از طرف دیگر به دو استان صنعتی اصفهان و مرکزی است. در میان گسترگی بالای محدوده‌های صنعتی در منطقه مطالعاتی، شهرک صنعتی محمودآباد به‌عنوان یکی از فعال‌ترین شهرک‌های صنعتی استان قم محسوب می‌شود که با وسعتی بالغبر ۷۰۰ هکتار در بخش قمرود واقع شده است و ده‌ها کارگاه و کارخانه صنعتی را در خود جای داده است (محل قرارگیری این شهرک در نقشه‌ها مشخص شده است). لذا فعالیت کارگاه‌ها و کارخانه‌ها در محدوده منطقه موردمطالعه را می‌توان در این امر مؤثر دانست. بررسی‌های انجام شده روی تأثیر کارخانه سیمان یاسوج بر روی خاک‌های اراضی همجوار کارخانه، نشان داد که غلظت نیکل در تمامی ٦١ نمونه خاک موردبررسی در این مطالعه، بالاتر از استانداردهای جهانی USEPA بود. به نظر محقق این سطح بالای نیکل نه‌تنها ناشی از انتشارات خود کارخانه بوده بلکه حرکت وسایل نقلیه در اطراف کارخانه هم بی‌تأثیر نبوده است (رحمانیان، ۱۳۹۹).

جهت وزش بادهای غربی نیز ازجمله عواملی است که درمجموع باعث افزایش نیکل حاصل از صنایع موجود در منطقه به خاک شده است. در مطالعه حاضر در نقشه‌های حاصل از نیکل کل و با توجه به جهت باد غالب (شکل ۱-ب) این امر مشاهده می‌گردد.

در این مطالعه نقاط داغ (غلظت بالای ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم غلظت نیکل) در اراضی با کاربری بایر قرارگرفته است و ازآنجاکه سازندهای جنوب منطقه مطالعاتی با توجه به نقشه زمین‌شناسی (شکل ۲) از نوع آتشفشانی است به نظر می‌رسد این محدوده‌ی اندک که دارای غلظت بالای نیکل است، زبانه‌هایی است که تحت تأثیر نوع سازند مناطق جنوبی قرار دارد. احتمالاً مواد مادری یکی از عوامل اصلی افزایش نیکل به خاک به شمار می‌رود. زیرا حضور سنگ‌های آتشفشانی و همین‌طور شیل‌ها و سنگ‌های بازیک و فوق بازیک که غنی از نیکل هستند، در قسمت‌های شمالی و جنوبی منطقه می‌تواند عاملی در جهت افزایش نیکل به خاک‌های منطقه مطالعاتی محسوب شود. با توجه به نقشه کاربری اراضی (شکل ۲) بخشی از اراضی کشاورزی، در محدوده مناطق دارای نیکل قابل‌جذب بالاتر قرار می‌گیرند که تأثیر استفاده از نهاده‌های کشاورزی مانند کودها و سموم و آفت‌کش‌ها را در بالا رفتن غلظت این عنصر مورد تأیید قرار می‌دهد. برزین و همکاران (۱۳۹٤) در بررسی آلودگی برخی فلزات سنگین خاک‌های سطحی استان همدان گزارش کردند غلظت نیکل تحت کنترل عوامل طبیعی مانند مواد مادری است، ولی فعالیت‌های کشاورزی به دلیل مصرف بیش‌ازحد کودهای دامی و شیمیایی می‌تواند باعث افزایش هر چه بیشتر این عناصر در خاک شود.

البته لازم به ذکر است که غلظت نیکل قابل‌جذب بیش از اینکه در کل منطقه سمیت را نشان دهد نگرانی ناشی از کمبود را مطرح می‌کند. گزارش‌هایی وجود دارد که مشکلات شدید کمبود نیکل و کمبودهای پنهان این عنصر را در محصولات زراعی نشان می‌دهد (آلووی[1]،۲۰۰۸). شکل قابل‌جذب نیکل برای گیاه و تغذیه مناسب آن به‌عنوان یک عنصر کم‌مصرف ضروری (براوون[2] و همکاران، ۱۹۸۷)، مطرح است. مشخص است که نقش اصلی نیکل در ترکیب آنزیم اوره‌آز است و درنتیجه این عنصر، برای کلیه گیاهان و به‌ویژه بقولات جهت انتقال نیتروژن از ریشه‌ها و انتقال به اندام هوایی و تولید ترکیبات اورئیدی لازم است (کاباتا پندیاس و پندیاس[3]، ۲۰۰۱) و کمبود این عنصر می‌تواند با افزایش فعالیت نیترات ردوکتاز، غلظت نیترات گیاه را کاهش دهد (علی‌بخشی و خوشگفتارمنش[4]، ۲۰۱۵).

٤-جمع‌بندی

به‌طورکلی نتایج نشان داد که غلظت نیکل در بخش‌های وسیعی از استان قم در محدوده سمیت قرار ندارد، بلکه تگرانی ناشی از کمبود این عنصر را نیز ایجاد می‌کند؛ چراکه نیکل یک عنصر ضروری برای رشد گیاه محسوب می‌شود. غلظت نیکل در غالب منطقه مطالعاتی در زیر حد آلودگی و سمیت است؛ اما حدود ۵ درصد این اراضی دارای غلظت نیکل بیش‌ازحد مجاز برخی کشورها مثل اتحادیه اروپا بوده و عدم توجه به کنترل ورود این عنصر به خاک می‌تواند مشکلاتی را برای ساکنین این مناطق ایجاد کند. نتایج نشان می‌دهد که تجمع صنایع در استان قم

1 Alloway
2 Brown et al.
3 Kabata-Pendias & Pendias
4 Alibakhshi & Khoshgoftarmanesh

توانسته غلظت نیکل را در خاک سطحی این استان تحت تأثیر قرار دهد چراکه غلظت این عنصر در کاربری‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌دار بود. احتمالاً مواد مادری و سنگ‌های بازیک و فوق بازیک که غنی از نیکل هستند و استفاده از کودهای فسفاته و لجن فاضلاب باعث افزایش نیکل و جهت وزش بادهای غربی باعث انتقال نیکل در منطقه گردیده است.

۵- تشکر و قدردانی

با سپاس از دانشگاه پیام نور استان کرمان، مرکز رفسنجان.

کتابنامه

استواری، یاسر؛ بیگی هرچگانی، حبیب‌الله؛ داودیان، علیرضا؛ ۱۳۹٤. ارزیابی شاخص کیفیت آب زیرزمینی (GWQI)و پردازش زمین‌آماری آن در آبخوان دشت لردگان. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*. شماره ۱۷(۲)، ٤٥-٦١. http://dx.doi.org/10.22034/JEST.2017.11271

آتش پز، بهناز؛ رضاپور، سالار؛ ۱۳۹۸. ارزیابی شاخص‌های ریسک اکولوژیکی عناصر روی، مس، کادمیوم، سرب و نیکل در اراضی تحت آبیاری با فاضلاب تصفیه شده، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. *علوم آب‌وخاک*. شماره ۲۳(۲)، ۲۳۹-۲۵۰.http://dx.doi.org/10.29252/jstnar.23.2.239

برزین، منصور؛ خیرآبادی، حسین؛ افیونی، مجید؛ ۱۳۹٤. بررسی آلودگی برخی فلزات سنگین خاک‌های سطحی استان همدان با استفاده از شاخص‌های آلودگی و علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، *علوم آب‌وخاک*، شماره۲، ٦۹-۸۰ https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=250112

تیمورزاده، صفیه؛ میرزایی محمدآبادی، روح‌الله؛ محمدی، محسن؛ ۱۳۹۸. کاربرد کریجینگ بیزین تجربی در پهنه‌بندی آلودگی خاک به فلزات سنگین (مطالعه موردی: شهرستان اسفراین). *علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، شماره ۲۱(۷)، ۸۹-۱۰۵. https://www.sid.ir/fA/Journal/ViewPaper.aspx?id=532853

حلیمی، منصور؛ تخت اردشیر، اشرف؛ رستمی، شاه بختی؛ ۱۳۹۲. ارزیابی و دقت سنجی روش‌های درون‌یابی مکانی در برآورد نیازهای گرمایشی و سرمایشی ایران. *پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*. شماره ۱۳ و ۱٤، ۷۳-۸٤. https://clima.irimo.ir/article_14150.html

خداکرمی، لقمان؛ سفیانیان، علیرضا؛ محمدی توفی، الهه؛ میرغفاری، نوراله؛ ۱۳۹۳. بررسی غلظت عناصر سنگین مس، روی و آرسنیک خاک با استفاده از RS و GIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کبودرآهنگ، رزن و خونجین-تلخاب در استان همدان). *سنجش‌ازدور و GIS در منابع طبیعی*. شماره ۵(۳)، ٤٥-۵۵. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=243809

رحمانیان، محمد؛ ۱۳۹۹. تأثیر گردوغبار کارخانه سیمان یاسوج بر ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های همجوار. *تحقیقات آب‌وخاک ایران*. شماره ۵۱(۳). ۵۹۵-۶۰۲. https://dx.doi.org/10.22059/ijswr.2019.285921.668272

رحمانیان، محمد؛ صفری، یاسر؛ ۱۳۹۹. پهنه‌بندی آلودگی کادمیوم و نیکل در خاک‌های اطراف کارخانه سیمان

یاسوج، *محیط‌زیست و مهندسی آب*. دوره ٦ (٤). ۳۲۱-۳۳۰. 10.22034/JEWE.2020.232526.1365

زولی، محمد علی ؛ یزدانی، جمشید؛ بلارک، داود؛ ابراهیمی، معصومه؛ مهدوی، یوسف؛ ۱۳۹۱. بررسی میزان جذب رنگ اسید بلو۱۱۳ توسط گیاه کانولا از محیط آبی. *مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران*. ۱۳۹۱; ۲۲ (۲) :۷۸-۷۱. http://jmums.mazums.ac.ir/article-1-2066-fa.html

سازمان حفاظت محیط‌زیست، معاونت محیط‌زیست انسانی، دفتر آب‌وخاک. استانداردهای کیفیت منابع خاک و راهنماهای آن.

شهبازی، علی؛ سفیانیان، علیرضا؛ افراز، روح‌الله؛ خداکرمی، لقمان؛ ۱۳۹۰. بررسی توزیع مکانی فلزات سنگین کادمیوم، مس و سرب در خاک و تعیین منشأ این فلزات (مطالعه موردی: شهرستان نهاوند). *سنجش‌ازدور و GIS در منابع طبیعی*. شماره ۲(۲). ۹۷-۱۰۲. https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=146823

صدر، سمیه؛ افیونی، مجید؛ ۱۳۹٦. بررسی توزیع وانادیوم در اراضی با کاربری‌های کشاورزی و صنعتی در استان اصفهان. *محیط‌شناسی*. شماره ٤۳(۲). ۲۰۷-۲۱۸. https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=476863

صدر، سمیه؛ موحدی‌راد، زهرا؛ ۱۳۹۹. بررسی الگوی مکانی غلظت سلنیوم کل در خاک سطحی بخش‌هایی از ایران مرکزی (مطالعه موردی: استان اصفهان). علوم محیطی. شماره ۱۸(۳). ۱۰٦-۱۲۱. 10.29252/ENVS.18.3.106

صدر، سمیه؛ موحدی‌راد، زهرا؛ ۱٤۰۰. بررسی تغییرات مکانی غلظت آلاینده‌های سرب و کادمیم در خاک سطحی بخش‌هایی از ایران مرکزی (مطالعه موردی: دشت قم). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره ۱۰(۲)، 10.22067/GEOEH.2021.68492.1015

عبداللهی، سمانه؛ دلاور، محمد امیر؛ شکاری، پرویز؛ ۱۳۹۱. پهنه‌بندی توزیع مکانی سرب، روی و کادمیم و ارزیابی آلودگی خاک‌های منطقه انگوران، استان زنجان. *آب‌وخاک*. شماره ۲٦(٦)، ۱٤۱۰-۱٤۲۰. 10.22067/JSW.V0I0.19254

فروغی فر، حامد؛ جعفرزاده، علی‌اصغر؛ ترابی گلسفیدی، حسین؛ علی‌اصغرزاد، ناصر؛ ۱۳۹۰. تأثیر واحدهای لندفرم بر توزیع فراوانی و تغییرات مکانی ویژگی‌های بیولوژیکی خاک در دشت تبریز. *دانش آب و خاک*. شماره ۲۱(۳)، ۱-۲۱. **https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article_1121.html**

محمدی، جهانگرد؛ ۱۳۸۵. *پدومتری (آمار مکانی)*. جلددوم. انتشارات پلک.

محمدی، صدیقه؛ ۱۳۹۷. تحلیل توزیع مکانی فلزات سنگین مس، روی و آرسنیک در خاک اطراف کارخانه ذوب مس خاتون آباد شهر بابک. *تحقیقات کاربردی خاک*. جلد ٦، شماره ٦(٤)، ۸٤-۹٦. https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=466801

مدنی، حسن؛ ۱۳۷٤. *مبانی زمین آمار*. دانشگاه صنعتی امیرکبیر، واحد تفرش.

میرزایی، روح‌اله؛ اسماعیلی ساری، عباس؛ قربانی، هادی؛ حافظی مقدس، ناصر؛ همامی، محمودرضا؛ رضایی، حمیدرضا؛ ۱۳۹۲. پیش بینی توزیع مکانی کادمیوم، آرسنیک، کروم و مس در خاک سطحی استان گلستان، *پژوهش‌های محیط‌زیست*. شماره ۷(٤). ۳۷-٤٤. 20.1001.1.20089597.1392.4.7.5.7

یوسفی فرد، مریم؛ آدمن، ولی؛ ایوبی، شمس‌الله؛ ۱۳۹۸. آلودگی عناصر سنگین در خاک‌های توسعه یافته روی سنگ‌های آذرین و رسوبی شمال غرب آذربایجان غربی. *نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار*. شماره ۷(٤)، ۳۷-٤٤. 10.22069/EJSMS.2019.14706.1807

Ajoyi A, Kamson F., 1983. Determination of lead in roadside in Logos city by atomic absorption spectrophotometry. Environment International 9: 397-400 . 10.1016/0160-4120(83)90132-0

Alexander E., 2004. Serpentine soil redness, differences among peridotite and serpentinite materials, Klamath Mountains, California. International Geology Review, 46: 754-764. 10.2747/0020-6814.46.8.754

Alibakhshi M, Khoshgoftarmanesh A., 2015. Effects of nickel nutrition in the mineral form and complexed with histidine in the nitrogen metabolism of onion bulb. Plant growth regulation 75: 733-740. 10.1007/s10725-014-9975-z

Alloway BJ., 2012. Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their bioavailability, 614pp. 10.1007/978-94-007-447-7

Alloway BJ., 2008. Micronutrients and crop production, an introduction. Micronutrient deficiencies in global crop production. Springer. 10.1007/978-1-4020-6860-7_1

Amini M, Afyuni M, Khademi H, Abbaspour KC, Schulin R., 2005. Mapping risk of cadmium and lead contamination to human health in soils of Central Iran. Science of Total Environment 347: 64-77. 10.1016/j.scitotenv.2004.12.015

Barker, A.V., Pilbeam, D.J., 2015. Handbook of Plant Nutrition (2nd ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/b18458

Bhunia GS, Shit PK, Chattopadhyay R., 2018. Assessment of spatial variability of soil properties using geostatistical approach of lateritic soil (West Bengal, India). Annals of Agrarian Science 16: 436-443. 10.1016/j.aasci.2018.06.003

Brown PH, Welch RM, Cary EE., 1987. Nickel, A micronutrient essential for higher plants. Plant physiology 85: 801-803. 10.1104/pp.85.3.801

Caillaud J, Proust D, Philippe S, Fontaine C, Fialin M., 2009. Trace metals distribution from a serpentinite weathering at the scales of the weathering profile and its related weathering microsystems and clay minerals. Geoderma 149: 199-208. 10.1016/j.geoderma.2008.11.031

Cao S, Lu A, Wang J, Huo L., 2017. Modeling and mapping of cadmium in soils based on qualitative and quantitative auxiliary variables in a cadmium contaminated area. Science of the Total Environment 580: 430-439. 10.1016/j.scitotenv.2016.10.088

Cempel M, Nikel G., 2006. Nickel: A Review of Its Sources and Environmental Toxicology. Polish Journal of Environmental Studies 15(3): 375-382. http://www.pjoes.com/Nickel-A-Review-of-Its-Sources-and-Environmental-Toxicology,87881,0,2.html

D'Amico M, Julitta F, Previtali F, Cantelli D., 2008. Podzolization over ophiolitic materials in the western Alps (Natural Park of Mont Avic, Aosta Valley, Italy). Geoderma 146: 129-137. 10.1016/j.geoderma.2008.05.025

Goovaerts P., 2000. Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. Journal of hydrology 228: 113-129. 10.1016/S00221694(00)00144-X

Hoodaji M. Jalalian A., 2004. Distribution of nickel, manganese and cadmium in soil and agricultural products in the area of Mobarakeh Steel Complex, Agricultural Science and Technology and Natural Resources, 8(3). 20.1001.1.22518517.1383.8.3.5.5

Islam S, Ahmed K, Al-Mamun H., 2015. Distribution of trace elements in different soils and

risk assessment: a case study for the urbanized area in Bangladesh. Journal of geochemical exploration 158: 212-222. 10.1016/j.gexplo.2015.07.017

Kabata-Pendias A, Pendias H., 2001. Trace elements in soils and plants, Boca Raton, FL, USA, CRC Press. https://doi.org/10.1201/b10158

Karimi nezhad MT, Tabatabaii SM, Gholami A., 2015. Geochemical assessment of steel smelter-impacted urban soils, Ahvaz, Iran. Journal of Geochemical Exploration 152:91-109. 10.1016/j.gexplo.2015.02.005

Kasassi A, Rakimbei P, Karagiannidis A, Zabaniotou A, Tsiouvaras K, Nastis A, Tzafeiropoulou K., 2008. Soil contamination by heavy metals: Measurements from a closed unlined landfill. Bioresource Technology 99: 8578-8584. 10.1016/j.biortech.2008.04.010

Lambert R, Grant C, Sauvé S. 2007. Cadmium and zinc in soil solution extracts following the application of phosphate fertilizers. Science of the total environment 378: 293-305. 10.1016/j.scitotenv.2007.02.008

Lindsay WL, Norvell WA., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil science society of America journal 42: 421-428. 10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x

Liu X, Wu J, Xu J., 2006. Characterizing the risk assessment of heavy metals and sampling uncertainty analysis in paddy field by geostatistics and GIS. Environmental pollution 141: 257-264. 10.1016/j.envpol.2005.08.048

MacDonald DD, Ingersoll CG, Berger T., 2000. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 39(1): 20-31. 10.1007/s002440010075

Moukana JA, Koike K., 2008. Geostatistical model for correlating declining groundwater levels with changes in land cover detected from analyses of satellite images. Computers Geosciences 34: 1527-1540. 10.1016/j.cageo.2007.11.005

Muñoz-Nájera MA, Tapia-Silva FO, Barrera-Escorcia G, Ramírez-Romero P., 2020. Statistical and geostatistical spatial and temporal variability of physico-chemical parameters, nutrients, and contaminants in the Tenango Dam, Puebla, Mexico. Journal of Geochemical Exploration, 209, 106435. 10.1016/j.gexplo.2019.106435

Pais I, Jones Jr JB., 1997. The handbook of trace elements, CRC Press.

Salvador-Blanes S, Cornu S, Bourennane H, King D. 2006. Controls of the spatial variability of Cr concentration in topsoils of a central French landscape. Geoderma 132: 143-157. 10.1016/j.geoderma.2005.05.003

Sari GL, Trihadiningruma Y, Sucib FC, Hadiningb AF., 2018. Identification of Total Petroleum Hydrocarbon and Heavy Metals Levels in Crude Oil Contaminated Soil at Wonocolo Public Mining. Environment Asia 11: 109-117. 10.14456/ea.2018.26

Ugolini F, Tognetti R, Raschi A, Bacci L., 2013. Quercus ilex L. as bioaccumulator for heavy metals in urban areas: effectiveness of leaf washing with distilled water and considerations on the trees distance from traffic. Urban forestry urban greening 12: 576-584. 10.1016/j.ufug.2013.05.007

Wu H, Yang F, Li H, Li Q, Zhang F, Ba Y, Cui L, Sun L, Lv T, Wang N., 2020. Heavy metal pollution and health risk assessment of agricultural soil near a smelter in an industrial city in China. International journal of environmental health research 30: 174-186. 10.1080/09603123.2019.1584666

Zhen J, Pei T, Xie S., 2019. Kriging methods with auxiliary nighttime lights data to detect potentially toxic metals concentrations in soil. Science of The Total Environment 659: 363-371. 10.1016/j.scitotenv.2018.12.330

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp.39-56 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE **DOI:** 10.22067/geoeh.2021.71397.1087 Open access

Bank Erosion Potential and Channel Instability in Haji Arab River Located in Buin Zahra, Qazvin

Mohammad Mahdi Hosseinzadeh[a*], Siavosh Shayan[b], Fatemeh Najafzadeh[c]

[a] *Associate Professor in Geomorphology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*
[b] *Associate Professor in Geomorphology, Human and Science Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran*
[c] *PhD Student in Geomorphology, Human and Science Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran*

Received: 10 July 2021 ***Revised: 28 August 2021*** ***Accepted: 3 September 2021***

Abstraction

Water flow is one of the earth processes that in addition to changing earth surface, affect human's life. Any change in channel properties affects other variables. Stream bank erosion is very important because entering a large part of the river sediments through erosion of the river bank changes some parts the river channel such as width and depth. It is also important as it affects the characteristics of river pattern and hazards that threaten people's lives and properties. The purpose of this study was to investigate the instability and morphometric changes of canal in Haji Arab river in Buin Zahra of Qazvin province. Rapid Geomorphic Assessment (RGA) was used for measuring the stability and morphometric changes in Haji Arab river. For this purpose 8 reaches were chosen. Indices of stability and instability along the bank stream were evaluated using cross-sectional mapping and field operations. The parameters of Channel Stability Index (CSI) were scored during the field works. The reaches were classified in terms of sensitivity to lateral erosion. The results show that the highly unstable stream banks belong to reaches of 7 and 8. Moreover, the distribution of data was determined using a Box Plot diagram. According to the relative score, it was found that the stream bank erosion and the vegetation of riparine are the most effective factors in the instability of the banks of Haji Arab river.

Keywords: Rapid Geomorphic Assessment (RGA), Stream Bank Stability, Channel Stability Index (CSI), Haji Arab river, Fluvial Geomorphology

* .Corresponding author: Mohammad Mahdi Hosseinzadeh E-mail: m_hosseinzadeh@sbu.ac.ir Tel: + 989111937320

How to cite this Article: Hoseinzadeh, M. M, Shayan, S., & Najafzadeh, F. (2022). Bank erosion potential and channel instability in Haji Arab River located in Buin Zahra, Qazvin. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 39-56.
DOI: 10.22067/geoeh.2021.71397.1087

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant with open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71397.1087

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۵۶-۳۹

مقاله پژوهشی

پتانسیل فرسایش‌کناره و ناپایداری مجرا در رودخانه حاجی‌عرب بویین‌زهرا- قزوین

محمد مهدی حسین زاده[1] - دانشیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
سیاوش شایان - دانشیار دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
فاطمه نجف زاده - دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۱۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۶/۶ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۶/۱۲

چکیده

جریان آبها، ازجملهٔ مهم‌ترین فرآیندهای سطحی هستند که علاوه بر تغییر و تعیین سیمای عمومی زمین بر نحوه زیست انسان در کره زمین نیز تأثیر دارند. عملکرد سیستمی رودخانه موجب می‌شود، هرتغییری درمؤلفه‌های کانال رود بر سایر متغیرها نیز تآثیر بگذارد. فرسایش کناره بنا به دلایلی چون ورود بخشی از رسوبات به جریان رودخانه که از کناره‌های رود تغذیه می‌شوند، تغییر در ابعاد مجرا مانند: عرض و عمق، اثراتی که بر ویژگی‌های الگوی‌رود دارد و مخاطراتی که می‌توانند فعالیت‌های انسانی را تهدید کنند، حائز اهمیت است. هدف از این تحقیق، بررسی ناپایداری و تغییرات مورفومتری مجرا در رودخانه حاجی‌عرب در بوئین‌زهرا از شهرستان‌های استان قزوین است. در این پژوهش پایداری کناره‌رود با استفاده از روش‌های ارزیابی سریع ژئومورفیک (RGA) مورد بررسی قرارگرفته است. رودخانه مورد نظر درقالب ۸ بازه مطالعه شد. با نقشه برداری از مقاطع عرضی و عملیات‌میدانی شاخص‌های پایداری و ناپایداری کناره‌رود ارزیابی شدند. پارامترهای موجود درروش شاخص پایداری مجرای رود (CSI) درفرآیند بازدیدهای میدانی امتیازدهی شد. بازه‌ها از نظر حساسیت به فرسایش‌کناره طبقه‌بندی شدند که بازه‌های ۷ و ۸ ناپایدارترین بازه‌ها بودند. همچنین نحوه پراکندگی داده‌ها با استفاده از نمودار جعبه‌ای تعیین شد با توجه به امتیازنسبی،

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۹۳۷۳۲۰
Email: m_hoseinzadeh@sbu.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:

حسین زاده، محمد مهدی؛ شایان، سیاوش؛ نجف زاده، فاطمه. (۱۴۰۱). پتانسیل فرسایش‌کناره و ناپایداری مجرا در رودخانه حاجی‌عرب بویین‌زهرا- قزوین. جغرافیا و مخاطرات محیطی.۱۱(۱). صص ۵۶-۳۹
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71397.1087

عامل فرسایش کناره و پوشش‌گیاهی ریپارین مؤثرترین عوامل در ناپایداری کناره‌های رودخانه حاجی‌عرب تعیین شدند.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی سریع ژئومورفیک (RGA)، پایداری کناره، شاخص پایداری کانال (CSI)، رودخانه حاجی‌عرب، ژئومورفولوژی رودخانه‌ای.

۱- مقدمه

فرسایش کناره رود بخشی از عملکرد سیستماتیک رودخانه‌ها محسوب می‌شود. فرسایش کناره‌ای می‌تواند اثرات ژئومورفیک متعددی بر جای بگذارد. در مناطقی که دخالت انسان باعث برهم خوردن تعادل طبیعی رودخانه شود، می‌تواند مخاطراتی چون تهدید زمین‌های کشاورزی یا مسکونی حاشیه رودخانه، افزایش بار رسوبی رودخانه‌ها، تغییر الگوی رودخانه‌ای و همچنین تغییر کیفیت جریان آب و زیستگاه‌های آبی را به همراه داشته باشد. این اثرات زمانی بیشتر قابل درک است که به طور مستقیم به انسان خسارت وارد شود. تخریب جاده‌ها، زمین‌های کشاورزی، پل‌ها و سایر سازه‌های رودخانه‌ای ازجمله این خسارات است. ازاین‌رو شناسایی و تعیین کناره‌های پایدار و ناپایدار و میزان این پایداری می‌تواند نقش مؤثری در کنترل محیط‌های رودخانه‌ای، پیشگیری از وقوع مخاطرات‌محیطی داشته باشد (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۷). افزایش فرسایش کناره‌ای نه‌تنها موجب افزایش بار رسوب می‌شود بلکه موجب ناپایداری رودخانه و تغییر نوع جریان و الگوی کانال هم می‌شود. ازاین‌رو طی چند دهه اخیر بار رسوب و ناپایداری کناره‌ای رود، نگرانی‌های عمده‌ای را در سطح جهان ایجاد نموده و مبالغ زیادی برای پایداری کناره‌های رود صرف شده است (برنارد و همکاران[1] ۲۰۰۵).

جورج و همکاران[2] (۲۰۰۶) یک جعبه ابزار برای مدل سازی فرآیندهای احیاء و طبیعی سازی در رودخانه‌ها توسعه دادند. این مدل شامل برنامه‌های مبتنی بر ویندوز و سیستم اطلاعات جغرافیایی است که برای تجزیه و تحلیل و مدل سازی مهاجرت کانال مورد استفاده قرار می‌گیرد. وجود پوشش‌گیاهی، با توجه به نقشی که در حفاظت و تثبیت دیواره و سواحل رودخانه می‌تواند ایفا کند، عامل مؤثری در بروز تغییرات ریخت شناسی رودخانه می‌باشد. گری و لیسر[3] (۱۹۸۲) و پترسن[4] (۱۹۸۶) تأثیرات مهم پوشش‌گیاهی را در حفاظت از سواحل و رودخانه‌ها گزارش داده‌اند.

1 Bernhardt and et al
2 Jorge and et al
3 Gray and Leiser
4 Petersen

محققینی چون درز و باشر[1] (۲۰۱۱)، با ابزارهایی چون: تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و داده‌های لیدار به تحقیق در زمینه ناپایداری کرانه‌ای پرداخته‌اند. کوریت[2] (۲۰۱٤) با استفاده از روش پیامدهای منبع غیرنقطه‌ای رسوب (BANCS[3]) به پیش‌بینی فرسایش و پایداری کرانه در رودخانه استونی کلووکریک پرداخته است.

تکنیک‌های میدانی متعددی مانند: میله‌های فرسایشی، نقشه برداری از مقطع کانال و میله‌های فرسایشی فتوالکتریک (PEEP) برای ارزیابی فرسایش کناره رود مورد استفاده قرار می‌گیرد لاولر[4] (۱۹۹۳)، اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۰) این تکنیک‌ها دقت زیادی دارند اما وقتگیر بوده و در مقیاس زمانی نیازمند ماه‌ها تا سال‌ها وقت هستند.

در مطالعات ژئومورفولوژی رودخانه‌ای، مجموعه‌ای از شاخص‌های عینی برای اندازه‌گیری سریع ویژگی‌های ژئومورفولوژیک مانند: پایداری و ناپایداری کانال‌رود مورد استفاده قرار می‌گیرند که تکنیک‌های ارزیابی سریع ژئومورفیک (RGA)[5] نام دارند. با استفاده از این تکنیک‌ها، پارامترهای تأثیرگذار در وقوع اشکال ژئومورفیک در روی زمین امتیازدهی می‌شوند و مجموع امتیازات همه عوامل، به توصیف شرایط موجود از نظر پایداری کمک می‌کند. تاکنون روش‌های متعددی از ارزیابی سریع ژئومورفیک برای بررسی فرسایش کناره رود به کار گرفته شده است. شاخص پایداری کانال سیمون و دونز[6] (۱۹۹۵) که در این روش برای ارزیابی میزان، توزیع و پتانسیل بی ثباتی کانال از روشی که مبتنی بر معیارهای بین رشته‌ای از مورفولوژی کانال‌آبرفتی و پوشش‌گیاهی کناره‌ای ارائه شده، استفاده کرده است. روش ACS ارائه شده توسط جانسون و همکاران[7] (۱۹۹۹) که تحت عنوان روش ارزیابی سریع، بر اساس ۱۳ شاخص کمی و کیفی فرآیندهای ریخت‌شناسی بررسی می‌شوند. شاخص خطر فرسایش کرانه (BEHI[8]) و روش تنش‌برشی نزدیک کرانه (NBS[9])، راسگن[10] (۲۰۰۱)، روش CSI[11] سیمون و کلیمتز[12] (۲۰۰۸) که براساس شاخص‌های ژئومورفیک به ارزیابی شرایط کرانه‌ها از نظر پایداری پرداخته است. روش OSEPI[13] هیرن و همکاران[14] (۲۰۱۲) که به منظور اولویت‌بندی بازه‌های رودخانه اکلاهما اوزارک در پروژه‌های تثبیت انجام شده است.

1 De Rose and Basher
2 Coryat
3 Bank assessment for non-point source consequences
4 Lawler
5 Rapid geomorphologic assessment
6 Simon and Downs
7 Johnson &et al
8 Bank erosion hazard index
9 Near bank stress
10 Rosgen
11 Channel stability index
12 Simon and Klimetz
13 Oklahoma Ozark streambank erosion potential index
14 Heeren

همچنین روشROM[1] که با توجه به آگاهی از اینکه ترکیب خاک بر مقاومت در برابر فرسایش تأثیر دارد (زینال عابدین و همکاران ۲۰۱۷). در این مقاله سعی می‌کنند شاخص ارزیابی ریسک فرسایش ساحل رودخانه را به‌طور خاص به ترکیب خاک مرتبط کنند.

در خصوص مطالعات مرتبط با فرسایش کرانه‌ای در ایران می‌توان به مطالعات مختلفی اشاره کرد که با استفاده از تکنیک‌های متفاوت فرسایش کرانه را بررسی کرده‌اند.

در پژوهشی امیری تکلدانی و همکاران (۱۳۸٤) اثرات موقعیت و عمق ترک‌های کششی در پایداری ساحل رودخانه را مورد بررسی قرار دادند. براساس مشاهدات میدانی و تعیین جنس ذرات تشکیل دهنده سواحل تخریب یافته مشخص شد که توسعه ترک کششی در خاک‌های در بردارنده ۱۰ تا ۲۰ درصد رس در صورت تغییر شرایط رطوبتی خاک محتمل است، همچنین در خاک‌های با چسبندگی بالا یا خاک‌های درشت دانه امکان توسعه ترک کششی وجود ندارد. حسین زاده و همکاران (۱۳۹٦) نیز به مقایسه روش‌های برآورد خطر فرسایش کرانه‌ای با شاخص خطر فرسایش کرانه یا BEHI و روش تنش برشی نزدیک کرانه (NBS)در رودخانه گلالی قروه پرداخته‌اند. نتایج نشان داد روش نسبت حداکثر عمق نزدیک کرانه به متوسط عمق دبی مقطع پر (دبی لبالبی) برای بررسی میزان فرسایش پذیری کرانه مدل NBS مناسب‌تر از روش شعاع انحنا به عرض دبی مقطع پر (دبی لبالبی) و روش تنش برشی نزدیک کرانه به تنش برشی دبی مقطع پر (دبی لبالبی) است. همچنین حسین زاده و همکاران (۱۳۹٦) با استفاده از روش BEHI فرسایش کناره رود را در رودخانه قرانقوچای(شهرستان هشترود) مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که میزان خطر فرسایش در کناره سمت راست رودخانه در همه بازه‌های مورد مطالعه در سطح متوسط تا خیلی زیاد است. همچنین حسین زاده و اسماعیلی (۱۳۹۷) به برآورد فرسایش کرانه‌ای با مدل[2] BSTEM پرداخته‌اند که در این پژوهش هدف تشخیص و تعیین کارایی این مدل برای ارزیابی شرایط حاکم بر کرانه رودخانه در راستای حفاظت از رود و مدیریت بحث فرسایش رودخانه‌ای، فشار آب منفذی و پوشش گیاهی نزدیک کرانه است. اطمینان و همکاران (۱۳۹۹) ضریب ناپایداری رودخانه طالقان و راهکار مهندسی برای پایدارسازی کناره آن با استفاده از مدل لین را مورد مطالعه قرار داده‌اند. همچنین اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۹) به طبقه بندی و تحلیل ژئومورفولوژیکی بخشی از رودخانه حمزه‌خانلو با مدل رزگن پرداختند که در نتیجه بخش‌های مختلف رودخانه را از نظر حساسیت به عواملی چون حساسیت به تلاطم، کنترل پوشش‌گیاهی، پتانسیل بازیابی و تأمین رسوب مورد ارزیابی قرار دادند.

در این پژوهش تلاش شد تا با استفاده ازشاخص پایداری کانال (CSI) که از گروه تکنیک‌های ارزیابی سریع ژئومورفیک (RGA) می‌باشد، به بررسی پارامترهایی پرداخت که در پایداری و ناپایداری کرانه‌های رودخانه

1 Rolan and Mazidah scale
2 Bank Stability and Toe Erosion Model

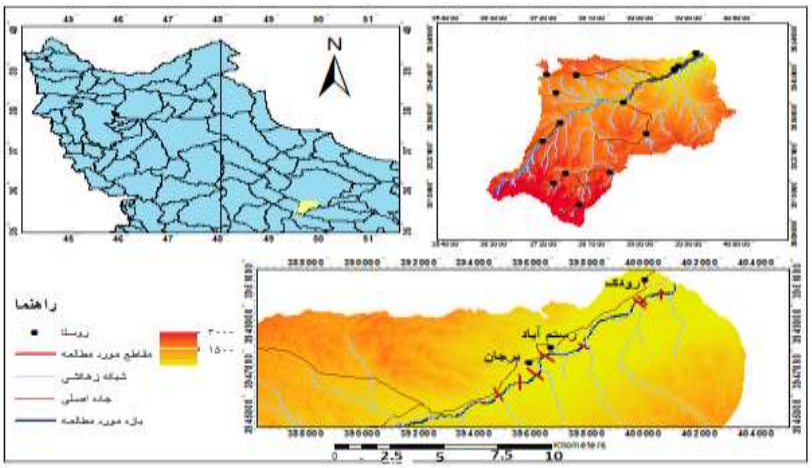
حاجی‌عرب نقش دارند. روش ارزیابی سریع ژئومورفیک در مطالعات مربوط به فرسایش کرانه‌ای شامل مجموعه‌ای از مدل‌ها و تکنیک‌ها تحت عنوان ارزیابی سریع ژئومورفیک است، مانند ACS, CSI, OSEPI که در این پژوهش تکنیک شاخص پایداری کانال مورد استفاد قرار گرفته است. هدف از استفادهٔ این مدل بررسی کارایی این مدل در رودخانه حاجی عرب واقع در شهرستان بویین‌زهرا می‌باشد و با امتیازدهی به این پارامترها تأثیرگذارترین پارامتر در پایداری کرانه شناسایی می‌شود و قسمت‌های مختلف منطقه را از نظر پایداری و حساسیت به فرسایش می‌توان تفکیک کرد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

رودخانه حاجی‌عرب با مختصات جغرافیایی ۴۹ درجه ۵۱ دقیقه و ۵۸ ثانیه طول جغرافیایی و ۳۵ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۸ ثانیه عرض‌جغرافیایی در بخش جنوبی دشت قزوین و در محدوده شهرستان بویین‌زهرا جریان دارد. این رودخانه با دو شاخه اصلی به نام نصرت‌آباد و چناقچی از ارتفاعات کوه‌های مرکزی به نام ارتفاعات کوه زیارت بلغی به ارتفاع ۲۶۰۰ متر سرچشمه گرفته و با روند جنوب به شمال از روستاهایی چون یرجان، رستم آباد و رودک عبور می‌کند و وارد منطقه شهری سگزآباد در غرب شهر بویین زهرا می‌شود. رودخانه حاجی‌عرب در طول مسیر خود اراضی کشاورزی و باغی اطراف را سیراب نموده و وارد دشت قزوین می‌شود و در پایان به منطقه شوره زار مرکزی دشت قزوین می‌ریزد. در برخی سالها طغیان این رودخانه وسیلابی شدن آن موجب تهدید اراضی کشاورزی و مسکونی می‌شود (شکل ۱).

حوضه این رودخانه با مساحت کل ۱۳۰/۶ کیلومتر مربع دارای آب و هوای نیمه خشک بوده و میزان متوسط بارندگی آن حدود ۳۵۰ میلی متر در سال است (یمانی، ابراهیم خانی، ۱۳۸۹). میانگین دبی سالانه جریان در رودخانه حاجی‌عرب ۰/۶۲ متر مکعب بر ثانیه است. از نقطه نظر تقسیمات زمین شناختی ایران، این منطقه بخشی از نوار ماگمایی ارومیه_ بزمان در پهنه ایران مرکزی است (آقانباتی، ۱۳۸۳). گدازه‌های ریولیتی و سنگ‌های آذرآوری اندزیتی سازندهای غالب منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد.



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه

۲-۲- مطالعات میدانی و روش‌های استفاده شده

در مطالعات ژئومورفولوژی رودخانه‌ای، مجموعه‌ای از شاخص‌های عینی، امکان ارزیابی سریع ویژگی‌های ژئومورفولوژیک با هدف ارزیابی پایداری کانال رود را ایجاد می‌کند. تکنیک ارزیابی سریع ژئومورفیک (RGA) با بررسی و امتیازدهی به ویژگی‌های محیط مورد مطالعه به تعیین وضعیت پایداری و ناپایداری منطقه می‌پردازد.

ازجمله اقدامات اساسی در مطالعات مرتبط با فرسایش کناره‌ای رودخانه، ارزیابی‌های ژئومورفولوژی براساس مطالعات میدانی می‌باشد. پیش از بازدیدهای میدانی انجام مطالعات کتابخانه‌ای، جمع‌آوری اطلاعات از طریق کتاب‌ها و مقاله‌های فارسی و لاتین، همچنین گزارش‌ها، از جمله گزارش‌های سازمان هواشناسی و مدیریت منابع آب ایران مورد نیاز می‌باشد. مقادیر دبی رودخانه از داده‌های آماری ایستگاه هیدرومتری حاجی عرب، نصرت آباد در دوره آماری (۱۳۵٦-۱۳۹۵) استفاده شده است (وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران).

با هدف بررسی فرسایش کناره‌ای رودخانه حاجی عرب، ۷/۵ کیلومتر از طول رودخانه انتخاب و محدوده مورد مطالعه از نظر تفاوت الگو و مورفومتری به ۸ بازه تقسیم شد. سپس نقشه‌برداری از مقاطع (با استفاده از دوربین نقشه برداری)، مورفومتری کانال، دانه سنجی رسوبات کرانه (برای اندازه گیری قطر ذرات هر بازه به دو روش شمارش ذرات[1] و روش حجمی استفاده گردید. در روش حجمی ذرات بزرگتر از ۲ میلیمتر با استفاده از الک تفکیک و کوچکتر از ۲ میلی متر به روش هیدرومتری اندازه گیری شدند. در روش شمارش ذرات که خاص رسوبات درشت از ٤ میلیمتر است نمونه‌ها به صورت تصادفی برداشت و با استفاده از گراول متر اندازه‌گیری شد) وضعیت تراکم، چسبندگی رسوبات بررسی ویژگی‌های پوشش‌گیاهی کرانه و دشت سیلابی برای هر بازه انجام گرفت. تهیه نیم‌رخ طولی و عرضی رودخانه، نقشه برداری از مقاطع و طول بازه با استفاده از دوربین نقشه برداری به عمل آمد و در ادامه

1 Pebble count

در محیط نرم افزاری فری‌هند نیم‌رخ عرضی مقاطع تهیه گردید و براساس مقاطع ترسیم شده ارتفاع کرانه و زاویه کرانه محاسبه شد. به منظور بررسی پوشش‌گیاهی از پروتکل RHS[1] استفاده شد که این روش امکان ثبت اطلاعات مرتبط با رودخانه از جمله موقعیت بازه‌ها، الگو، اشکال ژئومورفیک درون و بیرون کانال، کاربری اراضی و پوشش گیاهی درون و کرانه کانال و وضعیت مورفومتری کانال را در بازدیدهای میدانی فراهم می‌سازد. همچنین براساس پلان ترسیم شده از روی تصاویر گوگل ارث الگوی رودخانه مشخص گردید. بر اساس اطلاعات و داده‌های بدست‌آمده حساسیت کناره‌ها نسبت به ناپایداری و فرسایش کناره‌ای با استفاده از روش شاخص پتانسیل فرسایش کناره (CSI) تحلیل و بررسی شدند. برای تعیین مؤثرترین پارامتر در شاخص فرسایش بالقوه کرانه رود از امتیاز نسبی استفاده گردید که برای محاسبه امتیاز نسبی، امتیاز هر متغیر تقسیم بر حداکثر امتیاز آن متغیر شدند. به منظور بررسی پراکندگی داده‌ها از نمودار جعبه‌ای برای تحلیل آماری در محیط نرم‌افزار SPSS استفاده شده است.

۲-۳- شاخص پایداری کانال (CSI)

در ارزیابی با شاخص پایداری کانال، ۹ متغیر شامل اندازه رسوبات بستر، حفاظت بستر یا کناره، درجهٔ فروسایی، درجهٔ محدودیت کانال، فرسایش کناره رود، ناپایداری کناره رود، پوشش‌گیاهی درختی در حاشیه رودخانه (ریپارین)، وجود اشکال رسوبی در کناره رود و مرحله مدل تکامل کانال مورد بررسی قرار می‌گیرد. این شاخص صرفاً برای کناره‌های بحرانی یعنی کناره‌هایی که ارتفاع داشته و در نزدیکی جریان آب قرار دارند قابل استفاده است. جدول ۱ پارامترهای مورد ارزیابی و امتیازات مربوط به هر را پارامتر نشان می‌دهد.

اندازه رسوبات بستر: رسوبات ریزدانه‌تر نسبت به رسوبات درشت دانه امتیاز بیشتری می‌گیرند.

حفاظت بستر یا کناره: در بحث حفاظت کناره و بستر بر اساس مشاهدات میدانی اگر هردو حفاظت شده باشند امتیاز ۰ می‌گیرد. اگر هیچ حفاظتی در بستر نباشد امتیاز ۱ که این امتیاز ۱ با امتیاز وضعیتی که فقط یک کناره در آن حفاظت شده (امتیاز ۲) و یا وضعیتی که هر دو کناره حفاظت شده باشند (امتیاز ۳) جمع می‌شود.

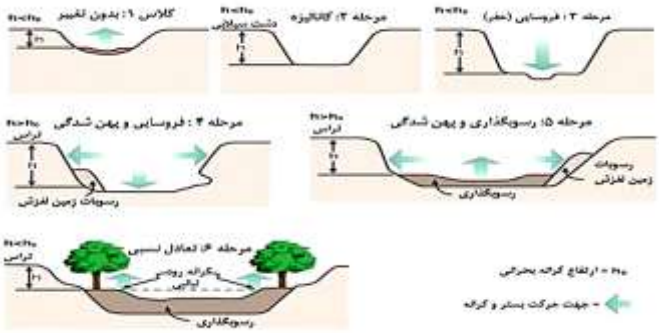
درجه فروسایی: حفاظت کناره‌ها همچنین روی درجه فروسایی نیز تأثیر دارد که درجه فروسایی از نسبت عمق بازه به مجموع عمق و ارتفاع کناره بدست می‌آید. در پارامترهایی که نیاز به مشاهدهٔ میدانی داشتند از پرتکل RHS استفاده شده است (شکل ۲).

درجه محدودیت کانال: درجه محدودیت بر اساس عرض مقاطع از بالادست به پایین دست رودخانه اندازه‌گیری می‌شود. بدین منظور عرض بازه با استفاده متر نواری و شاخص و عرض بالا دست با متر نواری اندازه‌گیری شد و از اختلاف آنها درجه محدودیت کانال تعیین شد.

1 River habitat survay

ناپایداری کناره رود: شـواهد فرسـایش از طریق مشاهده حرکات توده‌ای برای هر دو کناره چپ و راست رودخانه تعیین می‌شـود. شـواهد حرکات توده‌ای شـامل زمین لغزش در کناره‌ها، ریزش سـطحی خاک در پایین کناره و تشکیل لبه‌های دندانه دار در بالای کناره‌ها می‌شـوند. درصـد کناره‌هایی که دارای حرکات توده‌ای هسـتند بر اسـاس طول بازه تخمین زده می‌شود (سیمون و کلیمتز، ۲۰۰۸).

پوشـش‌گیاهی درختی در حاشـیه رودخانه: درصد گیاهان و پوشش‌گیاهی که نقش مقاوم کردن کناره‌ها را دارند نیز به نسـبت کل بازه در هر کناره محاسـبه شده و امتیاز آنها جمع می‌شود. با توجه به اشکال رسوبی متصل به کرانه مانند: پوینت بارها می‌توان نسـبت به امتیازدهی وجود اشـکال رسـوبی در کناره رود اقدام نمود که این پارامتر نیز برای هر دو کناره به صـورت مجزا امتیازدهی می‌شود و در نهایت جمع می‌شوند. برای تعیین شواهد فرسایش و حرکات و توده‌ای و تراکم پوشـش‌گیاهی نیز از پرتکل RHS اسـتفاده شده است. مرحله تکامل رودخانه در بازه‌ها براساس تطبیق با شکل (۲) و بررسـی وضـعیت فرسـایش و رسـوب‌گذاری بر پایه مدل ٦ مرحله‌ای سـیمون و هوپ[1] (۱۹۸٦) امتیازدهی می‌شـوند. مجموع امتیازهای بدسـت آمده از پارامترهای فوق وضـعیت پایداری و ناپایداری کرانه رود را نشان می‌دهد. امتیاز کمتر از ۱۰ حالت پایدار، بین ۱۰ تا ۲۰ ناپایداری متوسـط و امتیاز بیش از ۲۰ نشـان دهندهٔ ناپایداری بسـیار زیاد است (سیمون و کلیمتز، ۲۰۰۸).



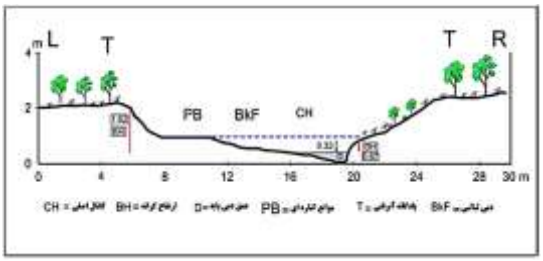
شکل ۲- مدل تکاملی کانال رود (سیمون و هوپ، ۱۹۸٦؛ سیمون و کلیمتز، ۲۰۰۸)

جدول ۱- پارامترهای مورد ارزیابی و امتیازات مربوط به هر پارامتر در شاخص پایداری کانال (منبع: اسماعیلی و همکاران ۱۳۹۷ با تغییرات)

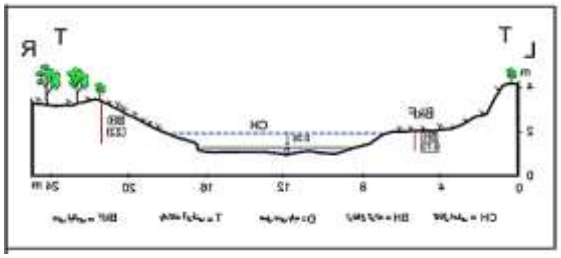
ردیف	پارامتر		امتیازشاخص CSI				
۱	اندازه رسوبات بستر	مشخصات امتیاز	سنگ بستر	تخته سنگ/قلوه سنگ	ریگ و شن (گراول)	ماسه	سیلت و رس
			۰	۱	۲	۳	٤

1 Simon and hupp

ردیف	پارامتر	امتیازشاخص CSI					
٢	حفاظت بستر یا کرانه	مشخصات	هردو حفاظت شده		بدون حفاظت+	یک کرانه حفاظت شده	هر دو کرانه حفاظت شده
		امتیاز	٠		١	٢	٣
٣	درجه فروسایی D/(BH+D)	مشخصات	٪١٠-٠		٪٢٥-١١	٪٥٠-٢٦	٪٧٥-٥١	٪١٠٠-٧٦
		امتیاز	٤		٣	٢	١	٠
٤	درجه محدودیت کانال W/Wa	مشخصات	٪١٠-٠		٪٢٥-١١	٪٥٠-٢٦	٪٧٥-٥١	١٠٠٪-٧٦
		امتیاز	٤		٣	٢	١	٠
٥	فرسایش کرانه رود ناپایداری کناره رود (درصد حرکات توده‌ای در کرانه)	مشخصات		بدون فرسایش	کرانه دارای فرسایش رودخانه‌ای	کرانه دارای حرکات توده‌ای		
		امتیاز	چپ	٠	١	٢		
			راست	٠	١	٢		
٦	ناپایداری کناره رود (درصد حرکات توده‌ای در کرانه)	مشخصات		٪١٠-٠	٪٢٥-١١	٪٥٠-٢٦	٪٧٥-٥١	١٠٠٪-٧٦
		امتیاز	چپ	٠	٠/٥	١	١/٥	٢
			راست	٠	٠/٥	١	١/٥	٢
٧	پوشش گیاهی درختی در حاشیه رودخانه (ریپا رین)	مشخصات		٪١٠-٠	٪٢٥-١١	٪٥٠-٢٦	٪٧٥-٥١	١٠٠٪-٧٦
		امتیاز	چپ	٠	٠/٥	١	١/٥	٢
			راست	٠	٠/٥	١	١/٥	٢
٨	وجود اشکال رسوبی در کرانه رود	مشخصات		٪١٠-٠	٪٢٥-١١	٪٥٠-٢٦	٪٧٥-٥١	١٠٠٪-٧٦
		امتیاز	چپ	٠	٠/٥	١	١/٥	٢
			راست	٠	٠/٥	١	١/٥	٢
٩	مرحله مدل تکامل کانال	مشخصات	I	II	III	IV	V	VI
		امتیاز	٠	١	٢	٤	٣	١/٥



شکل ٣- نیمرخ عرضی مقطع یک از بازه یک در رودخانه حاجی‌عرب



شکل ٤- نیمرخ عرضی مقطع دوم از بازه دو در رودخانه حاجی‌عرب

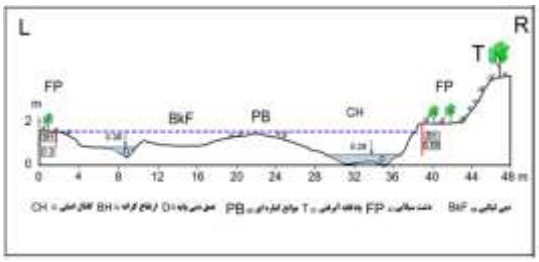
۳- نتایج وبحث

بازه اول (روستای رودک): اولین بازه در ابتدای روستای رودک قرار دارد که بیشتر از رسوبات گراولی در کرانه راست و رسوبات سیلت و رسی در کرانه چپ تشکیل شده است. محدوده دارای کاربری باغ و کشاورزی بوده رسوبات منفصل در کرانه چپ به صورت موانع نقطه‌ای قابل مشاهده است. هیچ‌گونه پوشش‌گیاهی روی این موانع رسوبی دیده نمی‌شود. کرانه راست شیب بیشتری نسبت به کرانه چپ دارد (شکل ۳).

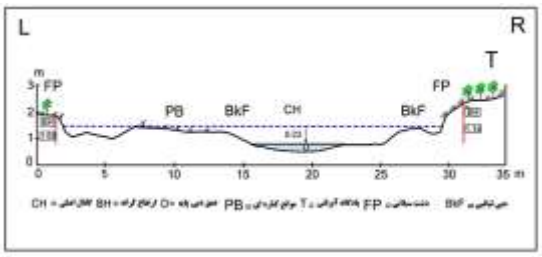
بازه دوم: دومین بازه در انتهای روستای رودک و پایین‌دست رودخانه حاجی‌عرب قرار دارد. رسوبات تشکیل دهنده این رودخانه سیلت و رس می‌باشد. کانال رودخانه به صورت مسقیم است هر دو کرانه با شیبی ملایم به جریان می‌رسند در این مقطع بیشترین تأثیر را نیروی جریان بر فرسایش کرانه‌ها دارند (شکل ٤).

بازه سوم: کانال بازه مورد نظر از نوع شریانی است و عمده رسوبات بستر از نوع گراول هستند. این مقطع با فاصله ۱۹٤ متر از مقطع دوم قرار دارد که واقع در انتهای روستای رودک می‌باشد پوشش گیاهی منطقه بیشتر باغ و مزارع است (شکل ٥).

بازه چهارم: این بازه در ابتدای روستای رستم‌آباد قرار دارد، در بازهٔ چهارم بیشتر رسوبات بستر از نوع گراول است. جنس رسوبات در کرانه راست گراولی و در کرانه چپ سیلت و رسی می‌باشد. کانال رودخانه پیچانرودی است و پوشش‌گیاهی منطقه بوته ودرختچه، علفزارهای بلند با زمین‌های باتلاقی است. کناره‌های رودخانه پوششی ندارد. بیشتر از کرانه چپ است، پوشش کناره‌های رودخانه در کرانه راست درختچه و بوته و در کرانه چپ برهنه است (شکل ٦).



شکل ٥- نیمرخ عرضی مقطع سوم از بازه سه در رودخانه حاجی‌عرب

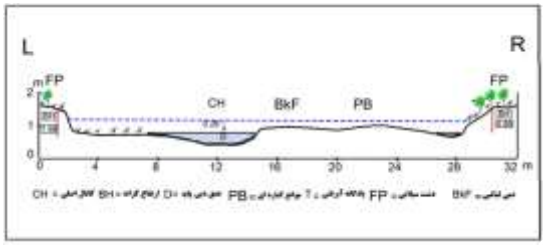


شکل ٦- نیمرخ عرضی مقطع چهام از بازه چهار در رودخانه حاجی‌عرب

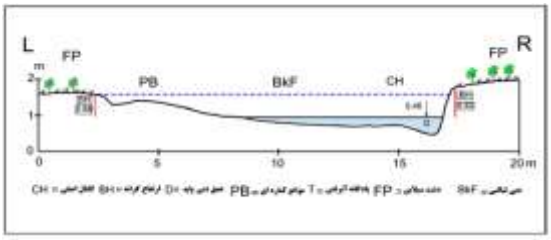
بازه پنجم: این بازه در انتهای روستای رستم آباد واقع شده است بازه پنجم یک مقطع دوکاناله است که یکی از آنها اصلی و دیگری فرعی است که رسوبات بستر آن گراولی بوده اما می‌توان رسوباتی در ابعاد بولدر یا کابل نیز مشاهده کرد. جنس رسوبات در کرانه راست سیلت و رس و در کرانه چپ گراولی می‌باشد. پوشش گیاهی بیشتر

درختچه‌ای است و کاربری باغ دارد کانال رودخانه از نوع پیچانرودی است. شیب کرانه چپ بیشتر از کرانه راست می‌باشد. کناره‌های رودخانه پوششی ندارد (شکل ۷).

بازه ششم: این بازه در نزدیکی روستای یرجان قراردارد. بازه ششم کانالی با انحنای کم است که پوشش‌گیاهی آن بیشتر شامل چمنزارها ومراتع خشک (درختان گز) و بوته و درختچه است رسوبات بستر غالباً گراولی است. رسوبات کرانه راست گراولی و کرانه چپ از نوع سیلت و رس می‌باشد. شیب کرانه راست بیشتر از کرانه چپ است. در کناره راست رودخانه پوشش‌گیاهی علفی وجود دارد اما کرانه چپ برهنه می‌باشد (شکل ۸).



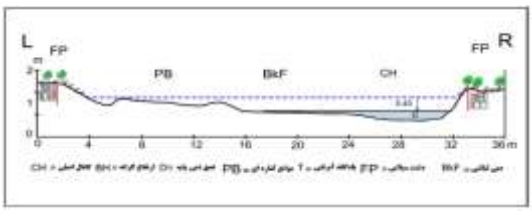
شکل ۷- نیمرخ عرضی مقطع پنجم از بازه پنج در رودخانه حاجی‌عرب



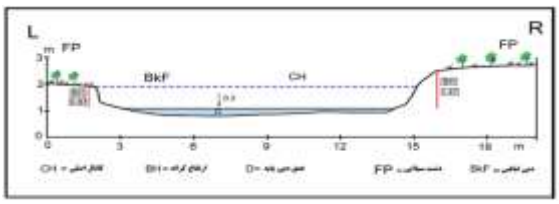
شکل ۸- نیمرخ عرضی مقطع ششم از بازه شش در رودخانه حاجی‌عرب

بازه هفتم: این بازه در انتهای روستایی به نام یرجان قرار دارد. رسوبات بستر این مقطع عمدتاً گراولی هستند، رسوبات کرانه راست گراولی و رسوبات کرانه چپ سیلت و رسی هستند. ارتفاع و شیب کرانه راست بیشتر از کرانه چپ است. در سمت چپ پوشش‌گیاهی از نوع علفزارهای بلند و خشن است و سمت راست باغ و مزارع است. کناره‌های رودخانه برهنه هستند، نوع کانال رودخانه پیچانرودی است (شکل ۹).

بازه هشتم: این بازه خارج از روستای یرجان قراردارد عمده رسوبات بستر از نوع گراولی است، رسوبات کرانه راست گراولی وکرانه چپ سیلت و رسی می‌باشد. رودخانه الگوی مستقیم دارد پوشش گیاهی منطقه بوته و درختچه و علفزارهای بلند است. کناره‌های رودخانه پوششی ندارد و برهنه است. کرانه‌ها از نظرشیب و ارتفاع اختلاف زیادی ندارند (شکل ۱۰).



شکل ۹- نیمرخ عرضی مقطع هفتم از بازه هفت در رودخانه حاجی‌عرب



شکل ۱۰- نیمرخ عرضی مقطع هشتم از بازه هشت در رودخانه حاجی‌عرب

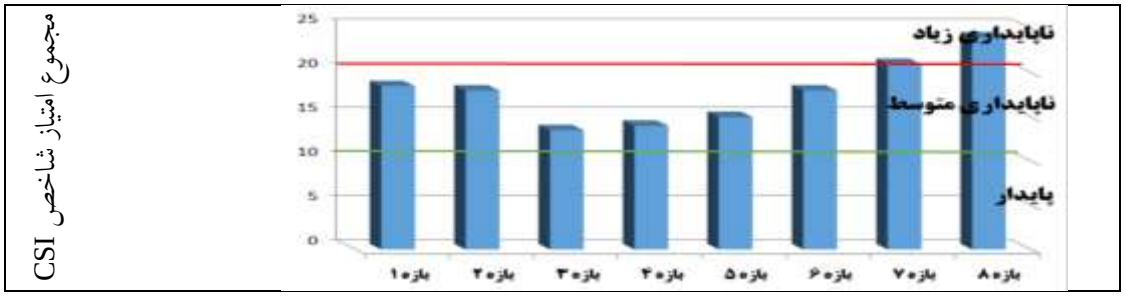
در محـدوده مورد مطـالعه مقادیر شـــاخص پایداری کانال امتیازدهی شـــدند. با توجه به جدول ۳ می‌توان چنین اسـتنباط نمود که در بیشـتر بازه‌های مورد بررسی (بازه‌های ۳،٤،٦،۷،۸) تخته سنگ و قلوه سنگ غالب بوده است و در بازهٔ اول و دوم بیشـتر رسـوبات به ترتیب ماسـه و سـیلت و رس بوده‌اند. درجه محدودیت در تمامی بازه‌ها صـفر می‌باشـد. بازه‌های اول، شـشـم و هفتم کرانه راسـت هم فرسـایش رودخانه‌ای دارد و هم حرکات توده‌ای کنار رودخانه‌ای. کرانه چپ فقط فرسـایش رودخانه‌ای دارد. در بازه دوم و چهارم هر دو کرانه فرسـایش رودخانه‌ای دارند. کرانه چپ در بازه سـوم فرسـایشی ندارد ولی کرانه راست دارای فرسایش رودخانه‌ای است در بازه پنجم کرانه راست، فرسـایش رودخانه‌ای، و کرانه چپ فرسـایش از نوع حرکات توده‌ای می‌باشـد. بازه ۸ در هر دو کرانه هم فرسـایش رودخانه‌ای و هم حرکات توده‌ای دارد.

در بازه ۱ فقط در کرانه راسـت حرکات توده‌ای مشـاهده می‌شـود، در بازه‌های ۲،۳،٤ شـواهدی از حرکات توده‌ای کنـار رودخـانـه‌ای دیده نمی‌شـــود. در بازه ۵ بر خلاف کرانه راســـت در کرانه چپ حرکات توده‌ای کنار رودخانه‌ای مشـاهده می‌شـود. در بازه ٦ در هر دو کرانه حرکات توده‌ای کنار رودخانه‌ای مشـاهده گردید. بازه ۷ در کرانه راسـت شـواهد بیشـتری از حرکات‌توده‌ای نسـبت به کرانه چپ دارد و در بازه ۸ نسـبت به دیگر بازه‌ها میزان حرکات توده‌ای کنار رودخانه‌ای در هر دو کرانه قابل توجه اسـت. پوشـش‌گیاهی کرانه رود (ریپارین) کرانه راست بیشتر از کرانه چپ در بازه اول بوده اسـت. در بازه دوم در هر دو کرانه میزان پوشـش‌گیاهی برابر اسـت. در بازه سـوم پوشش‌گیاهی کرانه راست بیشتر از کرانه چپ است. در بازه چهارم پوشش‌گیاهی هر دو کرانه برابر است.

جدول ۳- خلاصه امتیازات شاخص‌های ناپایداری کرانه رود با روش CSI

متغیر / بازه‌ها		جنس رسوبات بستر	کرانه حفاظت شده	فرسایی بستر	درجهٔ محدودیت	فرسایش کرانه	حرکات توده‌ای کرانه	پوشش گیاهی ریپارین	اشکال رسوبی	مدل تکاملی	امتیاز	طبقه بندی
بازه ۱		۳	۱	۲	۰	٤	۱	۳،۵	۲	۲	۱۸،۵	ناپایداری متوسط
بازه ۲	چپ	٤	۱	۲	۰	۲	۰	۳	٤	۲	۱۸	ناپایداری متوسط
	راست	٤	۱	۳	۰	۲	۰	۳	٤	۲	۱۹	ناپایداری متوسط
بازه ۳		۲	۱	۲	۰	۱	۰	۲،۵	۲	۲	۱۳،۵	ناپایداری متوسط
بازه ٤		۲	۱	۳	۰	۲	۰	۲	۱	۳	۱٤	ناپایداری متوسط
بازه ۵		۱،۵	۱	۳	۰	۳	۱،۵	۱،۵	۰،۵	۳	۱۵	ناپایداری متوسط
بازه ٦		۲	۱	۲	۰	٤	۱	۲،۵	۱،۵	٤	۱۸	ناپایداری متوسط
بازه ۷		۲	۱	۳	۰	٤	۲،۵	۲،۵	۲	٤	۲۱	ناپایداری بسیارزیاد
بازه ۸		۲	۱	۳	۰	٦	۳،۵	۲	۲،۵	٤	۲٤	ناپایداری بسیارزیاد

در بازه پنجم پوشش‌گیاهی در هر دو کرانه برابر است. در بازه ششم کرانه چپ متراکم‌تر از کرانه راست است. بازه هفتم از پوشش‌گیاهی نسبتاً خوبی برخوردار هستند و در بازه ۸ کناره چپ متراکم‌تر از کناره راست می‌باشد. درصد رسوبات منفصل بازه اول در کناره راست بیشتر از کناره چپ می‌باشد. در بازه دوم، چهارم، پنجم و هشتم رسوبات منفصل دو کناره وضعیت مشابهی دارند. بازه سوم میزان رسوبات منفصل کناره راست بیشتر از کناره چپ است. در بازه ششم و هفتم، درصد رسوبات منفصل کناره چپ از کناره راست بیشتر است. با توجه به مدل مرحله تکاملی رود بازه‌های ۱،۲،۳ در مرحله فروسایی و حفر قرار دارد. بازه‌های ٤،٥ در مرحله رسوبگذاری و پهن‌شدگی قرار دارد، بازه‌های ٦،٧،٨ در مرحله فروسایی و پهن‌شدگی است (جدول ۳).

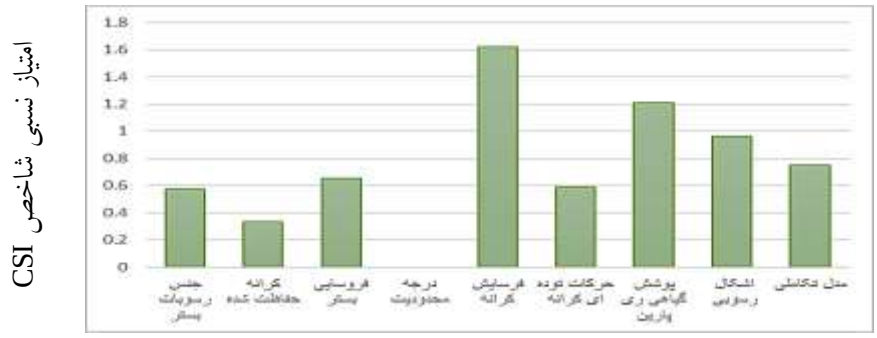


شکل ۱۱- وضعیت پایداری کانال در بازه‌های مورد مطالعه در رودخانه حاجی‌عرب با استفاده از مدل CSI

مجموع امتیازات این شاخص بین ۱۳/۵ تا ٢٤ متغیر است که بازه‌های ۱،۲،۳،٤،٥،٦ در وضعیت ناپایداری متوسط و بازه‌ها ۷،۸ در وضعیت ناپایداری بسیار زیاد قرار دارند.

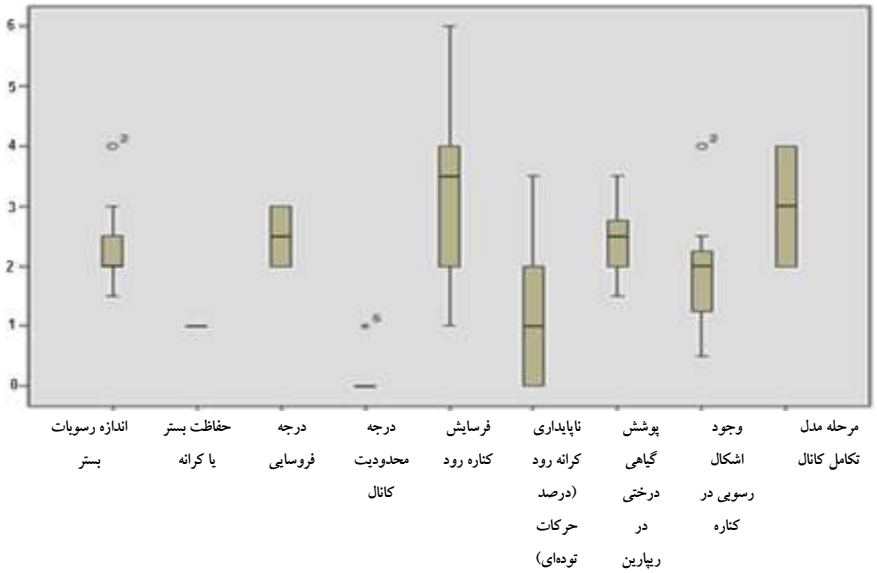
۳-۱- عوامل موثر در ناپایداری کناره در رودخانه حاجی عرب

الف) امتیاز نسبی: به منظور تعیین مؤثرترین پارامتر در هر شاخص از امتیازنسبی استفاده گردید. نتایج امتیاز نسبی شاخص CSI در قالب نمودار در شکل (۱۲) آمده‌است. براساس امتیاز نسبی بدست آمده از شاخص CSI مؤثرترین عوامل در ناپایداری کناره رودخانه به ترتیب عبارتنداز: فرسایش‌کناره، پوشش‌گیاهی ریپارین، اشکال رسوبی، مدل تکاملی رود، فروسایی‌بستر، جنس رسوبات بستر، حرکات توده‌ای و درجه محدودیت.



شکل ۱۲- امتیاز نسبی متغیرهای مختلف در روش CSI در بازه‌های مورد مطالعه

ب) نمودار جعبه‌ای: به منظور بررسی پراکندگی امتیازات بدست آمده از شاخص‌ها از نمودار جعبه‌ای استفاده شده است (شکل ۱۳). فرسایش کناره‌ای، ناپایداری کناره‌ای و مرحله تکامل کانال بیشترین پراکندگی را بین متغیرها داشته‌است. متغیر درجه محدودیت و حفاظت کناره به دلیل عدم وجود درصد فاقد نمودار هستند. در متغیر جنس رسوبات بستر و اشکال رسوبی مقادیری وجود دارد که حد خارجی داده‌ها را نشان می‌دهد. درجه فروسایی به دلیل اینکه در تمامی کناره‌ها مقادیر نزدیک به هم دارد انحراف کمتری از میانگین را نشان می‌دهد. در فرسایش کناره‌ای به دلیل اینکه بازه ۸ امتیاز ٦ و بازه ۳ امتیاز ۱ گرفته‌است پراکندگی زیادی در نمودار قابل مشاهده است.



شکل ۱۳- نمودار جعبه‌ای امتیازهای هر یک از متغیرها به صورت مجزا در مدل شاخص پایداری کانال(CSI)

٤- نتیجه گیری

هدف اصلی این تحقیق تعیین پتانسیل فرسایش‌پذیری و پایداری بازه‌های مورد مطالعه در رودخانه حاجی‌عرب بوده است؛ بنابراین به منظور طبقه‌بندی پایداری کناره‌های رودخانه حاجی‌عرب ۸ بازه از این رودخانه با استفاده از تکنیکRGA (ارزیابی سریع ژئومورفیک) مورد بررسی قرارگرفت.

در این پژوهش یکی از روش‌های ارزیابی سریع ژئومورفیک با عنوان پتانسیل فرسایش کناره (CSI) استفاده شده است براساس امتیازهای اختصاص‌یافته با این شاخص، بازه‌های مورد مطالعه از نظر پایداری تعیین شدند. نتایج نشان داد که در این رودخانه تمامی بازه‌ها (٦-١) به استثنا بازه ۸،۷ که در وضعیت ناپایداری بسیار زیاد قرار دارند(جدول۳) که این امر به دلیل تأثیر زیاد پارامتر فرسایش کناره (که پراگندگی داده‌ها نیز در نمودار باکس پلات مؤید این مسئله می‌باشد) و الگوی رودخانه در این دو بازه می‌باشد، تمامی بازه‌ها در گروه بازه‌هایی با ناپایداری متوسط قرارمی‌گیرند که این امر ناشی از تعدیل پارامترهای مؤثر در پایداری است (شکل۱۲).

امتیاز نسبی بدست‌آمده از نتایج شاخص پتانسیل فرسایش کرانه (CSI) نشان می‌دهد که ناپایداری کناره‌ها در رودخانهٔ حاجی‌عرب عمدتاً متأثر از فرسایش کناره در وهلهٔ اول و سپس پوشش‌گیاهی حاشیه‌کانال (ریپارین) و اشکال رسوبی می‌باشد؛ نمودار جعبه‌ای و پراکندگی داده‌ها در این دو پارامتر نیز این مسئله را تأیید می‌کند. این امر با الگوی کانال، پوشش‌گیاهی و جنس رسوبات کانال ارتباط معناداری دارد. پژوهش دیگری که با روش RGA توسط (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۷) در رودخانه سیمره انجام شده است نشان می‌دهد که کرانه‌های در شاخص CSI در طبقه‌بندی ناپایداری متوسط قرار دارند و مؤثرترین پارامترها در پایداری و ناپایداری رودخانه سیمره به ترتیب عبارتند از: فروسایی بستر، حرکات توده‌ای کرانه، فرسایش کرانه، مدل تکاملی رود در حالیکه در رودخانه حاجی عرب با تفاوت کمی بازه‌های ۷،۸ در گروه ناپایداری بسیار زیاد قراردارند و در این رودخانه فرسایش کرانه مؤثرترین عامل در پایداری و ناپایداری کرانه است.

بر اساس یافته‌های هیرن و همکاران (۲۰۱۲) برای اطمینان از یافته‌های حاصل نیاز است که همزمان با شاخص‌ها و مدل‌های دیگر تعیین پایداری استفاده شود و به تنهایی در پروژه‌های عمرانی مورد استفاده قرار نگیرد؛ در واقع مدل‌هایی که بر پایهٔ شاخص‌های ارزیابی سریع ژئومورفیک هستند، بیانگر وضعیت کنونی رودخانه هستند. این روش مدلی است که ارزیابی سریع، ارزان قیمت و نسبتاً ساده‌ای را به منظور تحلیل پایداری کناره‌های رودخانهٔ حاجی‌عرب برای ما امکان پذیر می‌کند.

براساس شرایط بازه‌ها می‌توان از روش‌های تلفیقی متعددی در جهت تثبیت و حفاظت دیواره رودخانه به کار برد. این روش‌ها شامل: روش‌های سازه‌ای (سازه‌های مقاوم به شکل روکش) و روش‌های طبیعی (نظیر پوشش‌گیاهی و تنه‌درختان) و روش‌های تلفیقی طبیعی و ساختمانی (استفاده همزمان از گابیون، مصالح ساختمانی با پوشش‌گیاهی) می‌شود. در این میان روش‌های تلفیقی از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی و زیبایی‌شناسی مناسب‌تر است و می‌توان در

امتداد رودخانه حاجی‌عرب به کار برد. لازم به ذکر اســـت که در این منطقه با توجه به مورفولوژی و جنس رســـوبات کرانه اسـتفاده از روش‌های حفاظت مسـتقیم دیواره‌ها کارایی بیشتری نسبت به روش‌های غیر مستقیم (انحراف جریان یا سازه‌های آرام کننده) جریان دارد.

کتابنامه

اسـفندیاری درآباد، فریبا؛ بخشـنده، رسول؛ رحیمی، مسعود؛ حاجی، خدیجه؛ مصطفی‌زاده، رئوف؛ ۱۳۹۹. طبقه‌بندی و تحلیل ژئومورفولوژیکی بخشـی از رودخانه حمزه‌خانلو با اسـتفاده از مدل رزگن. *هیدروژئومورفولوژی*. دوره ۷. شماره ۲۵، صص ۵۹-۳۹، doi.org/10.22034/hyd.2021.39301.1527

اسـماعیلی، رضـا؛ حسـین زاده، محمد مهدی؛ متولی، صـدرالدین؛ ۱۳۹۰. *تکنیک‌های میدانی در ژئومورفولوژی رودخانه‌ای*. چاپ اول. انتشارات لاهوت

اسـماعیلی، رضـا؛ محمدیان، راضیه؛ لرستانی، قاسم؛ ۱۳۹۷. تحلیل پایداری کرانه رود با استفاده از تکنیک‌های ارزیابی سـریع ژئومورفیک مطالعه موردی :رودخانه سـیمره در محدوده شـهرسـتان دره شـهر اسـتان ایلام. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی*، سال هفتم. شماره (۳). صص: ۷۰ – ۵۷

https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1397.7.3.4.2

اطمینان، زهرا؛ رستمی، میلاد؛ نصرتی، کاظم؛ ۱۳۹۹. بررسی پایداری کناره رودخانه طالقان در برابر فرسایش و راهکارهای مدیریتی آن با استفاده از روش تنش برشی لین. *اکوهیدرولوژی*. دوره ۷. شماره ۱. صص ۱۱۹-۱۱۱

https://dx.doi.org/10.22059/ije.2020.291934.1236

امیری‌تکلدانی، ابراهیم؛ صـمدی، امیر؛ رحیمی، حسـن؛ ۱۳۸٤. اثرات موقعیت و عمق ترک کشـشی در پایداری ساحل رودخانه. *مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی*. دوره ٦. شماره ۲۵. صص ۹٤-۷۷

آقا نباتی، علی؛ ۱۳۸۳. کتاب زمین شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.

حسـین زاده، محمد مهدی؛ اسـماعیلی، رضـا؛ ۱۳۹۷. برآورد فرسایش کناره‌ای رودخانه با استفاده از مدل BSTEM. *فصلنامه زمین شناسی ایران*، سال ۱۱. شماره ٤۵. بهار. صص ۷۰-۵۳.

http://geology.saminatech.ir/Article/9571

حسـین زاده، محمدمهدی؛ خالقی، سـمیه؛ رسـتمی، میلاد؛ ۱۳۹٦. مقایسـه روش‌های برآورد خطر فرسـایش کرانه‌ای با استفاده از مدل NBS) مطالعه موردی رودخانه گلالی قروه. مخاطرات محیط طبیعی، شماره ۱٤. صص ۱۵۲ -۱٤۱

https://dx.doi.org/10.22111/jneh.2017.3217

حسـین زاده، محمدمهدی؛ خالقی، سـمیه؛ واحدی فر، فراز؛ ۱۳۹٦. ارزیابی تغییرات مورفولوژیک و پایداری رودخانه قرانقوچای هشترود با استفاده از مدل BEHI. *هیدروژئومورفولوژی*. شماره ۱۰. صص ۱٦٤ – ۱٤۵.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.23833254.1396.4.10.8.7

رضـائی مقدم، محمدحسین؛ پیروزی نژاد، نوشین؛ ۱۳۹۳. بررسی تغییرات مجرا وفرسایش کناره‌ای در رودخانه گاماسیاب از سال ۱۳۳٤تا ۱۳۸۹. *نشریه علمی _ پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی*، سال ۱۸. شماره ٤۷. بهار. صص ۱۳۲-۱۰۹.

https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_1441.html

یمانی، مجتبی؛ ابراهیم خانی، نرگس؛ ۱۳۸۹. ارزیابی فرسایش پذیری سازندها از طریق رسوب شناسی آبرفت‌های معرف مطالعه موردی: حوضه حاجی عرب در استان قزوین. *مجله جغرافیا*. دوره ۸ شماره ۲٤. صص ٦۹_ ۸٦.

یمانی، مجتبی؛ سیامک شرفی؛ ۱۳۹۱. ژئومورفولوژی و عوامل مؤثر در فرسایش کناری رودخانه هررود در استان لرستان. *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، سال ۲۳. شماره **٤٥**. صص ۳۲ – ۱۵

https://journals.ui.ac.ir/article_18528_0.html

Bernhardt ES, Palmer MA, Allan JD, Alexander G, Barnas K, Brooks S, Carr J, Clayton S, Dahm C, Follstad-Shah J, Galat D, Gloss S, Oodwin P, Hart D, Hassett B, Jenkinson R, Katz S, Kondolf GM, Lake PS, Lave R, Meyer JL, O'Donnell TK, Pagano L, Powell B, Sudduth E., 2005. Synthesizing U.S. River Restoration Efforts. Science, 308: 636–637.

Coryat M., 2014. Analysis of the Bank Assessment for Non-point Source Consequences of Sediment (BANCS) Approach for the Prediction of Streambank Stability and Erosion along Stony Clove Creek in the Catskills. Master of Science Thesis, Syracuse University.

De Rose RC, Basher LR., 2011. Measurement of river bank and cliff erosion from sequential LIDAR and historical aerial photography. Geomorphology 126: 132–147.

Gray DH, Leiser AT., 1982. Bio-Technical slope Protection and Erosion Control". Van Nostrand Reinhold Company inc, New York.

Heeren DM, Mittelstet AR, Fox GA, Storm DE, Al-Madhhachi AT, Midgley TL, Stringer AF, Stunkel KB, Tejral RD., 2012. Using rapid geomorphic assessments to assess stream bank stabililty in Okkahmoma Ozarak streams. American Society of Agricultural and Biological Engineers 55(3): 957-968

Johnson PA, Gleason GL, Hey RD., 1999. Rapid assessment of channel stability in Vivtiny of road crossing. Journal of Hydraulic Engineering 125(6) : 645-651.

Jorge DA, Macelo HG., 2006. RVR Meander: A Toolbox for Re-meandering of Channelized Streams. Computers & Geosciences 32: 92-101

Lawler DM., 1993. The measurement of river bank erosion and lateral channel change: a review. Earth Surf Process Landf 18: 777–821.

Petersen MS., 1986. River Engineering. Prentice-Hall

Rosgen DL., 2001. A Practical Method for Computing Stream Bank Erosion Rate.In: Pages 9–15 in Proceedings of the 7th Federal Interagency SedimentationConference, Mar 25–29, U.S. Interagency Committee on Water Resources, Sub-committee on Sedimentation, Reno, Nevada, 9–15.

Sarma JN, Borah D, Goswam U., 2007. Change of river channel and bank erosion of the Burhi Dihing river (ASSAM), assessed using remote sensing and GIS. Remote Sensing 35(1): 93-100.

Simon A, Downs PW., 1995. An interdisciplinary approach to evaluation of potential instability in alluvial channels. Geomorphology 12(3): 215-232.

Simon A, Hupp CR., 1986. Channel Evolution in Modified Tennessee Channels. Proceedings of the Fourth Interagency Sedimentation Conference, 2:74 -82.

Simon A, Klimetz L., 2008. Magnitude, frequency and duration relations for suspended sediment in stable (reference) southeastern streams. Journal of the American Water Resources Association 44: 27-39.

Thakur PK, Laha C, Aggarwal SP., 2012. River bank erosion hazard study of river Ganga upstream of Farakka barrage using remote sensing and GIS. Nat Hazards 61: 967–987.

Zainal Abidin R, Sulaiman MS, Yusoff N., 2017. Erosion risk assessment: A case study of the Langat River bank in Malaysia. International Soil and Water conservation research 5: 26-35. doi.org/10.1016/j.iswcr.2017.01.002

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp.57-75 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI:10.22067/geoeh.2021.69984.1047 Open access

Mapping and Quantitative Identification of Regions Sensitive to Land Degradation in South of Isfahan Province using Modified MEDALUS Model

Akram Mashadi[a], Reza Jafari[b*]

[a] *Master in Combating Desertification, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran*
[b] *Associate Professor in Remote Sensing, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran*

Received: 22 April 2021 ***Revised: 7 August 2021*** ***Accepted: 4 September 2021***

Abstract

Mapping land degradation is essential for appropriate management. In this study, the potential of revised MEDALUS model and its integration with fuzzy logic in land degradation crisis mapping was investigated in the Semirom County of Isfahan Province with more than 380 mm of rainfall. The study area has a semi-arid climate. Most of annual precipitation occurs in winter while less in summer. Altitude in the area is relatively high, ranging from 1707 to 4393 m, with the peaks in the Zagros Mountains. Due to large altitudinal range and human activity influences, there are a large number of vegetation types and a range of conditions in the rangelands. In recent years, grazing and other activities such as the construction of the Hana Dam and land use changes, have degraded the existing rangelands, especially those around the agricultural lands in Semirom County. First, based on the characteristics of the study area, six desertification indicators including climate, soil, vegetation, groundwater, water erosion, and management quality were selected. Then, 25 indices affecting the quality of each indicator were mapped and assigned a value between 0 and 1 using fuzzy logic option in GIS environment at pixel- size scale. The results showed that 7% of the study area is classified as slight, 84% as moderate and 14% as severe degradation. Results also showed that management, water erosion and vegetation indicators and the indices of the rangeland land use, vegetation resistance against erosion and rainfall were the most important factors with more than 70% effectiveness in the land degradation of the study area. The results indicate that the conversion of rangelands to agricultural land, overgrazing and drought are main factors of land degradation crisis in the study area.

Keywords: Environmental Hazard, Land Degradation, Revised MEDALUS, Semirom

* Corresponding author: Reza Jafari E-mail: reza.jaffari@iut.ac.ir Tel: +983133911023

How to cite this Article: Mashhadi, A., & Jafari, R. (2022). Mapping and Quantitative Identification of Regions Sensitive to Land Degradation in South of Isfahan Province using Modified MEDALUS Model. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 57-75.
DOI:10.22067/geoeh.2021.69984.1047

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.69984.1047

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۷۵-۵۷

مقاله پژوهشی

پهنه‌بندی و تشخیص کمی اراضی حساس به تخریب جنوب استان اصفهان با استفاده از مدل مدالوس

اکرم مشهدی- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
رضا جعفری[1] - دانشیار سنجش‌ازدور دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۵/۱۶ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۶/۱۳

چکیده

پهنه‌بندی تخریب اراضی برای مدیریت بهینه آن‌ها لازم و ضروری است. در پژوهش حاضر پتانسیل مدل مدالوس اصلاح شده و تلفیق آن با منطق فازی برای پهنه‌بندی بحران تخریب اراضی در شهرستان سمیرم استان اصفهان با مساحت ۵۲۲۴ کیلومترمربع موردبررسی قرار گرفته است. در گام اول، بر اساس وضعیت منطقه، شش معیار شامل اقلیم، خاک، پوشش گیاهی، آب زیرزمینی، فرسایش آبی و مدیریت با بیست‌وپنج شاخص، برای ارزیابی میزان تخریب اراضی، مد نظر قرار گرفت. شاخص‌ها بر اساس میزان تأثیرشان بر فرایند تخریب، کمی و به هرکدام از آن‌ها طبق منطق فازی امتیازی بین ۰ تا ۱ داده شد و در مقیاس پیکسل موردبررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ۲ درصد از سطح منطقه در کلاس خفیف تخریب، ۸۴ درصد منطقه در کلاس متوسط و ۱۴ درصد منطقه در کلاس شدید قرار دارد. از میان معیارها موردمطالعه کیفیت مدیریت، کیفیت پوشش گیاهی و کیفیت فرسایش آبی دارای بالاترین امتیاز و از میان شاخص‌ها، شاخص حفاظت پوشش گیاهی در برابر فرسایش، کاربری مرتع و بارندگی بیش از ۷۰٪ در تخریب منطقه نقش داشتند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی، چرای بیش‌ازحد دام و خشکسالی از عوامل اصلی ایجاد بحران تخریب اراضی در منطقه مطالعاتی می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: مخاطره محیطی، تخریب اراضی، مدالوس اصلاح شده، سمیرم

---

۱ نویسنده مسئول: ۰۳۱۳۳۹۱۱۰۲۳ Emal:reza.jafari@iut.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله :

مشهدی, اکرم, جعفری, رضا. (۱۴۰۱). پهنه‌بندی و تشخیص کمی اراضی حساس به تخریب جنوب استان اصفهان با استفاده از مدل مدالوس اصلاح شده .*جغرافیا و مخاطرات محیطی* ,۱۱(۱). صص ۷۵-۵۷

https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.69984.1047

۱- مقدمه

تخریب زمین در حال تبدیل شدن به یکی از مسائل زیست‌محیطی عمده در سرتاسر جهان است (وارن[1]، ۲۰۰۲؛ باریو[2]، ۲۰۲۱). این مخاطره محیطی، هم از نظر شدت و هم اندازه در بسیاری از نقاط دنیا رشد فزاینده‌ای دارد، به‌طوری‌که بیش از ۳۹/۷ درصد از اکوسیستم‌های خشکی یا حدود ۱۳ میلیون را شامل می‌شود (بای[3]، ۲۰۰۸؛ جدی فا و همکاران، ۲۰۲۱). ازاین‌رو روند روزافزون تخریب منابع در بسیاری از نقاط جهان، تهدیدی جدی برای بشریت است (زهتابیان و جعفری، ۱۳۸۲؛ پراوالی[4] ۲۰۲۱). تخریب سرزمین به معنی کاهش یا از دست رفتن توان زیستی یا اقتصادی و تبدیل اراضی دیم، آبی، مرتع، چراگاه، جنگل و بوته‌زار در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب ناشی از بهره‌برداری از سرزمین یا ترکیبی از فرآیندها ازجمله فعالیت‌های انسانی و بهره‌برداری ناپایدار از سرزمین است (دماوندی و همکاران،۱۳۹۳؛ سربازی و همکاران، ۱۳۹۹).

امروزه برای بررسی عوامل مؤثر در تخریب اراضی؛ مدل‌ها، شاخص‌ها و معیارهای زیادی ابداع شده است و به‌طور گسترده در جهان و کشورمان از آن‌ها استفاده می‌شود (اکبری[5] و همکاران، ۲۰۲۰؛ ماتین و بهرا[6]، ۲۰۲۰). ولی هرکدام از این مدل‌ها دارای مزایا و معایبی می‌باشند که برای استفاده از آن‌ها در مناطق دیگر باید اصلاحات خاصی روی آن‌ها اعمال شود. به‌منظور جلوگیری از تخریب اراضی، ارائه راه‌حلی توانمند ضروری است. مناسب‌ترین راه برای تهیه و تخمین شدت تخریب اراضی استفاده از مدل‌سازی است. برای ارزیابی و تهیه نقشه تخریب اراضی تاکنون تحقیقات مختلفی در داخل (میمندی و همکاران، ۱۳۹۹) و خارج از کشور (پیروویچ و همکاران[7]، ۲۰۲۱) صورت گرفته که منجر به ارائه مدل‌های منطقه‌ای فراوان شده ، اما مدلی برای ایران مناسب است که با توجه به شرایط این سرزمین باشد. پروژه مدالوس با هدف بررسی بنیادی در تخریب اراضی کشورهای مدیترانه‌ای در سال ۱۹۹۰ توسط کمیسیون اروپا پیشنهاد شد. این پروژه ۹ سال به طول انجامید و در سال ۱۹۹۹ مدلی برای ارزیابی و تهیه نقشه تخریب اراضی تحت عنوان مدالوس[8] ارائه شد، که در آن چهار معیار کیفیت خاک، کیفیت اقلیم، کیفیت پوشش گیاهی و کیفیت مدیریت به‌عنوان معیارهای کلیدی تخریب اراضی تعریف شدند و با نقشه نهایی تخریب اراضی با میانگین هندسی از معیارهای مذکور به دست آمد (کاسماس و همکاران[9]، ۱۹۹۹).

1 Warren
2 Barrio
3 Bai
4 Prăvălie
5 Akbari
6 Matin and Behera
7 Perovic et al
8 Mediterranean Desertification and Land Use, MEDALUS
9 Kosmas et al

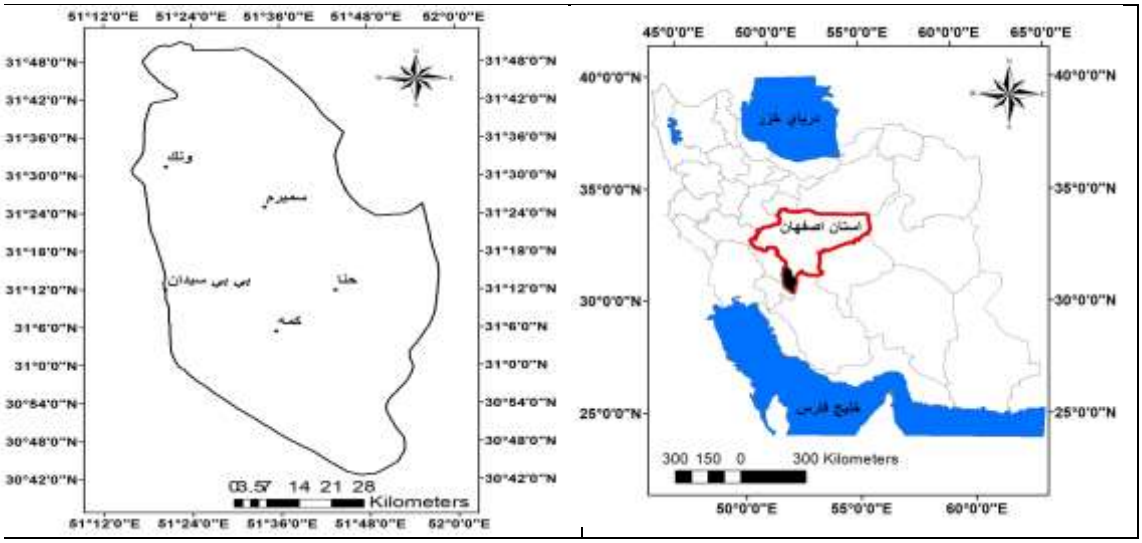
بررسی حساسیت اراضی به تخریب با استفاده از مدل مدالوس در جنوب غرب اسپانیا نشان داد که نقشه تخریب اراضی تهیه شده طی این تحقیقات نسبت به سایر مدل‌ها بهتر و با شرایط طبیعی سازگارتر است (رینالدس[1]، ۲۰۰۸). در مطالعه انجام شده در منطقه غرب آسیا جهت تهیه نقشه تخریب اراضی، فرآیندهایی چون تخریب پوشش گیاهی، فرسایش آبی، فرسایش بادی و شوری خاک به‌عنوان مهم‌ترین فرآیندهای تخریب در نظر گرفته شده‌اند (هراشه و تاتیشی[2]، ۲۰۰۰). بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی و پوشش سطح روی تخریب منابع در حوضه‌های آبخیز دریاچه کینگ در چین به این نتیجه رسیدند که حوضه نام برده شدیداً آسیب‌پذیر و حساس به تغییرات اقلیم و مداخله‌های انسانی بوده و با بررسی دوره زمانی ۱۹۹۷ تا ۲۰۰٤ مشخص شد که روند تخریب اراضی رو به افزایش است و عوامل اصلی به‌طورکلی نتیجه فعالیت‌های انسانی ازجمله افزایش جمعیت، چرای بیش‌ازحد مجاز و سیاست غلط به کار برده در بهره‌برداری از منابع است (لی و همکاران[3]، ۲۰۰۹). در مطالعه‌ای در صوفیکم – منگالی در شمال غربی استان گلستان مشخص شد که اطلاعات لازم برای وزن‌دهی معیارها در روش مدالوس از بررسی‌های میدانی، داده‌های هواشناسی و مطالعات پوشش گیاهی در منطقه قابل دست‌یابی است ولی معیارهای به کار رفته در مدل‌های فائویونپ و آکادمی علوم ترکمنستان احتیاج به آمار طولانی‌مدت دارند که چنین آماری در ایران و به‌ویژه در مناطق خشک بسیار دشوار و یا اصلاً یافت نمی‌شود. همچنین ذکر شد که به علت نبود یک مدل جامع برای ارزیابی و تهیه نقشه تخریب در منطقه خزری و نزدیکی شرایط مناطق مدیترانه‌ای و خزری، می‌توان از روش مدالوس اصلاح شده برای تهیه نقشه تخریب منطقه و مناطق مشابه استفاده نمود (هنردوست و همکاران[4]، ۲۰۱۱). نتایج مطالعه دیگر در منطقه فیدویه-گرمشت با مدل اصلاح شده مدالوس نشان داد در حدود ۳۸ درصد از منطقه در وضعیت متوسط و ۹ درصد در کیفیت بالا قرار دارد. هم‌چنین ۵۳ درصد از منطقه در وضعیت نامناسب کیفی است که خود از عوامل اصلی تخریب به‌حساب می‌آید(سپهر، ۱۳۸٤؛ جعفری و همکاران، ۱۳۹۸). با توجه به روند صعودی تخریب اراضی در مناطق خوب آب و هوایی مانند مناطق نیمه‌خشک ایران (جعفری و همکاران[5]، ۲۰۱۷)، هدف پژوهش حاضر شناسایی، پهنه‌بندی و ارزیابی وضعیت تخریب اراضی در شهرستان نیمه‌خشک سمیرم استان اصفهان با استفاده از مدل مدالوس و تلفیق این مدل با منطق فازی برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر است.

1 Reynolds
2 Harasheh and Tateishi
3 Li et al
4 Honardoust et al
5 Jafari et al

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه موردمطالعه

شـهرسـتان سـمیرم با وسـعتی معادل ۵۲۲۴ کیلومترمربع در ۱۶۵ کیلومتری جنوب شـهر اصـفهان، در عرض جغرافیایی ۳۱°۵۰′- ۳۰°۴۰′ جنوبی-شـمالی و طول جغرافیایی ۵۱°۶۰′- ۵۱°۱۵′ غربی-شـرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شـده اسـت (شـکل ۱). از شـمال با شـهرستان‌های شهرضا و دهاقان، از شرق با استان فارس، از جنوب با استان کهکیلویه و بویراحمد و از غرب با اسـتان چهارمحال و بختیاری همسایگی دارد. متوسط ارتفاع آن از سطح دریا ۲۴۰۰ متر اسـت و رشـته‌کوه دنا از سـلسله جبال زاگرس که مرتفع‌ترین قله آن دنا (با ۴۴۰۹ متر ارتفاع) است؛ از شمال غرب تا جنوب شـرقی این شـهرسـتان کشـیده شـده است و باعث شده این منطقه کوهستانی به‌صورت یک ناحیه ییلاقی و سـردسـیر مطرح گردد. اقلیم منطقه بر اسـاس طبقه‌بندی گوسـن، نیمه اسـتپی سـرد اسـت. متوسط میزان بارندگی این شـهرسـتان بیش از ۳۸۰ میلی‌متر و غالباً به‌صورت برف است. بادهای عمومی در منطقه سمیرم در جهت جنوب غرب غالب هسـتند. وزش باد در فصـل بهار پر تلاطم و در فصـل پاییز آرام‌ترند، حداکثر سرعت باد در منطقه به ۳۰ کیلومتر در سـاعت می‌رسـد (یغمایی و همکاران[1]، ۲۰۰۹). این شـهرستان از ۲ بخش، ۶ دهستان، ۴ شهر و ۱۰۶ روستا تشکیل شـده که طبق آمار موجود دارای جمعیتی معادل ۲۵۱۹۸ نفر شـهرنشـین، ۶۵۹۵۵ نفر روستایی و ۵۸۷۲۵ نفر از طوایف مختلف ایل قشقایی می‌باشند که به منطقه کوچ نموده و حداقل ۵ ماه از سال را در این شهرستان سپری می‌نمایند.



شکل ۱- موقعیت منطقه موردمطالعه: الف) در ایران و جنوب استان اصفهان، ب) شهرستان سمیرم

1 Yaghmaei et al

۲-۲- روش تحقیق

قبل از استفاده مدل مدالوس، با بررسی مطالعات صورت گرفته در منطقه سمیرم و همچنین بازدیدهای صحرایی، معیارها و شاخص‌های مدل بازنگری و با توجه به شرایط محلی و اقلیمی حاکم بر منطقه، از ٦ معیار و ۲۵ شاخص برای تهیه نقشه تخریب منطقه استفاده گردید. معیارهای مورداستفاده شامل موارد ذیل بودند: معیار خاک (شاخص‌های بافت سطحی، عمق، زهکشی، شیب اراضی و مواد مادری)، معیار اقلیم (شاخص‌های بارندگی، تبخیر و تعرق و شاخص خشکی)، معیار آب زیرزمینی (شاخص‌های هدایت الکتریکی، کلر، افت سطح آب، کل مواد جامد محلول و نسبت جذب سدیم)، معیار فرسایش آبی (شاخص‌های هفتگانه روش بی آلام[1])، معیار مدیریت (شاخص‌های نوع کاربری اراضی و عملیات مدیریتی) و معیار پوشش گیاهی (شاخص‌های تاج پوشش گیاهی، مقاومت به خشکی و حفاظت در برابر فرسایش). لایه اطلاعاتی هر یک از شاخص‌ها در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه و بر اساس منطق فازی امتیازی بین ۰ تا ۱ اختصاص داده شد (پیوست). برای این منظور از تحلیل‌گر عضویت فازی و از نوع تابع خطی استفاده گردید. کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار هر شاخص بر اساس تأثیر آن در مقدار تخریب امتیازدهی گردید. به‌طور مثال، کم‌ترین امتیاز به حداکثر پوشش گیاهی و بیش‌ترین امتیاز به حداقل پوشش گیاهی داده شد. بدین گونه که امتیاز صفر برای بهترین حالت (حداقل تخریب) و امتیاز ۱ برای بدترین حالت (حداکثر تخریب) در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌های معیار خاک از نقشه خاک ۱/۲۵۰۰۰۰ اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان اصفهان، لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌های معیار اقلیم از داده‌های اقلیمی سازمان هواشناسی کشور و توسط روش‌های کریجینگ، لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌های معیار آب زیرزمینی از داده‌های آب منطقه‌ای استان و با استفاده از روش‌های کریجینگ، لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌های معیار مدیریت از نقشه کاربری و پوشش اراضی استان، لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌های معیار پوشش گیاهی از نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ پوشش گیاهی استان و لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌های معیار فرسایش آبی از نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ روش بی آلام موجود در استان استخراج شدند. امتیاز هر معیار با محاسبه میانگین هندسی امتیازات شاخص‌های مربوط به آن تعیین گردید (کاسماس[2] و همکاران، ۱۹۹۹) (رابطه ۱).

$$W_x = (W_1 \times W_2 \times \ldots \times W_n)^{\frac{1}{n}}$$ **رابطه ۱**

که در آن W_x امتیاز مربوط به هر معیار، $W_{(1,2,n)}$ امتیازهای مربوط به هر شاخص و n تعداد شاخص‌ها است. بعدازاینکه امتیاز شاخص‌ها بررسی و با بهره‌گیری از میانگین هندسی، نقشه وضعیت برای هر معیار محاسبه شد. در

1 Bureau of Land Management, BLM
2 Kosmas

پایان نقشه نهایی که نشان‌دهنده شدت تخریب[1] در منطقه است از میانگین هندسی معیارهای یاد شده مطابق رابطه زیر به دست آمد (رابطه ۲).

$$DS = (W_S \times W_C \times W_{GW} \times W_V \times W_M \times W_E)^{\frac{1}{6}}$$ رابطه ۲

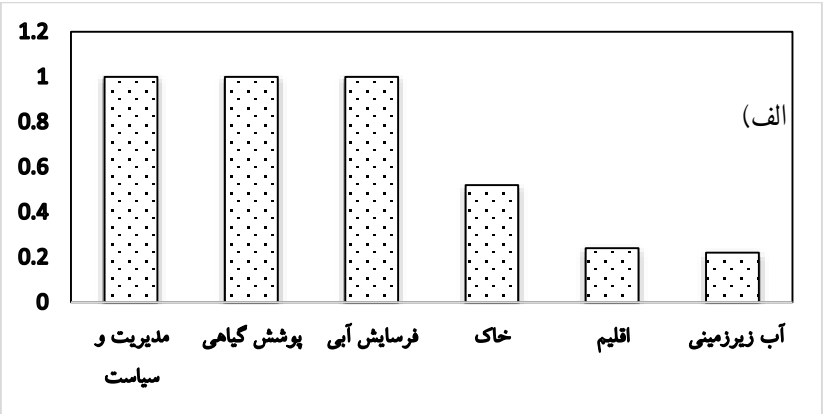
در این رابطه، W_S امتیاز معیار خاک، W_C امتیاز معیار اقلیم، W_{GW} امتیاز معیار آب زیرزمینی، W_V امتیاز معیار پوشش گیاهی، W_M امتیاز معیار مدیریت و سیاست و W_E امتیاز معیار فرسایش آبی است. پس از محاسبه امتیاز وضعیت تخریب منطقه مطالعاتی، کلاس‌های تخریب با توجه به جدول ۱، تعیین گردید.

جدول ۱- کلاس‌های وضعیت تخریب اراضی در منطقه مطالعاتی

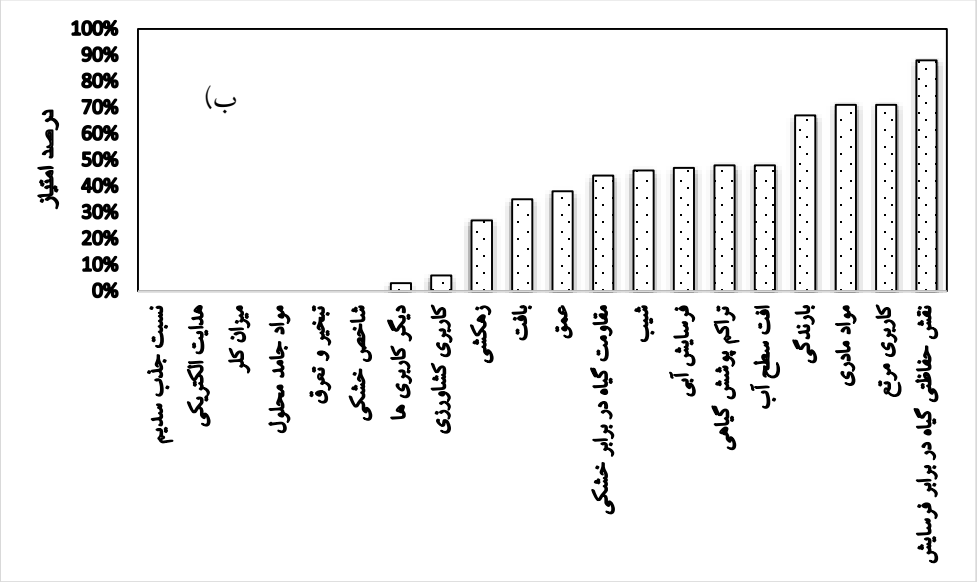
نوع ارزیابی	کلاس‌های وضعیت تخریب			
کیفی	خفیف	متوسط	شدید	بسیار شدید
کمی	۰ – ۰/۲۵	۰/۲۵ – ۰/۵	۰/۵ – ۰/۷۵	۰/۷۵ – ۱

۳- نتایج و بحث

بر اساس نتایج به دست آمده، پس از ارزیابی و امتیازدهی شاخص‌های مربوط به هر معیار و محاسبه میانگین هندسی امتیازات، امتیازات شش معیار مورد ارزیابی به دست آمد. نتایج شکل ۲ نشان می‌دهد که از بین معیارهای موردمطالعه بر اساس مقادیر منطق فازی معیار کیفیت مدیریت و سیاست، معیار کیفیت پوشش گیاهی و معیار کیفیت فرسایش آبی به ترتیب، حائزِ بالاترین امتیاز بودند. از میان شاخص‌های تخریب، شاخص حفاظت در برابر فرسایش، شاخص کاربری مرتع و شاخص مواد مادری بیش از ۷۰٪ در تخریب منطقه نقش دارند.



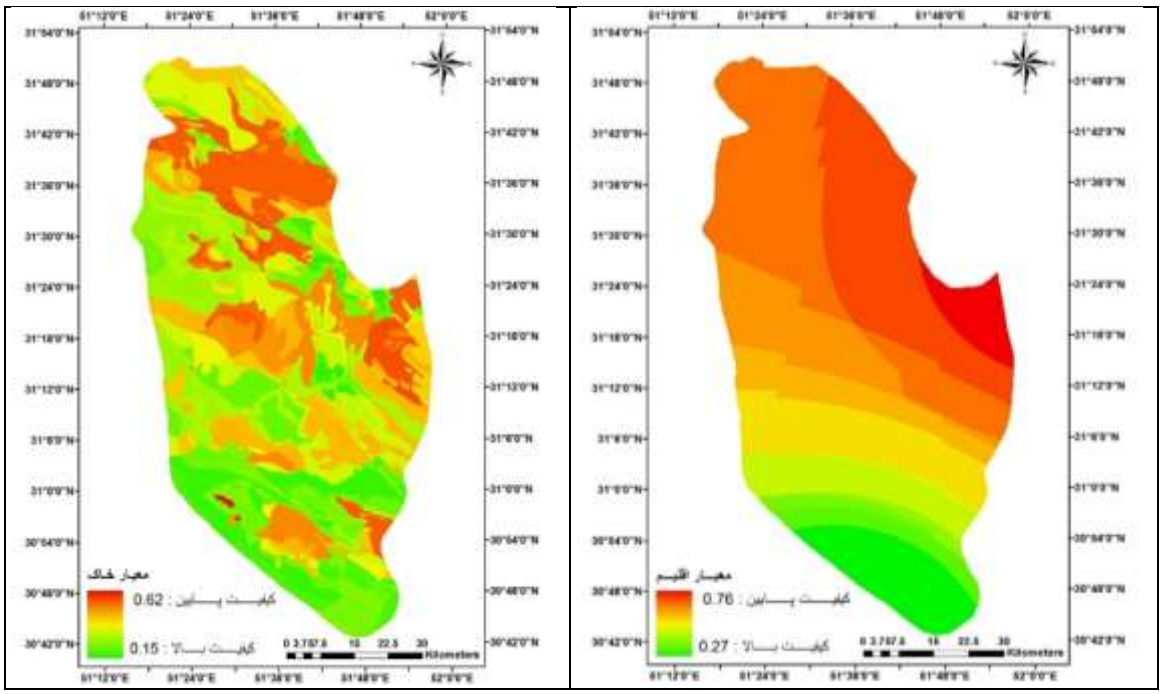
1 Degradation Severity, DS

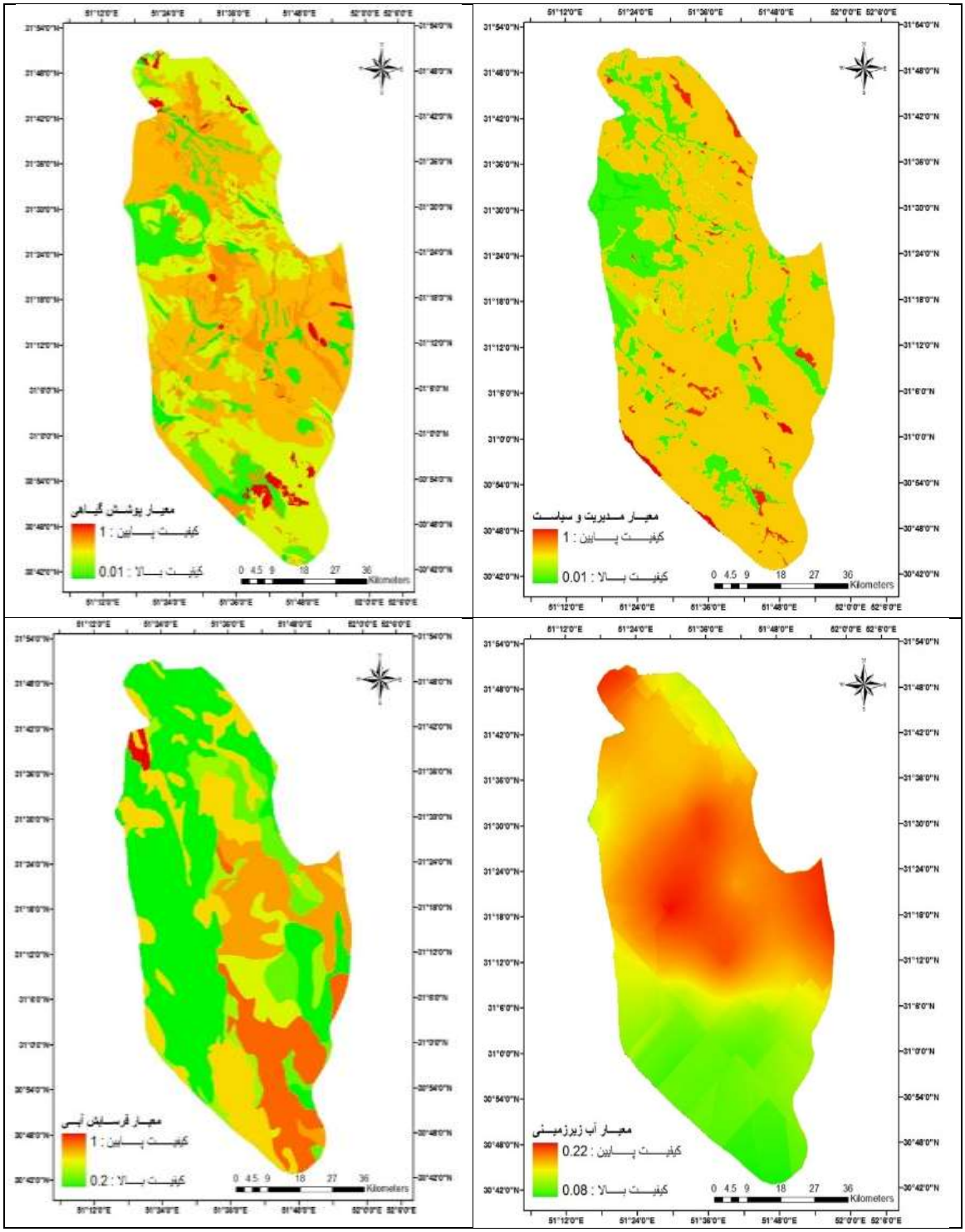


شکل ۲- مقایسه امتیاز معیارها بر اساس منطق فازی بین ۱-۰ (الف) و شاخص‌ها برحسب درصد (ب) در منطقه مطالعاتی

تأثیر هریک از معیارهای شش‌گانه در تخریب منطقه به‌صورت تغییرات مکانی در شکل ۳ نشان داده شده است. مطابق این شکل، منطقه موردمطالعه از لحاظ معیار اقلیم در کلاس‌های متوسط، شدید و بسیار شدید تخریب قرار گرفت. در بین شاخص‌های معیار اقلیم، شاخص بارندگی با امتیاز (۰/۸ – ۰/۵) بیش‌ترین تأثیر و پارامترهای شاخص خشکی و تبخیر و تعرق در اولویت بعدی تخریب قرار داشتند (شکل ۲). طبق نقشه معیار وضعیت خاک بیش از ۸۰٪ منطقه از لحاظ کیفیت معیار خاک در کلاس متوسط و خفیف تخریب و کمتر از ۲۰٪ منطقه در کلاس تخریب شدید قرار می‌گرفت. در بین شاخص‌های مربوط به معیار خاک، شاخص‌های مواد مادری و شیب بیش‌ترین تأثیر و شاخص‌های بافت خاک، عمق و زهکشی خاک تأثیر کمتری را در تخریب منطقه داشتند. مطابق نقشه معیار کیفیت مدیریت، رشد فزاینده تخریب در این منطقه توسط مدیریت نادرست صورت گرفته است. این معیار در کاربری‌های متفاوت اراضی، جداگانه و با شاخص‌های متمایز، ارزیابی شد که مراتع سمیرم، بیش‌ترین تأثیر و کاربری را در بالا بودن امتیاز این معیار داشت. با توجه به کوهستانی و سردسیر بودن، مراتع منطقه ییلاق محسوب شده و عمدتاً در فصل بهار و تابستان مورد بهره‌برداری دام قرار می‌گیرند، با وسعتی قریب به ۳۱۰ هزار هکتار دارای تولیدی برابر با ۷۹ هزار تن است که قرار است نیاز غذایی حدود ٦٤٦٥١٣ واحد دامی موجود را تأمین نماید، درصورتی‌که دام مجاز ۳۲۸۲۲۷ به مدت ۱۳۰ روز است. بر اساس آمار موجود، حدود دو برابر واحد دامی از این مراتع استفاده می‌کنند؛ بنابراین، حدود ۳۱۸۲۸٦ دام مازاد در مراتع شهرستان موجود است که عامل اصلی تخریب این مراتع شده است (جعفری و همکاران، ۲۰۱۷). در کاربری مرتع دو شاخص تخریب مرتع و فشار چرا ارزیابی و امتیاز آن‌ها تعیین شد.

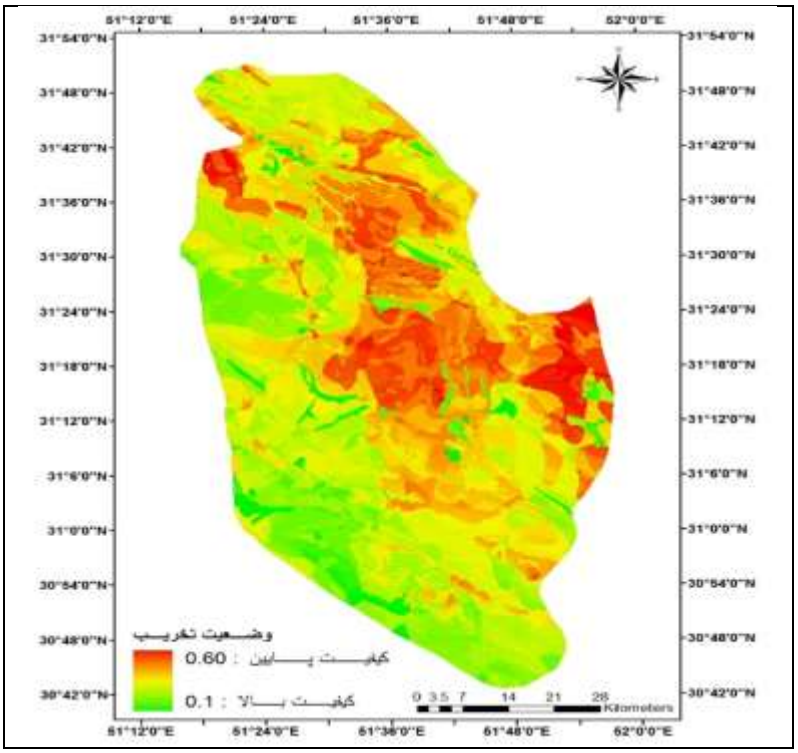
چرای مفرط در مراتع منطقه موجب تخریب کیفیت خاک و پوشش گیاهی موجود شده و به‌تدریج، قابلیت چرایشان کمتر شده است. طبق نتایج به دست آمده ۵۳٪ از منطقهٔ موردمطالعه از نظر معیار کیفیت پوشش گیاهی دارای امتیاز ۱– ۰/۵ و در کلاس شدید و بسیار شدید تخریب قرار دارد. امتیاز شاخص‌های معیار پوشش گیاهی نشان می‌دهد که شاخص حفاظت در برابر فرسایش بیش‌ترین تأثیر را در تخریب منطقه دارد. این شاخص با امتیاز (۱ – ۰/۵) و اختصاص ۸۸٪ از سطح منطقه دارای بیش‌ترین میزان تأثیر در تخریب منطقه است. منطقه موردمطالعه از لحاظ کیفیت آب زیرزمینی مشکلی چندانی نداشته و در کلاس خفیف تخریب قرار دارد. نتایج نشان داد در بین شاخص‌های معیار آب زیرزمینی، شاخص افت آب زیرزمینی با دامنه امتیاز (۰/۶۱– ۰/۵)، با اختصاص ۴۸٪ از سطح منطقه بیشترین تأثیر و شاخص‌های هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، مواد جامد محلول و میزان کلر کمترین تأثیر را تخریب منطقه داشتند. با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، فرسایش آبی تقریباً نیمی از مساحت (۴۷٪) منطقه تحت تأثیر خود قرار داده و در کلاس شدید و بسیار شدید تخریب قرار دارد. مطابق این معیار، ۴۲٪ منطقه در کلاس خفیف و ۱۱٪ منطقه در کلاس متوسط پهنه‌بندی گردید.





شکل ۳- نقشه تغییرات مکانی تخریب هر یک از معیارهای شش‌گانه در منطقه مطالعاتی

پس از میانگین هندسی از معیارهای موردبررسی، نقشه نهایی وضعیت تخریب در منطقه موردمطالعه به دست آمد. طبق شکل ٤، نقشه وضعیت تخریب که بر اساس جدول ١ طبقه‌بندی گردید، ٢ درصد از سطح منطقه در کلاس خفیف تخریب، ٨٤ درصد منطقه در کلاس متوسط تخریب و ١٤ درصد منطقه در کلاس شدید تخریب قرار دارد. با توجه به نقشه وضعیت تخریب می‌توان نتیجه گرفت که تخریب در مرکز و شرق منطقه که شامل اراضی کشاورزی، دیم‌زارها و مراتع فقیر می‌باشد زیاد است.



شکل ٤- نقشه وضعیت تخریب اراضی در منطقه مطالعاتی

در این تحقیق، به‌منظور ارزیابی وضعیت تخریب شهرستان سمیرم، به ارائهٔ مدلی منطقه‌ای و یا اصلاح شده مدالوس اقدام شد. اساس این مدل بر پایه روش مدالوس بوده است. ولی علاوه بر چهار معیار اصلی مدل مدالوس، دو معیار دیگر یعنی آب زیرزمینی و فرسایش آبی نیز اضافه گردید. هم‌چنین مبنای امتیازدهی براساس روش فازی صورت گرفت و تغییرات تخریب اراضی به‌صورت پیکسل به پیکسل مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به اینکه بیش از نیمی از اراضی کشور ایران تحت اقلیم‌های خشک و فراخشک است، ازاین‌رو بیشتر پژوهش‌های ارزیابی تخریب و بیابان‌زایی در گذشته در مناطق خشک و بسیار خشک انجام شده و با توجه به مزایای بسیار زیاد روش مدالوس ازجمله جمع‌آوری آسان داده‌های موردنیاز، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و امکان استفاده از معیارها

و شـاخص‌ها با توجه به شـرایط منطقه، باعث شـده اسـتفاده از این مدل نیز در کشـور ما پیش‌ازاین بیشـتر در مناطق خشـک و بیابانی مد نظر قرار گیرد. ازاین‌رو به علت نبود یک مدل جامع برای ارزیابی و تهیه نقشـه تخریب در مناطق نیمه‌خشـک و نزدیکی شرایط منطقه موردمطالعه به منطقه مدیترانه‌ای، در پژوهش حاضر از روش مدالوس اصلاح شده برای تهیه نقشه تخریب اراضی منطقه نیمه‌خشک مطالعاتی استفاده کرد.

با توجه به توسـعه کشـاورزی و بالا رفتن مصـرف آب و کاهش بارش در منطقه، میزان برداشـت از سـفره‌های آب زیرزمینی بالا رفته و میزان افت آب زیاد اسـت. همچنین به دلیل تعداد زیاد دامدار و بهره‌برداری مشـاع از مراتع و به‌تبع آن، سـبقـت گرفتن در اسـتفاده بیش‌ازحد از مراتع، عدم اطلاع دامداران از اصـول صـحیح مرتع‌داری، عدم آگاهی دسـتگاه‌های مسـئول مشـارکت‌کننده با قوانین سـازمان متبوع و در مواردی زیر پا نهادن قوانین و هم‌چنین واقف نبودن عموم از نقش و ارزش پوشـش گیـاهی در حفاظت از منابع پایه تولید، روند تخریب همچنان در منطقه ادامه دارد. در مطالعه‌ای که هنردوسـت و همکاران(۲۰۱۲) در پهنه‌بندی وضـعیت بیابان‌زایی حوضـه آبخیز تروت- گنبد کاووس با اسـتفـاده از روش مـدالوس انجـام دادنـد نیز مهم‌ترین معیارهای مؤثر در تخریب و بیابان‌زایی منطقه را، کیفیت پایین مدیریت و تخریب پوشـش گیاهی مطرح کردند. حسـین‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) در بررسـی عوامل مؤثر در بیابان‌زایی منطقه خمین از بین شـاخص‌های به کار گرفته شده در معیار خاک، شاخص مواد مادری و بافت به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین نقش را در افزایش کلاس تخریب خاک و بیابان‌زایی منطقه عنوان کردند. در منطقه سـمیرم نیز مواد مادری یکی از شـاخص‌های مؤثر در افزایش کلاس تخریب خاک منطقه بوده و بعدازآن شـاخص شـیب اراضـی مؤثرترین شـاخص به‌دسـت آمد. قاسـمی(۱۳۸۵) وضـعیت بیابان‌زایی منطقه زابل را با اسـتفاده از مدل مدالوس با تکیه بر آب و خاک و نیز معیار کاربری اراضـی موردبررسـی قرار داد و به این نتیجه رسـید که از میان شـاخص‌ها، زهکشـی خاک بیشـترین تأثیر را در روند بیابان‌زایی منطقه داشـته است. درصورتی‌که در منطقه سمیرم شاخص زهکشی خاک کمترین تأثیر را در بالا بردن امتیاز معیار خاک به خود اختصـاص داد. در بین شـاخص‌های معیار آب زیرزمینی، شـاخص افت آب زیرزمینی با دامنه امتیاز (۰/٦۱- ۰/۵)، با اختصـاص ٤٨٪ از سـطح منطقه به‌عنوان مؤثرترین شـاخص در این معیار تشـخیص داده شـد. با توجه به توسـعه کشاورزی و بالا رفتن مصرف آب و کاهش بارش، میزان برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی بالا رفته و میزان افت آب زیاد اسـت. زهتابیان و همکاران (۱۳۸۷) نیز با بررسـی معیارهای آب و خاک در بیـابـان‌زایی منطقه عین خوش دهلران، شـاخص افت آب زیرزمینی از معیار تخریب منابع آب را یکی از مؤثرترین عوامل در تخریب منطقه دانسـتند. هم‌چنین عباسی و همکاران (۱۳۹۳) با ارزیابی کمی وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس در دشـت شـمیل هرمزگان به این نتیجه رسـیدند که شـاخص افت آب زیرزمینی به‌عنوان مؤثرترین شـاخص در معیار آب زیرزمینی اسـت. در تخریب منطقه سمیرم نیز شاخص افت آب، نقش بسزایی را ایفا می‌کند اما با توجه به اینکه شـاخص‌های دیگر معیار آب زیرزمینی تأثیر بسـیار کمی در تخریب این منطقه دارند و امتیازات این شـاخص‌ها در هم ضـرب و از آن‌ها میانگین هندسی گرفته می‌شود نقش این شاخص را کم‌رنگ کرده است. بخشنده

مهر و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی وضعیت فعلی بیابان‌زایی در دشت سگزی استان اصفهان به این نتیجه رسید که دو معیار اقلیم و مدیریت و اعمال سیاست‌های اجرایی نامناسب، مهم‌ترین عوامل بیابانی شدن منطقه است. هم‌چنین پروری‌اصل و همکاران(۱۳۸۹) و عامری و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی مقایسه‌ای عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس به ترتیب در منطقه نیاتک سیستان و حوضه شاهرود–بسطام به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین عامل بیابان‌زایی مربوط به شاخص اقلیمی بوده است. در منطقه سمیرم نیز معیار اقلیم، یکی از معیارهای مهم در تخریب منطقه شناخته شد.

٤- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی پتانسیل مدل مدالوس اصلاح شده و تلفیق آن با منطق فازی در شناسایی و پهنه‌بندی مخاطره محیطی تخریب اراضی در شهرستان نیمه‌خشک سمیرم استان اصفهان صورت گرفت. مطابق نتایج، مدل مذکور کارایی بالایی در منطقه مطالعاتی داشته و بر اساس آن، از میان ٦ معیار بررسی شده، معیار کیفیت مدیریت، معیار کیفیت پوشش گیاهی و معیار کیفیت فرسایش آبی به ترتیب دارای بالاترین امتیاز و از میان شاخص‌های تخریب، شاخص حفاظت در برابر فرسایش، شاخص کاربری مرتع و شاخص مواد مادری بیش از ۷۰ درصد در تخریب منطقه نقش دارند. نقشه نهایی استخراج شده از تلفیق این شاخص‌ها با منطق فازی نشان داد که بیش از ۹۸ درصد منطقه مطالعاتی دارای تخریب متوسط و شدید است که نیازمند توجه و مدیریت بهینه است. با توجه به اینکه وجود پوشش گیاهی بالا در منطقه مهم‌ترین عامل بازدارنده تخریب اراضی است، می‌توان با اجرای طرح‌های حفظ و احیا منابع پایه تولید (آب، خاک و گیاه) در بهبود وضعیت پوشش گیاهی قدم برداشت.

کتابنامه

بخشنده‌مهر، لیلا؛ ۱۳۸۵. ارزیابی کمی وضعیت فعلی بیابان‌زایی در شرق اصفهان و ارائه یک مدل منطقه‌ای با تکیه بر روش مدالوس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی. دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان.

پروری‌اصل، سید هدایت؛ پهلوانروی، احمد؛ مقدم‌نیا، علیرضا؛ ۱۳۸۹. بررسی مقایسه‌ای عوامل مؤثر بر روند بیابان‌زایی با استفاده از مدل ESAs در منطقه نیاتک سیستان. *مجلهٔ جنگل و مرتع*. شماره ۲، ۱-۹.

جعفری، حسن؛ اکبری، مرتضی؛ کاشکی، محمدتقی؛ بدیعی نامقی، سید حمزه؛ ۱۳۹۸. مقایسه کارایی دو مدل IMDPA و ESAs جهت مدیریت ریسک خطر بیابان‌زایی منطقه عمرانی گناباد در جنوب غربی استان خراسان رضوی. مجله علمی خشک بوم ، شماره ۹(۱). ٥٤-۳۹.

http://aridbiom.yazd.ac.ir/article_1542.html

حسین‌زاده، محمدمهدی؛ نصرتی، کاظم؛ محمدی، فیروزه؛ ۱۳۹۳. بررسی عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی، پهنه‌بندی مناطق آسیب‌پذیر و پیشنهاد راهکارهای مؤثر برای کاهش پدیده بیابان‌زایی در منطقه خمین. *آمایش سرزمین*. شماره ٦. ۱۲۹-۱۵۹.

دماونـدی، علی‌اکبر؛ جعفریـان، ویـدا؛ رحیمی، محمد؛ ۱۳۹۳. کاربردهای سـنجش‌ازدور در ارزیابی و پایش تخریب سرزمین و بیابان‌زایی. *مجلهٔ جنگل و مرتع*. شماره ۱۰۰. ۲۰-۷.

زهتابیان، غلامرضـا؛ جعفری، رضا؛ ۱۳۸۲. تعیین شدت تخریب منابع آب در منطقه کاشان با استفاده از مدل بیابان‌زایی. *فصلنامه محیط‌شناسی*. شماره۳۰. ۳۰-۱۹.

زهتابیان، غلامرضا؛ احمدی، حسن؛ آزادنیا، فرزاد؛ ۱۳۸۷. بررسی معیارهای آب و خاک در بیابان‌زایی منطقه عین خوش دهلران (دشت ابوغویر). *پژوهش و سازندگی*. شماره ۲۱ (٤). ۱٦۲-۱٦۹.

سـربازی، محبوبه؛ اونق، مجید؛ محمدیان بهبهانی، علی؛ اکبری، مرتضـی؛ ۱۳۹۹. ارزیابی و مدل‌سازی تغییرات زمانی-مکانی کاربری اراضـی در گسـترش شـدت بیابان‌زایی مناطق خشـک شمال شرق ایران (سرخس). مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی. شماره ۹ (۲). ۱۸-۱. https://dx.doi.org/10.22067/geo.v9i2.85890

سـپهر، عادل؛ ۱۳۸٤. ارزیابی کمی وضـعیت بیابان‌زایی با استفاده ازRS وGIS جهت ارائه یک مدل منطقه‌ای (با تأکید بر روش MEDALUS). پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه شیراز. شیراز.

عباسـی، امیر؛ امانی، حبیب‌اله؛ زارعیان، مجتبی؛ ۱۳۹۳. ارزیابی کمی وضـعیت بیابان‌زایی با اسـتفاده از مدل مدالوس و سـیسـتم اطلاعات جغرافیایی در دشـت شـمیل هرمزگان. *مجله کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی*. شماره ۱. ۱۰٦-۹۵. https://girs.bushehr.iau.ir/article_516604.html

عرب عامری، علیرضـا؛ رامشـت، محمدحسین؛ رضایی، خلیل؛ سهرابی، مسعود؛ ۱۳۹۸. ارزیابی کمی خطر بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس اصلاح شده، مطالعه موردی: حوزه آبخیز شاهرود-بسطام. *مجله مهندسی و مدیریت آبخیز*. شماره ۱۱. ۵۰۸-۵۲۲. https://dx.doi.org/10.22092/ijwmse.2018.116048.1371

قاسـمی، محمد؛ ۱۳۸۵. بررسـی معیارها و شـاخص‌های بیابان‌زایی با تکیه بر آب و خاک جهت ارزیابی و تهیه نقشـه بیابان‌زایی (مطالعه موردی زابل). پایان‌نامه کارشـناسـی ارشـد بیابان‌زدایی. دانشـکده منابع طبیعی. دانشـگاه تهران. تهران.

میمندی پاریزی، صـدیقه؛ طالعی، محمد؛ کاظمی‌نیا، عبدالرضـا؛ ۱۳۹۹. ارزیابی شـدت تخریب اراضـی غرب و شـمال غرب خوزستان با استفاده از روش مدالوس. *فصلنامه آمایش جغرافیایی فضا*. شماره ۳۷. ۱۷۵-۱۹٤. https://dx.doi.org/10.30488/gps.2019.172178.2999

Akbari M, Shalamzari MJ, Memarian H, Gholami A., 2020. Monitoring desertification processes using ecological indicators and providing management programs in arid regions of Iran. Ecological Indicators 111: 106011. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.106011.

Bai ZG, Dent, DL, Olsson L, Schaepman ME., 2008. Global Assessment of Land Degradation and Improvement Identification by remote sensing. Report 2008/01(GLADA Report 5), ISRIC – World Soil Information, Wageningen, 70p.

Barrio G, Sanjuán, ME, Martínez-Valderrama J, Ruiz A, Puigdefábregas J., 2021. Land degradation means a loss of management options. Journal of Arid Environments 189: 104502. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104502.

Gedefaw MG, Geli HME, Abera TA., 2021. Assessment of Rangeland Degradation in New Mexico Using Time Series Segmentation and Residual Trend Analysis (TSS-RESTREND). Remote Sensing 13: 10.3390/rs13091618.

Honardoust F, Nikoo AA, Ghezelseflou A., 2012. Zonation of current status of desertification in Trouti basin. The First National Conference on Desertification, International Research Center, Tehran, Iran, p. 52-59.

Honardoust, F, Ownegh M, Sheikh, V., 2011. Assessing current status of desertification in the Sofikam – Mangali plain, northwest of the Golestan Province. Iranian Journal of Water and Soil Conservation 18(3): 213-220.

Harasheh, H, Tateishi R., 2000. Desertification Mapping of West Asia -A GIS and remote sensing application, Center for Environmental Remote Sensing (CEReS), Chiba University, Chiba, Japan.

Jafari R, Bashari H, Tarkesh M., 2017. Discriminating and monitoring rangeland condition classes with MODIS NDVI and EVI indices in Iranian arid and semi-arid lands. Arid Land Research and Management 31(1): 94-110. https://doi.org/10.1080/15324982.2016.1224955.

Kosmas C, Ferrara A, Briasouli H, Imeson A., 1999. Methodology for mapping environmentally sensitive areas (ESAs) to desertification. In the MEDALUS project Mediterranean desertification and land use – Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. Brussels, Belgium, European Commission.

Li XY, Ma YJ, Xu HY, Wang JH, Zhang, DS., 2009. Impact of land use and land cover change on environment degradation in lake Qinghi watershed, northeast Qinghi plateau. Land Degradation and Development 20: 69-83. https://doi.org/10.1002/ldr.885.

Matin S, Behera MD., 2020. Studying evidence of land degradation in the Indian Ganga River basin—A Geoinformatics approach. Environmental Monitoring and Assessment, 191(3), 803. 10.1007/s10661-019-7694-7.

Perović V, Kadović R, Đurđević V, Pavlović D, Pavlović M, Čakmak D, Pavlović P., 2021. Major drivers of land degradation risk in Western Serbia: Current trends and future scenarios. Ecological Indicators 123: 107377. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107377.

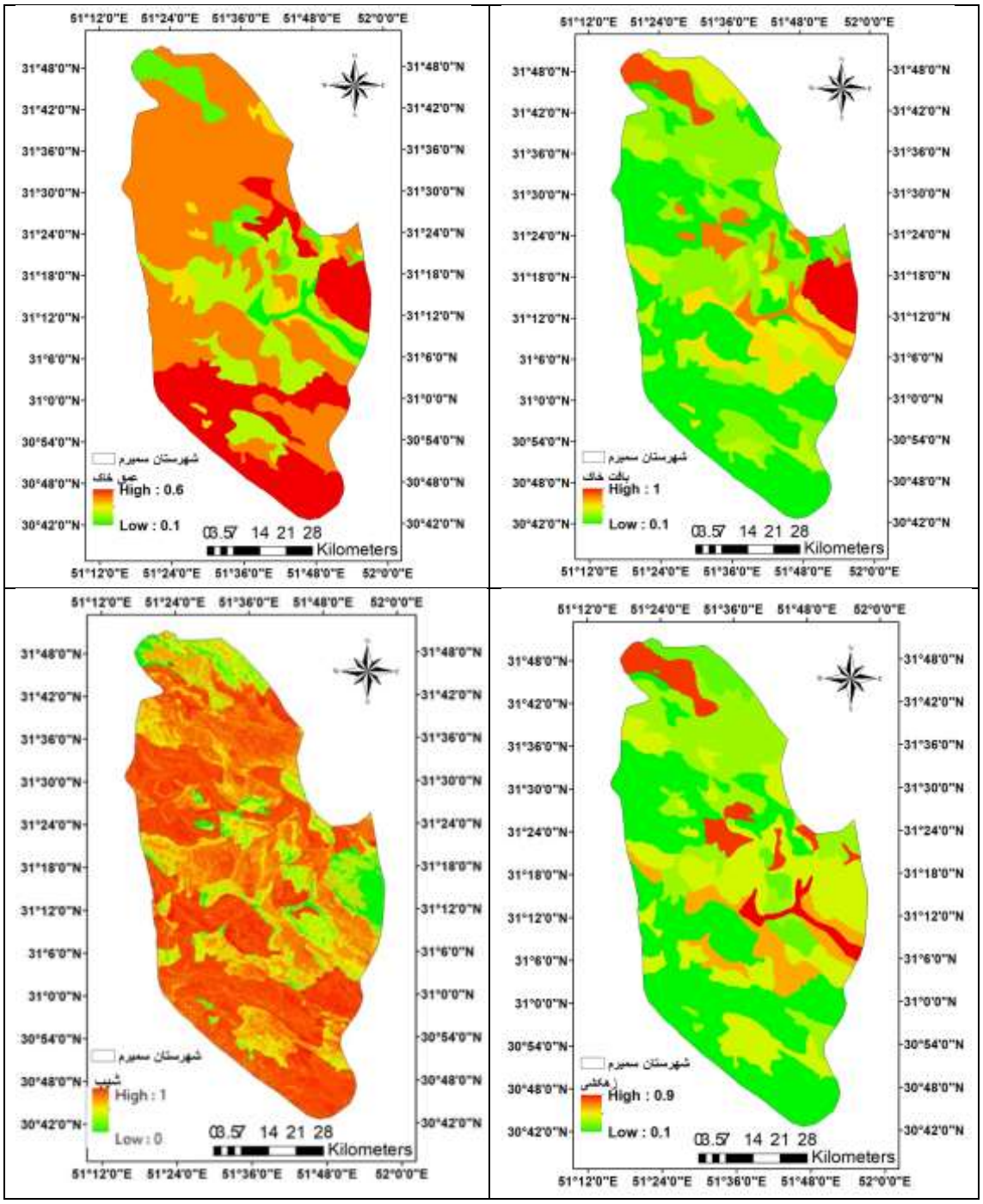
Prăvălie R., 2021. Exploring the multiple land degradation pathways across the planet. Earth-Science Reviews 220:103689.https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103689.

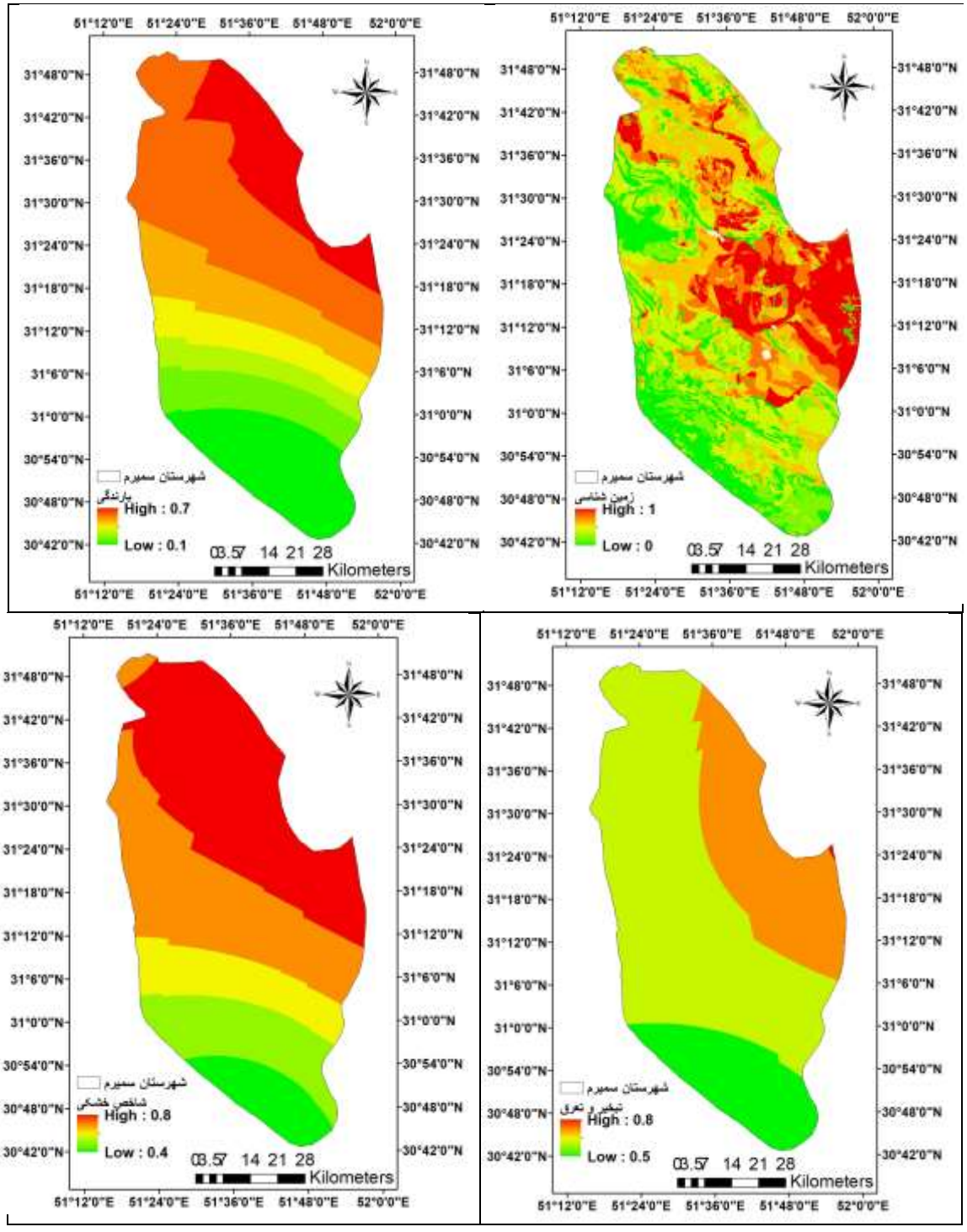
Reynolds JF., 2008. Cutting through the confusion: Desertification, an old problem viewed through the lens of a new framework, the Dry Lands Development Paradigm (DDP). Dry Lands, Deserts and Desertification Conference, December 14-17, Ben-Gurion University of the Negev, Sede Boqer Campus.

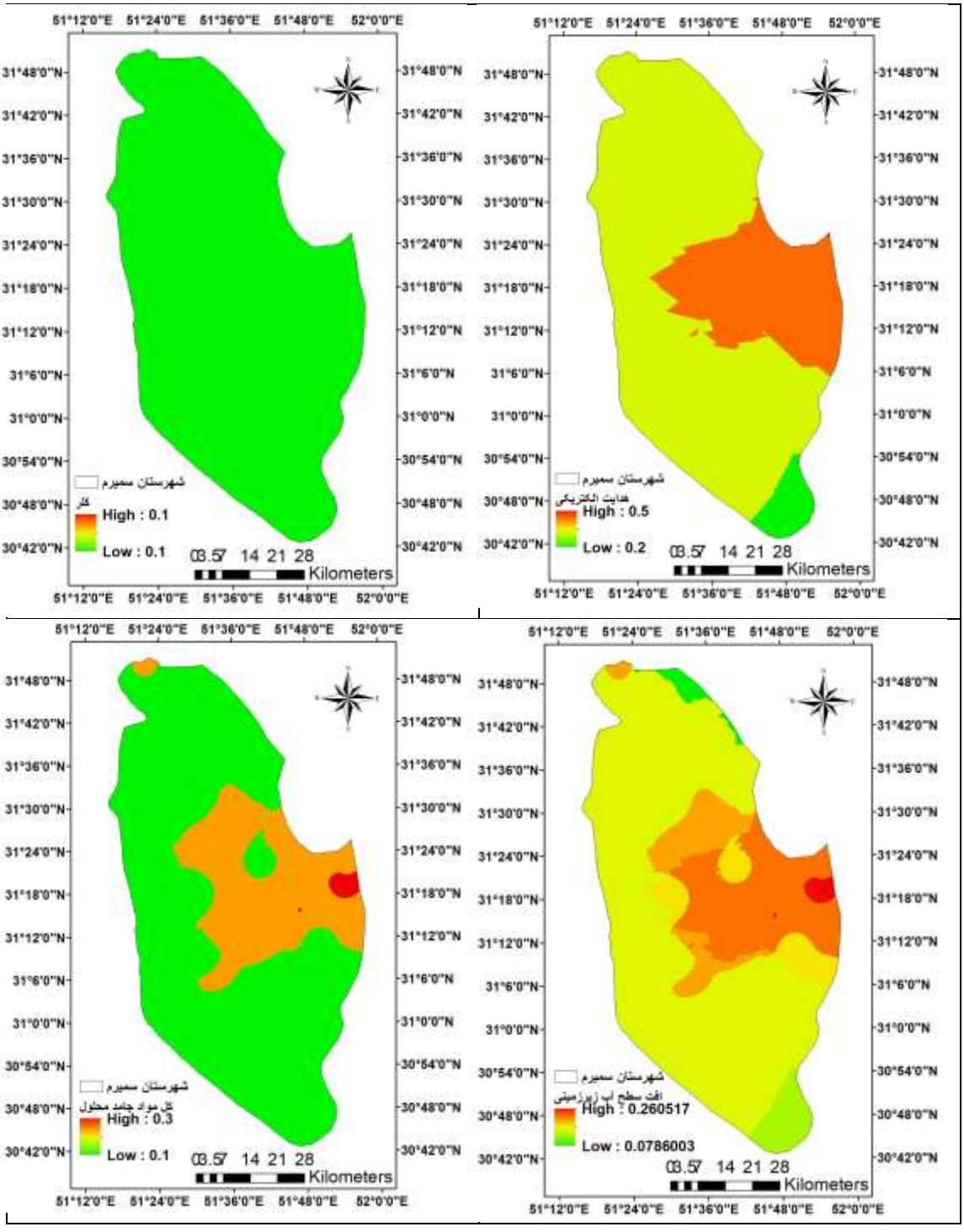
Warren A., 2002. Land degradation is contextual. Land degradation and development 13: 449-459. https://doi.org/10.1002/ldr.532.

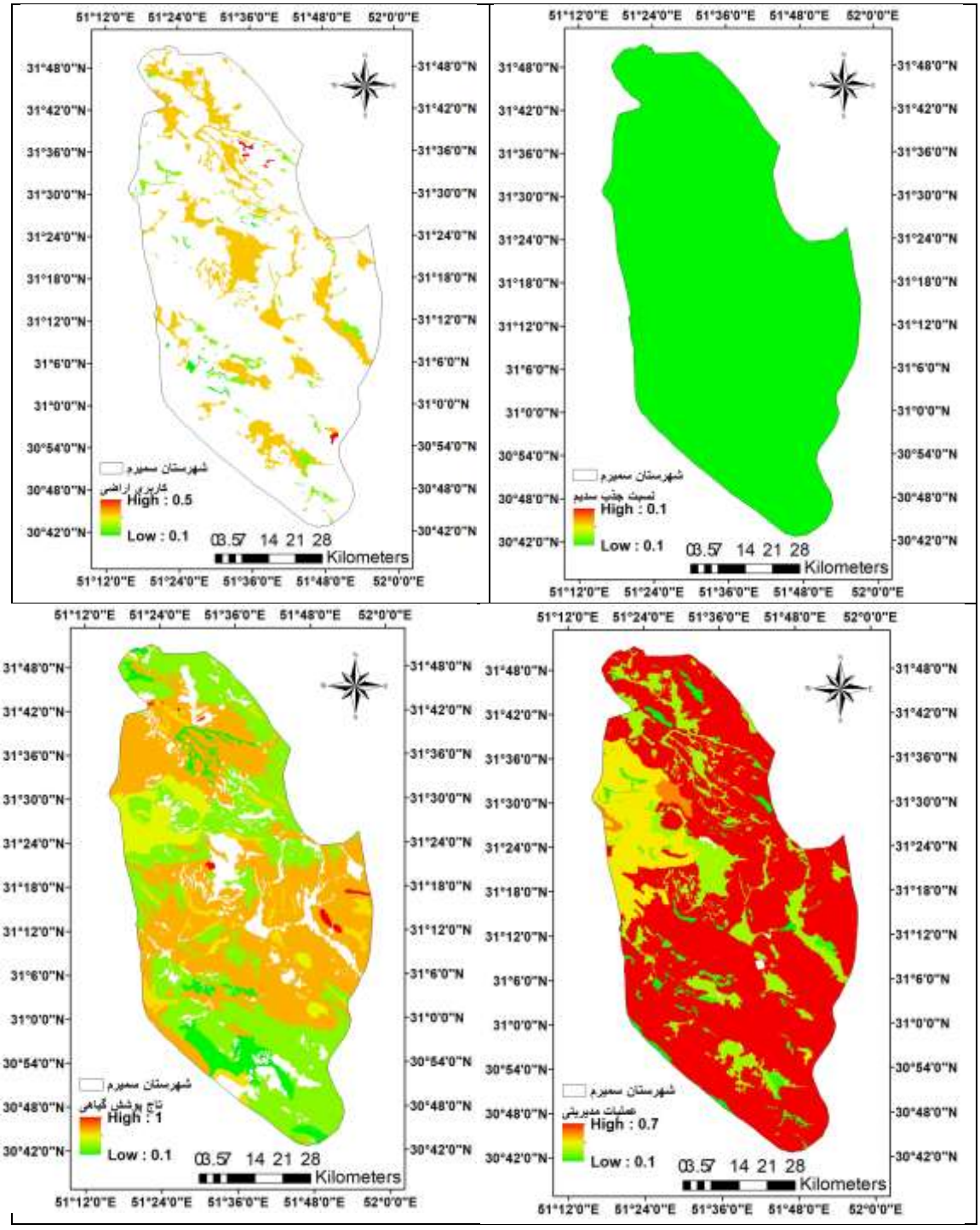
Yaghmaei L, Soltani S, Khodagholi M., 2009. Bioclimatic classification of Isfahan province using multivariate statistical methods. International Journal of Climatology 29(12): 1850-1861. https://doi.org/10.1002/joc.1835.

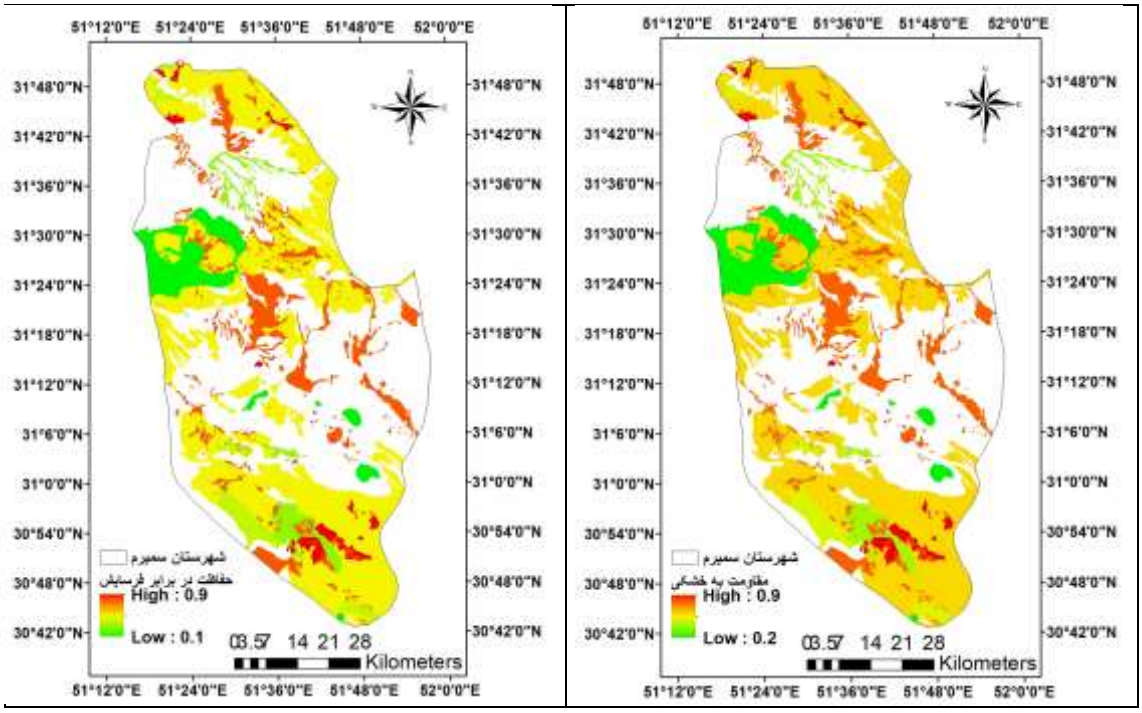
پیوست: پهنه‌بندی شاخص‌های مورد استفاده در هر یک از معیارهای مطالعاتی




51°12'0"E 51°24'0"E 51°36'0"E 51°48'0"E 52°0'0"E
31°48'0"N 31°42'0"N 31°36'0"N 31°30'0"N 31°24'0"N 31°18'0"N 31°12'0"N 31°6'0"N 31°0'0"N 30°54'0"N 30°48'0"N 30°42'0"N
شهرستان سمیرم
پارندگی
High : 0.7
Low : 0.1
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers
شهرستان سمیرم
زمین شناسی
High : 1
Low : 0
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers
شهرستان سمیرم
شاخص خشکی
High : 0.8
Low : 0.4
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers
شهرستان سمیرم
تبخیر و تعرق
High : 0.8
Low : 0.5
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers


51°12'0"E 51°24'0"E 51°36'0"E 51°48'0"E 52°0'0"E
31°48'0"N 31°42'0"N 31°36'0"N 31°30'0"N 31°24'0"N 31°18'0"N 31°12'0"N 31°6'0"N 31°0'0"N 30°54'0"N 30°48'0"N 30°42'0"N
شهرستان سمیرم
کلر
High : 0.1
Low : 0.1
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers
شهرستان سمیرم
هدایت الکتریکی
High : 0.5
Low : 0.2
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers
شهرستان سمیرم
کل مواد جامد محلول
High : 0.3
Low : 0.1
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers
شهرستان سمیرم
افت سطح آب زیرزمینی
High : 0.260517
Low : 0.0786003
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers


51°12'0"E 51°24'0"E 51°36'0"E 51°48'0"E 52°0'0"E
31°48'0"N 31°42'0"N 31°36'0"N 31°30'0"N 31°24'0"N 31°18'0"N 31°12'0"N 31°6'0"N 31°0'0"N 30°54'0"N 30°48'0"N 30°42'0"N
شهرستان سمیرم
تاثیر بر اراضی
High : 0.5
Low : 0.1
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers
شهرستان سمیرم
تمیت جذب سدیم
High : 0.1
Low : 0.1
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers
شهرستان سمیرم
تاج پوشش گیاهی
High : 1
Low : 0.1
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers
شهرستان سمیرم
عملیات مدیریتی
High : 0.7
Low : 0.1
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers


51°12'0"E 51°24'0"E 51°36'0"E 51°48'0"E 52°0'0"E
31°48'0"N 31°42'0"N 31°36'0"N 31°30'0"N 31°24'0"N 31°18'0"N 31°12'0"N 31°6'0"N 31°0'0"N 30°54'0"N 30°48'0"N 30°42'0"N
شهرستان سمیرم
حفاظت در برابر فرسایش
High : 0.9
Low : 0.1
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers
شهرستان سمیرم
مقاومت به خشکی
High : 0.9
Low : 0.2
0 3.5 7 14 21 28
Kilometers

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp.77-97 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2021.71679.1093 Open access

Dynamic Analysis of Flood Risk using HEC-RAS Hydraulic Model (Case Study: Shahinshahr River, Isfahan Province)

Seyed Meysam Moshashaie[a], Roya Panahi[b*], Mitra Moshashaie[c]

[a] *Expert in River Engineering, Navandish Water Processors Consulting Engineers Company, Kurdistan, Iran*
[b] *PhD in Geomorphology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*
[c] *MSc in Surveying (Remote Sensing), Faculty of Civil Engineering, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran*

Received: 8 August 2021 ***Revised: 15 September 2021*** ***Accepted: 22 September 2021***

Abstract

Flooding is a natural phenomenon and the risk of its occurrance in urban areas is a global issue. Rapid urbanization and climate changes have increased the risk of urban flooding, leading to massive infrastructure and human losses. The aim of this study was geomorphological zoning of Shahinshahr River flood risk. Therefore, the HEC-RAS numerical model was used to simulate the flood. The geometric data was processed in GIS by HEC–GEORAS extension. The return periods of 25, 50, and 100 years of catchment area as well as its physiographic characteristics including area, length of main stream, CN curve number, concentration time, latency in the watershed were entered into the HEC-HMS software. Accordingly, the maximum flood discharge with different return periods were calculated whereby the river area was devided into three reaches. Finally, manning's roughness coefficient was calculated for each reach that the Manning roughness coefficient was calculated using the Coon method. The results show that the flood zone in the 25-year return period includes 0.948 km^2, 1.13 km^2 in the 50-year return period, and 1.34 km^2 of the lands along the Shahinshahr River in the 100-year return period. In the last reach, due to the reduction of the slope and the flow velocity, the flood zone has become wider than other periods.

Keywords: Flood Simulation, Flood Risk, Shahinshahr River, HEC-RAS

* Corresponding author: Roya panahi E-mail: r_panahi@sbu.ac.ir Tel: 09187373702

How to cite this Article: Moshashaie, S. M., Panahi, R., & Moshashaie, M. (2022). Dynamic Analysis of Flood Risk using HEC-RAS Hydraulic Model (Case Study: Shahinshahr River, Isfahan Province) (Cass Study: Shahinshahr River, Isfahan Province). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 77-97.

Doi:10.22067/geoeh.2021.71679.1093

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71679.1093

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۹۷-۷۷

مقاله پژوهشی

تحلیل دینامیکی مخاطره سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS (مطالعه موردی: رودخانه شاهین‌شهر، استان اصفهان)

سید میثم مشعشعی- کارشناس مهندسی رودخانه، شرکت مهندسین مشاور آب پردازان نواندیش، کردستان، ایران
رؤیا پناهی[1]- دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
میترا مشعشعی- کارشناسی ارشد نقشه‌برداری (سنجش‌ازدور)، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۱۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۶/۲۴ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۶/۳۱

چکیده

وقوع سیل یک پدیده طبیعی است و خطر وقوع آن در مناطق شهری یک مسئله جهانی است. رشد شهرنشینی و تغییرات آب و هوایی مخاطره سیلاب‌های شهری را افزایش داده و باعث ایجاد خسارت به زیرساخت‌ها و صدمات جانی شده است. هدف این پژوهش تحلیل دینامیکی مخاطره سیلاب رودخانه شاهین‌شهر (استان اصفهان) است؛ بنابراین جهت شبیه‌سازی مخاطره سیلاب از مدل یک بعدی HEC_RAS استفاده گردید و از طریق الحاق HEC–GEORAS در محیط GIS پردازش داده‌های ژئومتری انجام شد. جهت محاسبه دبی برای دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله، حوضه آبریز منطقه موردمطالعه به داخل محیط نرم‌افزار HEC- HMS وارد شد و مشخصات فیزیوگرافی حوضه آبریز از قبیل: مساحت، طول آبراهه اصلی، شماره منحنی خاک (CN)، زمان تمرکز و زمان تأخیر وارد گردید. بر این اساس، نتایج خروجی حداکثر دبی سیلاب با دوره‌های بازگشت‌های متفاوت محاسبه شد نتایج حاصل از مدل نشان می‌دهد که با توجه به شرایط رودخانه، منطقه به سه بازه مختلف تقسیم‌بندی شد که ضریب زبری مانینگ با استفاده از روش کوان برای بازه‌های مختلف هر بخش جداگانه محاسبه گردید. نتایج

۱ نویسنده مسئول ۰۹۱۸۷۳۷۳۷۰۲
Email: r_panahi@sbu.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:
مشعشعی، سید میثم؛ پناهی، رؤیا؛ مشعشعی، میترا. (۱۴۰۱). تحلیل دینامیکی مخاطره سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS (مطالعه موردی: رودخانه شاهین شهر، استان اصفهان). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ۱۱(۱). صص۹۷-۷۷
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71679.1093

حاصل از مطالعات نشان می‌دهد که پهنه سیلاب در دور بازگشت ۲۵ ساله ۰/۹٤۸ کیلومتر مربع، در دوره بازگشت ۵۰ ساله ۱/۱۳ و در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله ۱/۳٤ کیلومتر مربع از اراضی حاشیه رودخانه شاهین‌شهر را در بر گرفته‌اند؛ و در بازه آخر به دلیل کاهش میزان شیب و کاهش سرعت جریان پهنه سیلاب از سایر بازه‌ها گسترده‌تر شده است.

کلیدواژه‌ها: شبیه‌سازی سیلاب، رودخانه شاهین‌شهر، HEC_RAS.

۱- مقدمه

بیشتر جوامع بشری در کنار رودخانه‌های بزرگ جهان مستقر و شکوفا شده‌اند؛ زیرا رودخانه‌ها و سیلاب دشت‌ها برای زندگی بشر و به‌ویژه برای کشاورزی و توسعه شهری مهم هستند (یوسفی[1] و همکاران، ۲۰۲۱). اغلب سیستم‌های رودخانه‌ای تحت تأثیر متغیرهای خارجی ازجمله تغییرات اقلیمی و زمین‌شناسی دچار آشفتگی می‌شوند. الگوها و میزان تعدیل‌های رودخانه‌ای و یا تغییرپذیری آن‌ها، ماهیت رویدادهای آشفتگی را نشان می‌دهند. این آشفتگی مانند یک سیل فصلی می‌تواند پدیدهایی دوره‌ای با وقوع کم، شدت زیاد و کوتاه‌مدت باشد و اثر موضعی بر رودخانه بر جای بگذارد (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹٤). سیل یکی از مخرب‌ترین مخاطرات طبیعی، بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک (با سیل‌های ناگهانی) که بارندگی زیادی را تجربه می‌کنند می‌باشد. این مخاطره ناشی از پیوند چندین عامل طبیعی و انسانی است. سیلاب هنگامی رخ می‌دهد که دبی رودخانه به حدی افزایش می‌یابد که آب از سواحل رودخانه عبور کرده و مناطق مجاور را غرقاب می‌کند، درنتیجه جوامعی را که در مجاورت رودخانه‌ها ساکن هستند، تحت تأثیر قرار می‌دهد علاوه بر آن تغییرات آب و هوایی احتمال وقوع سیل و بزرگی آن‌ها را افزایش می‌دهد (ترمه[2] و همکاران، ۲۰۱۸؛ ازین[3] و همکاران، ۲۰۲۰). سیل سالانه به‌طور متوسط ۷۵ میلیون نفر را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد (حدود ۲۰،۰۰۰ تلفات در هر سال)، ضرر اقتصادی حاصل از آن ۹۵ میلیارد دلار بوده است در سال‌های اخیر، فراوانی سیل بیش از ٤۰٪ افزایش یافته است؛ زیرا تغییرات آب و هوایی به‌طور قابل‌توجهی بر شدت، الگو و بزرگای سیلاب‌ها تأثیر گذاشته است. به‌ویژه کشورهای آسیایی با برخورد نسبتاً زیاد در معرض سیل و زلزله قرار دارند در آسیا بیش از ۹۰٪ تلفات انسانی ناشی از بلایای طبیعی به علت جاری شدن سیل است (چانگ و چن[4]،۲۰۱٦؛ خسروی[5] و همکاران، ۲۰۱۸، ۲۰۲۱). ایران اخیراً سیلاب‌های فاجعه باری را تجربه کرده است که علاوه بر تأثیر تغییرات آب و هوایی، تأثیر فعالیت‌های انسانی ناشی از مدیریت ضعیف حوضه آبریز ازجمله جنگل‌زدایی، چرای بیش‌ازحد دام، توسعه سکونتگاه‌های روستایی و شهری باعث کاهش فضای هیدرولیک

1 Yousefi
2 Termeh
3 Ezzine
4 Chang and Chen
5 Khosravi

رودخانه‌ها شـده اسـت، سـیل‌های مارس و آوریل ۲۰۱۹ در ایران که ۲۵ اسـتان از ۳۱ اسـتان کشور را تحت تأثیر قرار داده اسـت، درنتیجه بیش از ۷۷ نفر تلفات انسـانی و خسـاراتی به ارزش ۲/۲ میلیارد دلار به سـکونتگاه‌های شـهر و روسـتایی و زمین‌های کشـاورزی وارد شـده اسـت (https://en.wikipedia.org/wiki/2019_Iran_floods). در ایران حدود ۱۲ درصـد اراضـی مستعد ابتلا به مخاطره سیلاب هستند و ۳ درصد دارای احتمال خطر سیلاب با ریسک بسیار زیاد می‌باشـد (خسـروی و همکاران، ۲۰۲۱). در سال‌های اخیر، ارزیابی‌ها و برآورد سیلاب به دلیل افزایش شهرنشینی و تمرکز سـکونتگاه‌های مسـکونی در اطراف رودخانه‌ها و دشـت‌های سـیلاب به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته است (آوند[1] و همکاران، ۲۰۲۱). ارزیابی و مدیریت ریسـک سـیل یک اقدام مهم برای شـناسایی احتمال خطر، مناطق مستعد سـیل و کاهش حوادث احتمالی سـیل اسـت. اگرچه ساخت سازه‌های هیدرولیکی نقش مهمی در کنترل سیل دارد اما برای کاهش خسـارت ایجاد شـده کافی به نظر نمی‌رسد؛ بنابراین، ایجاد پایگاه داده‌ای از نقشه‌های خطر سیل ضروری اسـت. سـرویس حفاظت از منابع طبیعی آمریکا (USDA)، که قبلاً خدمات حفاظت از خاک (SCS) نامیده می‌شـد، روش شـماره منحنی خاک (CN) را جهت محاسـبه میزان رواناب حوضـه‌های آبریز، توسـعه داد شـماره منحنی خاک (CN) از تجزیه‌وتحلیل تجربی رواناب حوضـه‌های آبریز و با فاکتورهایی از قبیل شـیب، کاربری و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک منطقه محاسـبه می‌شـود (خدمات حفاظت خاک امریکا[2]، ۱۹۷۲؛ عز، ۲۰۱۸). تحقیقات مختلف با اسـتفاده از مدل‌های هیدرودینامیکی سـیلاب را در دشـت‌های سیلابی شبیه‌سازی می‌کند این مدل‌های عددی، معادلات جریـان را بـه‌صـورت یـک بعـدی و دو بعـدی و چنـد بعدی حل می‌کنند. در میان مدل‌های عددی (HEC-RAS) گسـترده‌ترین مدل یک بعدی شـبیه‌سازی احتمال خطر سیلاب می‌باشد که به‌وسیله برونر[3] (۲۰۰۱) گسترش پیدا کرد و جریان‌های هیدرولیک را به‌صـورت جریان‌های ماندگار و غیرماندگار، محاسـبات انتقال رسـوب و مدل‌های درجه حرارت را محاسـبه می‌کند مطالعات متعددی با اسـتفاده از نرم‌افزار HEC-RAS انجام شـده اسـت که شـامل: محاسـبه سـیلاب (آبـدررزاک[4] و همکـاران، ۲۰۰۹؛ عز، ۲۰۱۸؛ زلنـاکوا[5] و همکـاران، ۲۰۱۹؛ گراوند[6] و همکاران، ۲۰۲۰)، مدل‌سـازی انتقال رسـوب و حمل بار معلق (پیترو و همکاران، ۲۰۱۵)، و بررسـی تغییرات مورفولوژی سـنگ‌بسـتر و کانال (کلارک[7] و همکاران، ۲۰۰۸) بوده اسـت. اخیراً GIS به دلیل توانایی آن در مدیریت مقدار زیادی از اطلاعات به یک ابزار اسـاسـی در هیدرولوژی تبدیل شـده اسـت؛ زیرا این نرم‌افزار توانایی زیادی در مرتب‌سـازی مقدار زیادی از اطلاعات فضـایی حوضـه آبریز از قبیل: همپوشـانی نقشه‌ها، تجزیه‌وتحلیل اطلاعات استخراج پارامترهای هیدرولوژیکی

1 Avand
2 S.C.S.
3 Bunner
4 Abderrezzak
5 Zelenakova
6 Geravand
7 Clarke

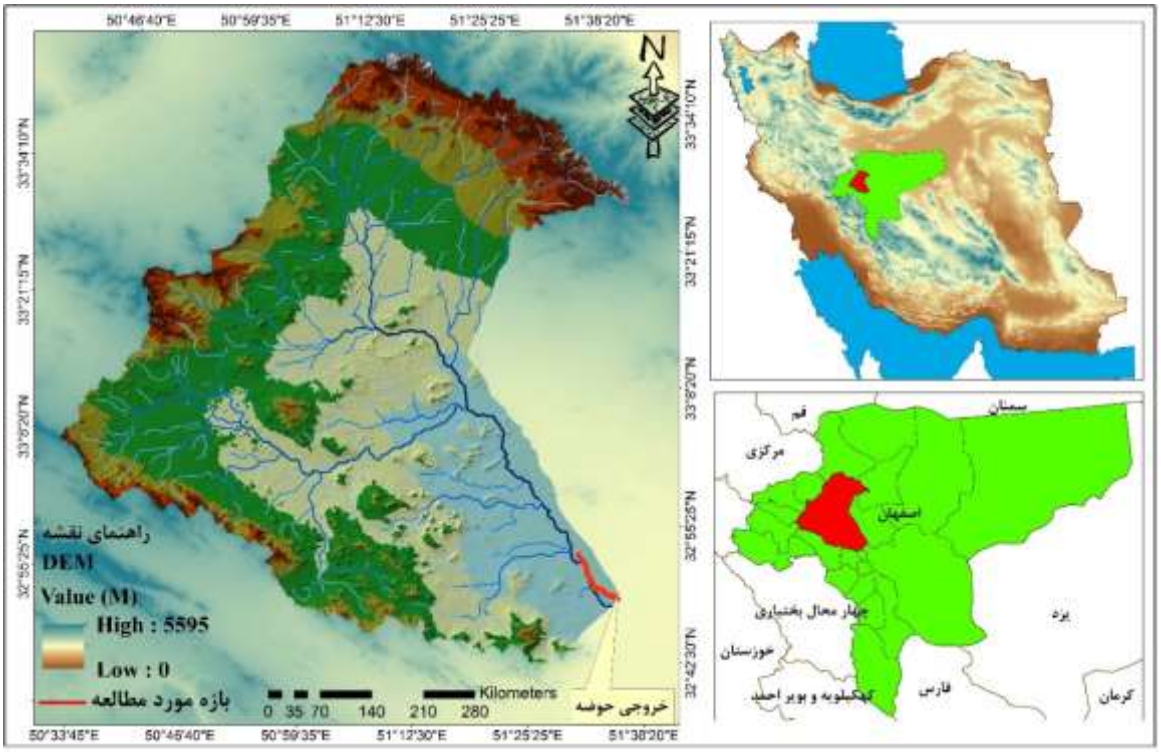
از منابع مختلف را دارا می‌باشد و تلفیق GIS با مدل یک بعدی HEC-RAS پهنه گسترش سیلاب را در رودخانه‌های مختلف محاسبه می‌کند (عز و همکاران، ۲۰۱۸)؛ و علاوه بر آن تحقیقات زیادی توسط محققان داخلی در زمینه مدل‌سازی سیلاب انجام شده است که عبارت است از: دامادی و همکاران(۱۳۹۹) به پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی (HEC-RAS) در رودخانه سرباز استان سیستان و بلوچستان به مطالعه پرداخته است و علاوه بر آن روستایی و همکاران (۱۳۹۹) به شبیه‌سازی شبه دو بعدی جریان سیلاب رودخانه لیقوان با تأکید بر دشت سیلابی را موردمطالعه قرار داده‌اند. همچنین مختاری و همکاران(۱٤۰۰) به تحلیل دینامیکی مخاطره سیلاب با استفاده از مدل هیدرودینامیکی HEC-RAS و تکنیک GIS مخروط افکنه لیلان، شمال غرب ایران را موردمطالعه قرار داده است و همچنین ریاحی مدوار و فکوری (۱٤۰۰) به تحلیل عدم قطعیت نتایج مدل HEC-RAS در شبیه‌سازی فراسنجه‌ای هیدرولیکی جریان رودخانه کارون با رویکرد مونت‌کارلو به مطالعه پرداخته‌اند که در تمامی این مطالعات پهنه سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف و میزان آب‌گرفتگی در هر کاربری را محاسبه کرده‌اند. اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک معمولاً دارای سیلاب شدیدتری نسبت به سایر اقلیم‌ها هستند منطقه موردمطالعه، حوضه آبریز شاهین‌شهر بوده است شرایط اقلیمی خشک و سرد، نوع سازندهای زمین‌شناسی، خاک فرسایش پذیر (متشکل از سیلت و ماسه) و شیب توپوگرافی از ویژگی‌های بارز حوضه آبریز شاهین‌شهر بوده است که سبب بالا بودن پتانسیل تولید رواناب و درنتیجه فرسایش شدید خاک و تولید رسوب در حوضه مذکور شده است.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقهٔ‌پژوهش

منطقه موردمطالعه حوضه آبریز شاهین‌شهر دارای مساحت ۵۷۷٤ کیلومتر مربع در مرکز ایران و در محدوده سیاسی استان اصفهان (در غرب شهر اصفهان) قرار گرفته است. حوضه آبریز شاهین‌شهر شامل حوضه‌های آبریز میمه، مورچه‌خورت، اصفهان- برخوار و حوضه آبریز علویجه – دهق که زیر حوضه آبریز گاوخونی می‌باشد این حوضه در مختصات ˋ۳۷، °۵۰ تا ˋ٤۲، °۵۱ طول شرقی و ˋ٤۳،°۳۲ تا ˋ٤۱،°۳۳ عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوضه از سطح دریا ۳٤۵۸ متر و حداقل ارتفاع نیز ۱٤۸۳ متر می‌باشد. خروجی آب از این حوضه، به حوضه آبریز کوهپایه – سگزی و درنهایت به تالاب گاوخونی منتهی می‌گردد. حوضه آبریز شاهین‌شهر از نظر ژئومورفولوژیکی در واحد سنندج-سیرجان قرار دارد و رسوبات منطقه متعلق به دوران دوم و کواترنر می‌باشد رسوبات دوران دوم شامل دوره‌های تریاس و کرتاسه است که اکثر آن در ارتفاعات منطقه وجود دارد. مسیل شاهین‌شهر (بازه موردمطالعه) با طول ۸ کیلومتر، آبراهه اصلی حوضه آبریز مسیل شاهین‌شهر می‌باشد در پیرامون مسیل شاهین‌شهر اغلب شامل نهشته‌های گراولی کواترنری، ته نشست‌های رودخانه‌ای (سیلت و ماسه) تشکیل شده است. متوسط بارش حوضه در طی دوره آماری ۲۰ ساله ۱۱٦/۳ میلیمتر و میانگین دمای ماهانه تیرماه ۱۵/۸ درجه

سانتی‌گراد در کل محدوده موردمطالعه می‌باشد. در حوضه از اوایل آبان تا اواسط اردیبهشت مرطوب بوده و سایر ماه‌ها خشک می‌باشند و بر مبنای اقلیم آمبرژه منطقه در اقلیم خشک سرد قرار دارد؛ و بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ از نظر جمعیتی محدوده شاهین‌شهر و میمه دارای جمعیتی بالغبر ۲۳٤٦٦۷ نفر بوده است.



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز مسیل شاهین‌شهر در استان اصفهان و کشور

۲-۲ -روش پژوهش

به‌منظور انجام مطالعات تعیین حدود بستر و تهیه مدل رقومی ارتفاع منطقه، از نقشه ۱:۱۰۰۰ (شرکت مهندسی مشاور آب پردازان نواندیش) که محدوده رودخانه و بخشی از دشت سیلابی را پوشش می‌دهد استفاده شده است (شکل۲)؛ و مدل توپوگرافی از رودخانه در قالب شبکه نامنظم مثلثی (TIN) تهیه شد. تهیه داده‌ها در نرم‌افزار GIS و انتقال آن‌ها به نرم‌افزار HEC-RAS (ورژن 5.0.3) انجام گردید در مدل ریاضی HEC-RAS روند اصلی محاسبات بر پایه حل معادله انرژی یک بعدی استوار می‌باشد. افت‌های انرژی بر اساس افت اصطکاکی معادله مانینگ واگرایی[1] و همگرایی[2] ضریبی که در تغییرات بار سرعت اعمال می‌شود ارزیابی می‌شود. در محیط GIS با استفاده از ابزار HEC-

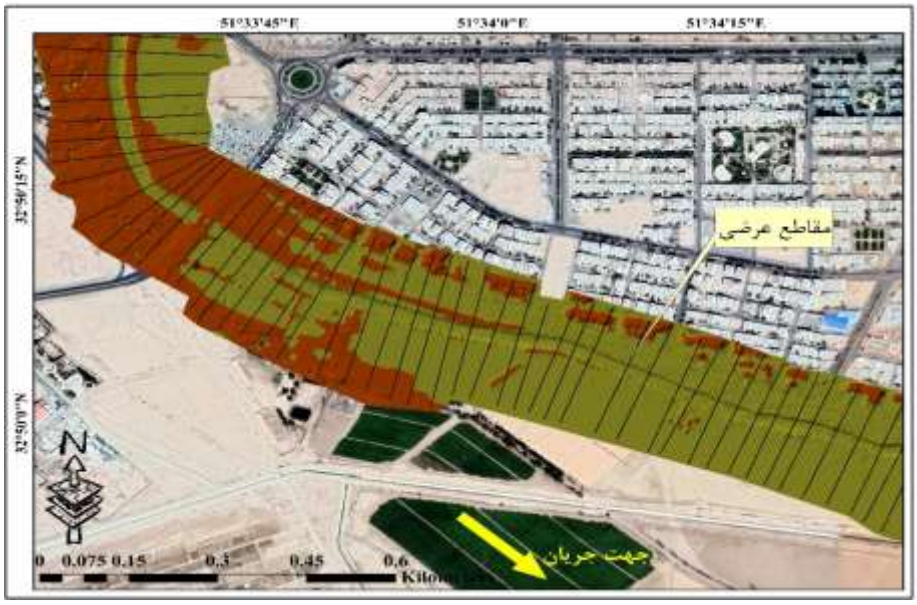
1 expansion
2 Contraction

Geo RAS از مدل توپوگرافی رودخانه اطلاعات مناسبی چون مقاطع عرضی، موقعیت سواحل و فواصل بین مقاطع را با فرمت قابل‌استفاده در نرم‌افزار HEC – RAS استخراج گردید. در اولین مرحله در HEC-Geo RAS موقعیت سواحل رودخانه در مقاطع عرضی نیز در پیش‌پردازش داده‌ها در قالب لایه سواحل رودخانه تهیه و به مدل تعریف گردید در ادامه لایه ابعاد مسیر جریان به‌موازات لایه سواحل تهیه گردید. HEC-Geo RAS تمام اطلاعات ژئومتری رودخانه با کمک لایه RAS (با فعال شدن editor) تهیه می‌شود. لایه‌های RAS ویژگی‌های ژئومتری زمینی را با رقومی کردن لایه‌های مختلف و سپس بازیابی دوباره دیتاها جمع‌بندی می‌کند (یرامیلی[1]، ۲۰۱۲). در ادامه اطلاعات به محیط HEC-RAS منتقل شدند. یکی از پارامترها در مدل‌سازی، ضریب مانینگ است مقدار جریان در آبراهه‌ها تابعی از زبری جدار و بستر رودخانه می‌باشد این ضریب نمایانگر مقاومتی است که زبری جداره‌های رودخانه‌ها و مصالح آن در مقابل جریان و تغییرات آن ایجاد می‌نماید مقدار ضریب زبری با تأثیرپذیری از شرایط هیدرولیک، دانه‌بندی مواد بستر، شکل مسیر و مورفولوژی رودخانه و همچنین عوارض و عوامل طبیعی و انسانی موجود در بستر رودخانه و سیلاب دشت‌ها در قسمت‌های مختلف آبراهه ممکن است متفاوت باشد (کوان[2]، ۱۹۵٦) .جهت محاسبه ضریب زبری مانینگ از روش کوان(۱۹۵٦) استفاده شده است (جدول۱). در مرحله بعد جهت تعیین دبی در دوره بازگشت‌های مختلف مقدار آن برای هر یک از زیر حوضه‌های شاهین‌شهر با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS محاسبه شد (جدول ٤). همچنین با توجه به شرایط موجود مبنای هیدرولیکی در محاسبه بستر این رودخانه جریان ماندگار در نظر گرفته شده است بر مبنای محاسبات انجام گرفته رژیم جریان رودخانه در شبیه‌سازی سیلاب اغلب مخلوطی زیر بحرانی و در موارد نادر فوق بحرانی می‌باشد؛ که با توجه به شرایط رودخانه مبنای محاسبه رژیم جریان رودخانه شاهین‌شهر رژیم مختلط در نظر گرفته شده است؛ و نتایج حاصل HEC-RAS به محیط Civil3D و سپس به محیط GIS منتقل شده است و پهنه سیلاب در طول مسیل شاهین‌شهر بر اساس دوره بازگشت مختلف محاسبه گردید.

جدول۱- مقدار ضریب زبری مانینگ در مقاطع مسیل شاهین‌شهر

شماره مقاطع	ساحل چپ	بستر	ساحل راست
۹۰۷۹ – ۵۷۵۳	۰/۰۲٤	۰/۰۱۷	۰/۰۲٤
٦۰٤٥ – ۵۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۳	۰/۰۲۵

1 Yerramilli
2 COON



شکل ۲- بخشی از TIN مسیل شاهین‌شهر و مقاطع عرضی در محیط GIS

۲-۲-۱- محاسبه دبی در نرم‌افزار HEC-HMS

جهت آماده کردن اطلاعات ورودی به مدل HEC-HMS، ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی حوضه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری تهیه شد و سپس بر اساس موقعیت حوضه نسبت به شناسایی ایستگاه‌های باران‌سنجی داخل و اطراف حوضه اقدام شد. با استفاده از نقشه‌های رقومی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ مرز هیدرولوژیکی حوضه آبریز مسیل شاهین‌شهر تعیین و شبکه آبراهه‌های آن استخراج گردید که درمجموع حوضه موردمطالعه به ٤ زیر حوضه تقسیم‌بندی شد تمامی محاسبات در نرم‌افزار GIS محاسبه گردید. شکل (۸) شماتیک محیط نرم‌افزار HEC- HMS جهت برآورد حداکثر دبی سیلابی با دوره برگشت مختلف برای هر یک از زیرحوضه‌ها را نشان می‌دهد. در این نرم‌افزار جهت تحلیل و ایجاد هیدروگراف واحد برای هر یک از دوره بازگشت‌های مذکور ابتدا با وارد کردن حوضه آبریز منطقه موردمطالعه (مسیل شاهین‌شهر) به داخل محیط نرم‌افزار HEC- HMS و سپس مشخصات فیزیوگرافی حوضه آبریز وارد گردید. بعد از تحلیل، نتایج خروجی حداکثر دبی سیلابی با دوره بازگشت‌های مختلف برای هر یک از زیرحوضه‌های حوضه آبریز موردمطالعه محاسبه شده است.

تهیه اطلاعات مدل در نرم‌افزار HEC-HMS

به‌طورکلی در تهیه فایل ورودی دو سری داده برای مدل می‌بایست تهیه شود که عبارتنداز:

الف) مـدل حوضـــه[1]: در این روش جهت برآورد میزان دبی، از مدل‌ســـازی نفوذ با روش SCS curve number اسـتفاده گردید و مدل‌سـازی بارش به رواناب نیز با روش (SCS unit hydrograph) انجام شـده اسـت برای محاسبه مقـادیر نفوذ در روش SCS-CN، میزان تلفات با استفاده از روابط زیر تخمین زده می‌شود:

رابطه (۱) $Ia = 0.2 * S$

(S) نگهداشت آب در سطح حوضه

رابطه (۲) $S = \frac{25400}{CN} - 25$

شماره منحنی خاک (CN)

این پارامتر که بیانگر خصـوصـیات نفوذپذیری خاک حوضـه می‌باشد مقادیر شماره منحنی خاک (CN) با توجه به نوع کاربری اراضـی و ویژگی‌های خاک تعیین می‌شـود. برای تهیه فاکتور شـماره منحنی خاک نیاز به داده‌های نقشـه گروه‌های هیدرولوژیک خاک، کاربری اراضـی، شـیب منطقه در سـطح حوضـه آبریز می‌باشـد. نقشـه گروه‌های هیدرولوژیک خاک از داده‌های اداره کل منابع طبیعی اسـتان اصـفهان اسـتفاده شـده اسـت؛ و نقشـه کاربری اراضـی با اسـتفاده از تصـویر سـنتینل۲ در محیط GIS تهیه شـده اسـت. با توجه به نقشه گروه هیدرولوژیک خاک، حوضه آبریز شـاهین‌شـهر دارای چهار گروه خاک (A,B,C,D) می‌باشـد و انواع کاربری‌ها شامل تیپ‌های مرتعی، تیپ‌های جنگلی، زراعت آبی و دیم، باغات در قلمرو مطالعاتی ملاحظه شـده اسـت. در این مطالعه مقادیر CN با تلفیق نقشه‌های کاربری اراضـی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در محیط GIS محاسـبه گردید و سپس با تعیین ضریب رواناب حوضه آبریز بر اسـاس نوع پوشـش سـطحی حوضـه و شـیب اراضی در هر بخش تعیین شده است در میزان (CN) ضریب شد و (CN) نهایی برای تمامی زیر حوضـه‌ها محاسـبه گردید نقشه‌های شماره (٤ تا ٨) کاربری‌های اراضی، شیب، گروه‌های هیدرولوژیک و مقدار CN حوضه مطالعاتی را نشان می‌دهد.

همـان‌طور کـه در جـدول (۳) ملاحظه می‌شـــود زمان تمرکز با اســـتفاده از روش‌های کربای، کرپیچ و ســـازمان هوانوردی امریکا، برانسـبای و SCS (علیزاده، ۱۳۸۸) محاسـبه شـد و روش سـازمان حفاظت خاک امریکا (SCS) و روش برانسـبای ویلیامز مقادیر مناسـبی را نشـان می‌دهند. دلیل این امر به شـرایط کاربرد این روش‌ها بازمی‌گردد این روش‌ها عمدتاً برای حوضـه‌های بسـیار کوچک کاربرد دارند، این در حالی اسـت که روش SCS و برانسبای- ویلیامز برای حوضـه‌های موردمطالعه اعداد مناسـب‌تری را ارائه می‌نماید؛ بنابراین زمان تمرکز حوضه و زیرحوضه‌های فوق با استناد به روش برانسبای- ویلیامز (علیزاده, ۱۳۸۸) در نظر گرفته شده است.

1 basin model

مدل هواشناسی حوضه آبریز

ازجمله پارامترهای مهم در زمینه مطالعات آب و هواشناسی یک منطقه محاسبه شدیدترین بارش‌های چند دقیقه تا چند ساعته در دوره بازگشت‌های مختلف است. این مهم در تمامی برنامه‌ریزی‌های محیطی منطقه به‌ویژه در مطالعات مربوط به سیلاب در رودخانه‌ها بسیار حائز اهمیت است. برای محاسبه شدت بارش منطقه موردمطالعه پارامترهای مورد نیاز میانگین سالانه بارندگی و میانگین حداکثر بارش‌های ۲٤ ساعته ایستگاه جعفرآباد برآورد گردید. میانگین سالانه بارندگی که با استفاده از آمارهای موجود محاسبه شد و حداکثرهای بارش ۲٤ ساعته نیز با استفاده از بارش روزانه ایستگاه فوق‌الذکر طی سال‌های آماری (۱۳۷۰–۱۳۹۸) استخراج گردید.

برای محاسبه شدت بارندگی در مقیاس زمان (ساعت و دقیقه) و برای دوره بازگشت‌های مختلف نمودارهای شدت – مدت بارندگی تهیه شد (شکل ۳)، برای این کار ابتدا لازم است، P_{10}^{60} در منطقه محاسبه شده که برای این منظور از روابط همبستگی استفاده می‌شود. مثلاً با استفاده از داده‌های باران‌نگار ایستگاه‌های ایران مطالعه شده و مقدار، P_{10}^{60} به‌صورت زیر محاسبه شده است:

(رابطه ۳)

$$\mathrm{P}_{10}^{60} = 2.26(\mathrm{P}_{24\mathrm{h}})^{1.1374}(\mathrm{P}_{\mathrm{year}})^{-0.3072}$$

که در آن $\mathrm{P}_{24\mathrm{h}}$ متوسط حداکثر بارش‌های ۲٤ ساعته و $\mathrm{P}_{\mathrm{year}}$ متوسط بارندگی سالانه منطقه برحسب میلیمتر است. برای نقاط مختلف ایران در مدت‌های بین ۱۵ دقیقه تا ۲۰ ساعت فرمول زیر ارائه شده است:

(رابطه ٤)

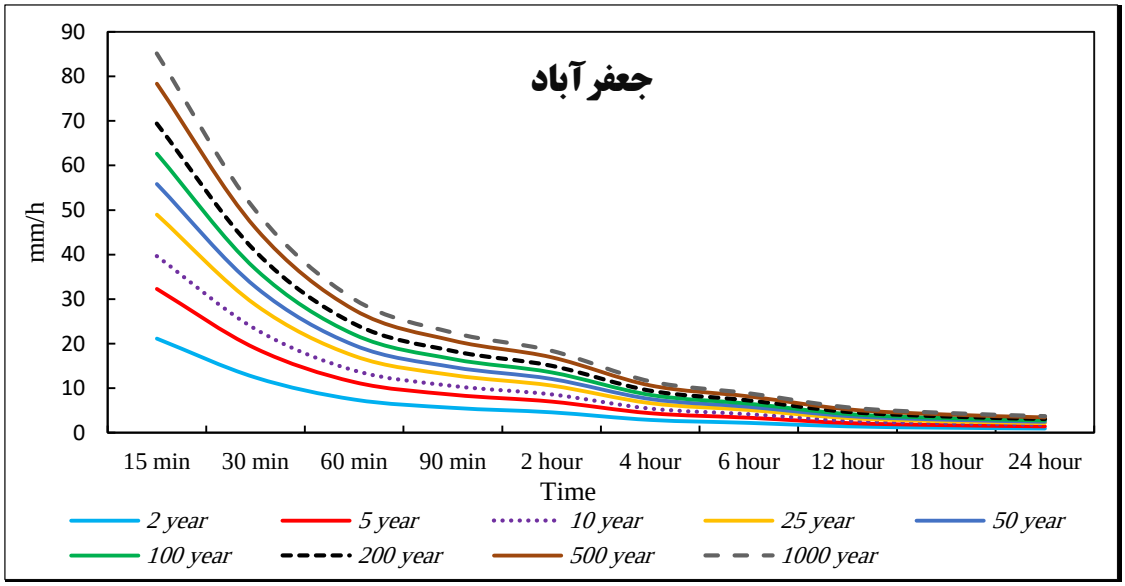
$$P_T^t = [0.4524 + 0.2471\ In(T - 0.6)](0.3710 + 0.6184t^{0.4484})\ P_{10}^{60}$$

که در رابطه فوق t برحسب ساعت و دوره بازگشت برحسب سال و P_{10}^{60} بر حسب میلیمتر می‌باشد (علیزاده، ۱۳۸۸). در ادامه آمارها در دوره بازگشت‌های مختلف بر اساس معادله‌های ارائه شده برای شرایط آب و هوایی ایران محاسبه گردیده است. نتایج وارد نرم‌افزار HEC-HMS گردید و با توجه به ویژگی‌های فیزیوگرافی حوضه دبی در دوره بازگشت‌های مختلف برای تمامی زیر حوضه‌ها محاسبه گردید.

جدول ۲- مقادیر حداکثر بارندگی ۲٤ ساعته ایستگاه جعفرآباد با دوره آماری (۱۳۷۰–۱۳۹۸) برای دوره بازگشت‌های مختلف

جعفرآباد	۲ سال	۵ سال	۱۰ سال	۲۵ سال	۵۰ سال	۱۰۰ سال	۲۰۰ سال	۵۰۰ سال	۱۰۰۰ سال
۱۵ دقیقه	۲۱/۱۲	۳۲/۲۷	۳۹/٦۷	٤۸/۹٦	۵۵/۸۳	٦۲/٦٤	٦۹/٤۳	۷۸/۳۷	۸۵/۱۳
۳۰ دقیقه	۱۲/۳۸	۱۸/۹۱	۲۳/۲۵	۲۸/۷۰	۳۲/۷۲	۳٦/۷۲	٤۰/٦۹	٤۵/۹۳	٤۹/۸۹
٦۰ دقیقه	۷/٤۳	۱۱/۳۵	۱۳/۹۵	۱۷/۲۲	۱۹/٦٤	۲۲/۰٤	۲٤/٤۲	۲۷/۵۷	۲۹/۹۵
۹۰ دقیقه	۵/۵۷	۸/۵۱	۱۰/٤٦	۱۲/۹۱	۱٤/۷۳	۱٦/۵۲	۱۸/۳۱	۲۰/٦۷	۲۲/٤۵
۲ ساعت	٤/۵٦	٦/۹۷	۸/۵۷	۱۰/۵۷	۱۲/۰٦	۱۳/۵۳	۱٤/۹۹	۱٦/۹۳	۱۸/۳۹

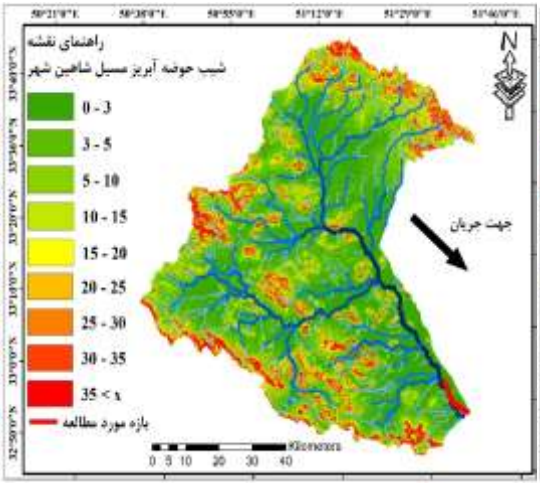
جعفرآباد	۲ سال	۵ سال	۱۰ سال	۲۵ سال	۵۰ سال	۱۰۰ سال	۲۰۰ سال	۵۰۰ سال	۱۰۰۰ سال
٤ ساعت	۲/۸٦	٤/۳۷	۵/۳۷	٦/٦۳	۷/۵٦	۸/٤۸	۹/٤۰	۱۰/٦۱	۱۱/۵۲
٦ ساعت	۲/۱۹	۳/۳۵	٤/۱۲	۵/۰۸	۵/۸۰	٦/۵۰	۷/۲۱	۸/۱٤	۸/۸٤
۷ ساعت	۱/۹۷	۳/۱۲	۳/۸۷	٤/۷۳	۵/۲٤	٦/۱۲	٦/۸۸	۷/٦۳	۸/۱۲
۸ ساعت	۱/۷۸	۲/۸۲	۳/۲۳	٤/۲٦	٤/۷۳	۵/۵۷	٦/٤۱	۷/۲۲	۷/۷۸
۱۲ ساعت	۱/٤۱	۲/۱٦	۲/٦۵	۳/۲۷	۳/۷۳	٤/۱۹	٤/٦٤	۵/۲٤	۵/٦۹
۱۸ ساعت	۱/۱۰	۱/٦۸	۲/۰٦	۲/۵٤	۲/۹۰	۳/۲٦	۳/٦۱	٤/۰۷	٤/۵۲
۲٤ ساعت	۰/۹۲	۱/٤۱	۱/۷۳	۲/۱۳	۲/٤۳	۲/۷۳	۳/۰۳	۳/٤۲	۳/۷۱



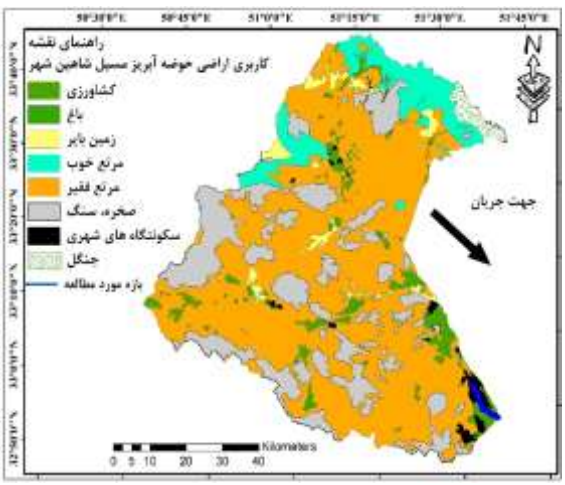
شکل ۳- نمودار شدت – مدت بارندگی ایستگاه جعفرآباد برای دوره بازگشت‌های مختلف

جدول۳- مساحت و محیط حوضه اصلی و زیرحوضه‌های حوضه آبریز مسیل شاهین‌شهر

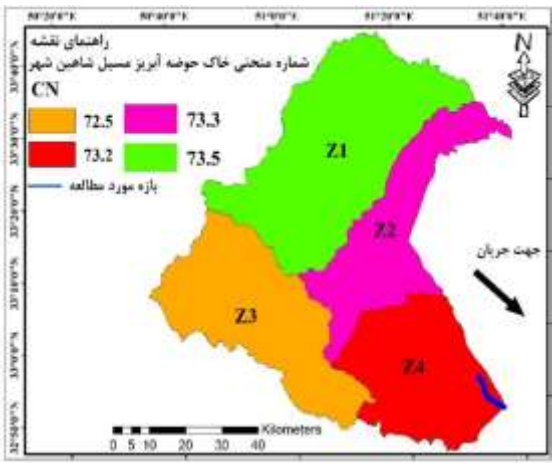
شماره زیر حوضه		زیر حوضه (Z1)	زیر حوضه (Z2)	زیر حوضه (Z3)	زیر حوضه (Z4)	کل حوضه
مساحت (km2)		۲۰٦۳/۸	۱۰۸٦/۱	۱٤٤۲/۷	۳/۱۱۸۱	۵۷۷٤/۱
شیب ناخالص%		۱/۲۲	۱/٦۷	۰/٦٦	۰/٦٦	۰/٦۱
CN		۷۳/۵	۷۳/۳	۷۲/۵	۷۳/۲	۷۳/۲
طول آبراهه اصلی (km)		۵۷/۳	٦۸/۲	۵۵/۸	۳۸/۷	۱۳۱/٤۵
زمان تمرکز	کرپای	٦	٦/۸	٦/۳	۵/۲	۱۰/٤
	کرپیچ	۵/۹	۷/۲	٦/٤	٤/۷	۱٤/٦
	برانسبای	۱۳/۲	۱۷/۳	۱۳/۹	۹/۷	۳۱/۲
	FAA	٦/۹	۷/۹	۷/۳	٦	۱۳
	SCS	۱۷/۳	۲۱/۹	۱٦/۵	۱۳/٦	۳٤/۵
زمان تمرکز انتخابی		۱۳/۲	۱۷/۳	۱۳/۹	۹/۷	۱۳/۲



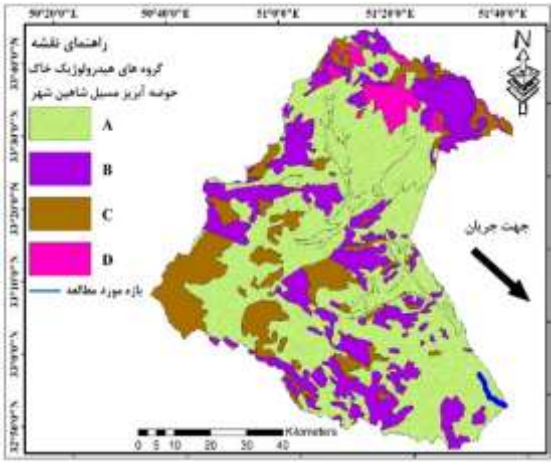
شکل۵- نقشه شیب حوضه آبریز مسیل شاهین‌شهر



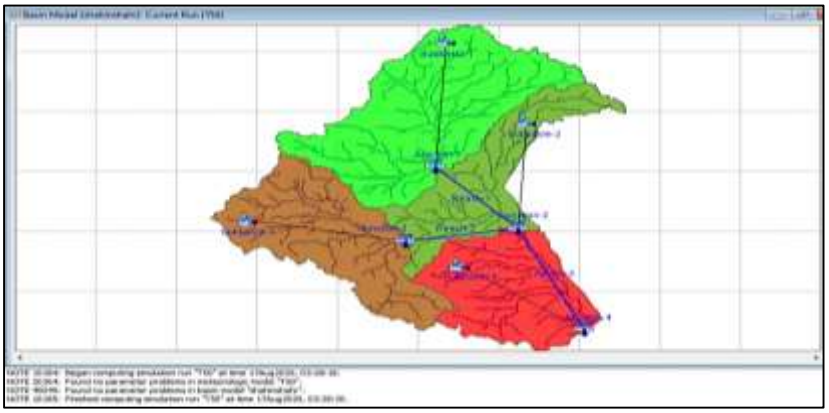
شکل٤- نقشه کاربری اراضی حوضه آبریز مسیل شاهین‌شهر



شکل۷- تعیین مقدار (CN) با احتساب میانگین‌گیری وزنی



شکل٦- گروه‌های هیدرولوژیک خاک حوضه آبریز مسیل شاهین‌شهر



شکل ۸- شماتیک تعیین حداکثر دبی عبوری مسیل شاهین‌شهر بر اساس حداکثر دبی خروجی هر یک از زیرحوضه‌ها

جدول ٤- نتایج خروجی حداکثر دبی سیلابی (مترمکعب بر ثانیه) به ازای دوره بازگشت‌های مختلف برای کل حوضه آبریز شاهین‌شهر با استفاده از روش HEC-HMS (SCS)

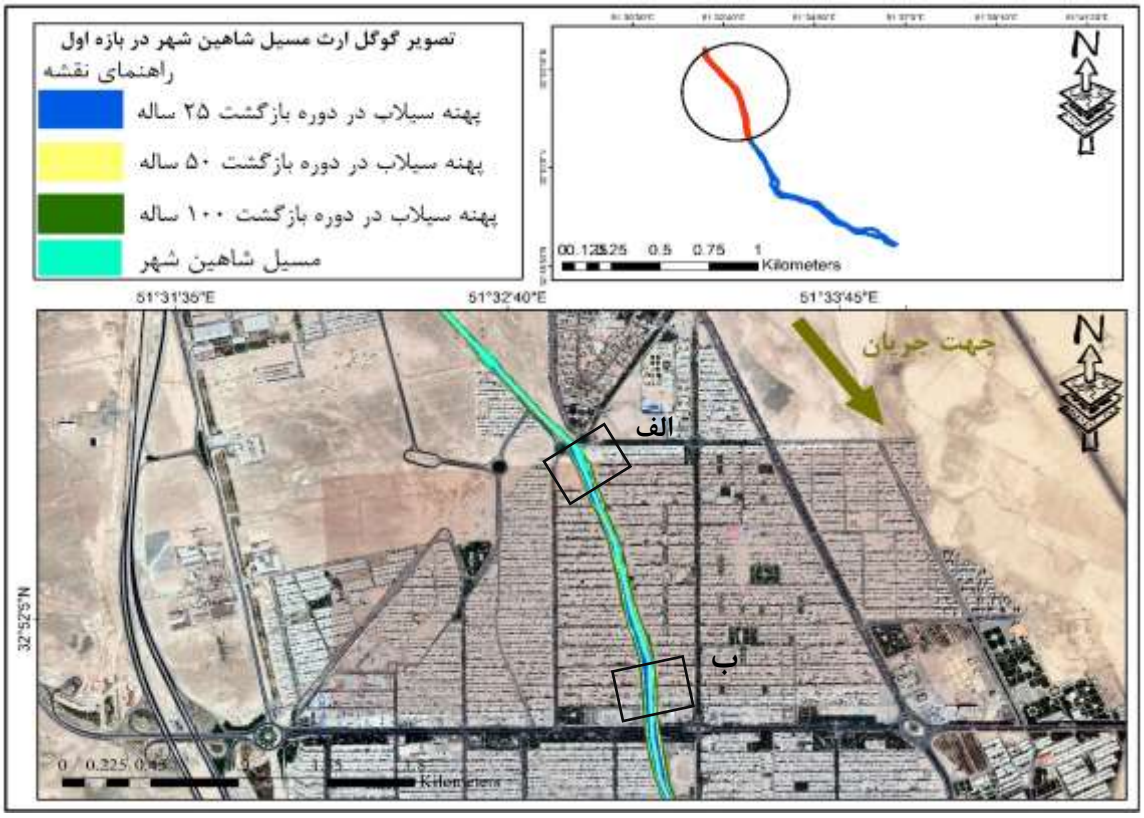
روش‌ها	دوره بازگشت (سال)					
	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
HEC-HMS (SCS)	۱۱/۳	۱۹/۷	۳۸/۸۲	۸٦/۹۰	۱۰۸/۵	۱۲۳/٦

۳- نتایج و بحث

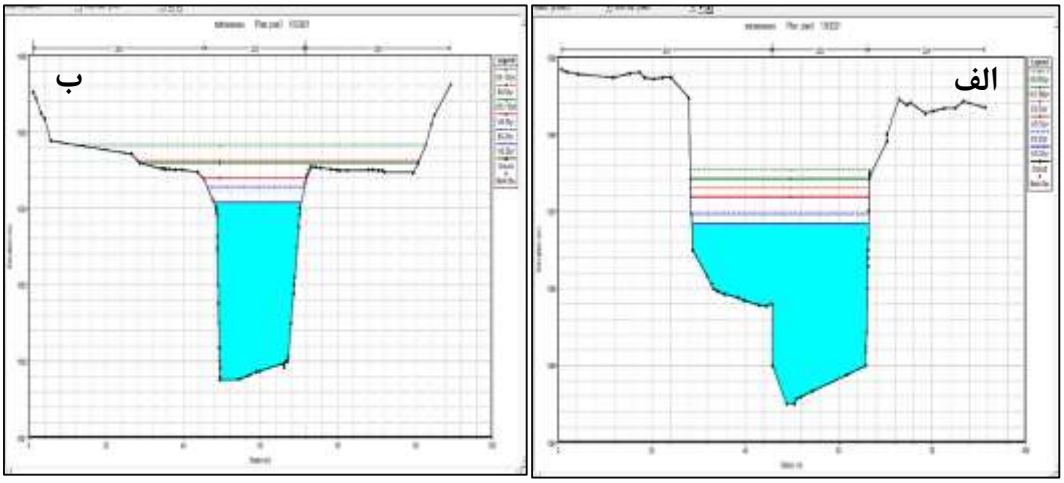
با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (TIN) منطقه ساخته شده است و تمامی پارامترهای هیدرولوژیکی (مساحت، طول آبراهه اصلی، CN، زمان تمرکز، زمان تأخیر) در محیط GIS محاسبه شد و تمامی این محاسبات وارد نرم‌افزار HEC-HMS گردید دبی اوج لحظه‌ای برای ٤ زیر حوضه مسیل شاهین‌شهر محاسبه شد نتایج حاصل از مدل هیدرولوژی HEC-HMS در جدول (٤) نشان داده شده است و دبی اوج برای دوره بازگشت ۲۵ ساله ۸٦/۹۰، برای دوره بازگشت ۵۰ سال ۱۰۸/۵ و برای دوره بازگشت ۱۰۰ سال ۱۲۳/٦ مترمکعب بر ثانیه محاسبه شده است؛ و تمامی این اطلاعات به‌عنوان ورودی نرم‌افزار HEC-RAS برای مدل‌سازی عمق و سرعت آب و پهنه سیلاب در طول مسیل شاهین‌شهر استفاده شد. در محیط HEC-RAS طول مسیر رودخانه شاهین‌شهر با ۲۵۰ مقطع که از DEM استخراج گردید شبیه‌سازی شده است فاصله مقاطع به‌طور متوسط ۳۰ متر و عرض سطح مقاطع ۲۵۰ متر است و طول کل مسیر ۸ کیلومتر بوده است؛ و میزان ضریب زبری مانینگ برای کل مسیر رودخانه، با توجه به ویژگی‌های سواحل سمت چپ و راست که اغلب دارای کاربری زمین بایر، کشاورزی و مسکونی می‌باشد از حدود ۰/۱۷ تا ۰/۲۳ برای بستر و ۰/۲٤ تا ۰/۲۵ برای سیلاب‌دشت محاسبه شده است؛ و شرایط مرزی برای کل مسیر به‌صورت نرمال انتخاب گردید و نتایج حاصل از شبیه‌سازی برای سه دوره بازگشت ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله به‌صورت جریان حالت پایدار محاسبه شد و مسیل شاهین‌شهر با توجه به ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی به ۳ بازه تقسیم‌بندی گردید.

در بازه اول به طول ۳۲۰۰ متر بوده است میزان ضریب خمیدگی این بخش ۱محاسبه شده است و با توجه به تقسیم‌بندی بریلی و فریس (۲۰۰۵) جزء الگوی مستقیم می‌باشد (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹٤). جنس بستر رودخانه ماسه و سیلت تشکیل شده است در ابتدای بازه دارای کاربری بایر و سپس کاربری مسکونی می‌شود و متوسط شیب بستر ۰/۲ درصد بوده است پهنه سیلاب در بازه اول در دوره بازگشت ۲۵ ساله از حد مقاطع فراتر نرفته است اما در دوره بازگشت ۵۰ ساله ۱۰ تا ۲۰ متر و در دوره بازگشت ۱۰۰ سال متوسط ۳۰ متر از حد مقاطع فراتر رفته است در بازه اول با توجه به نقشه کاربری تهیه شده حاشیه مسیل شاهین‌شهر غالب منطقه دارای کاربری مسکونی بوده است که با توجه به پهنه گسترش سیلاب لزوم برنامه‌ریزی بیشتری را در این زمینه می‌طلبد. شکل(۹) (اشکال الف و ب)

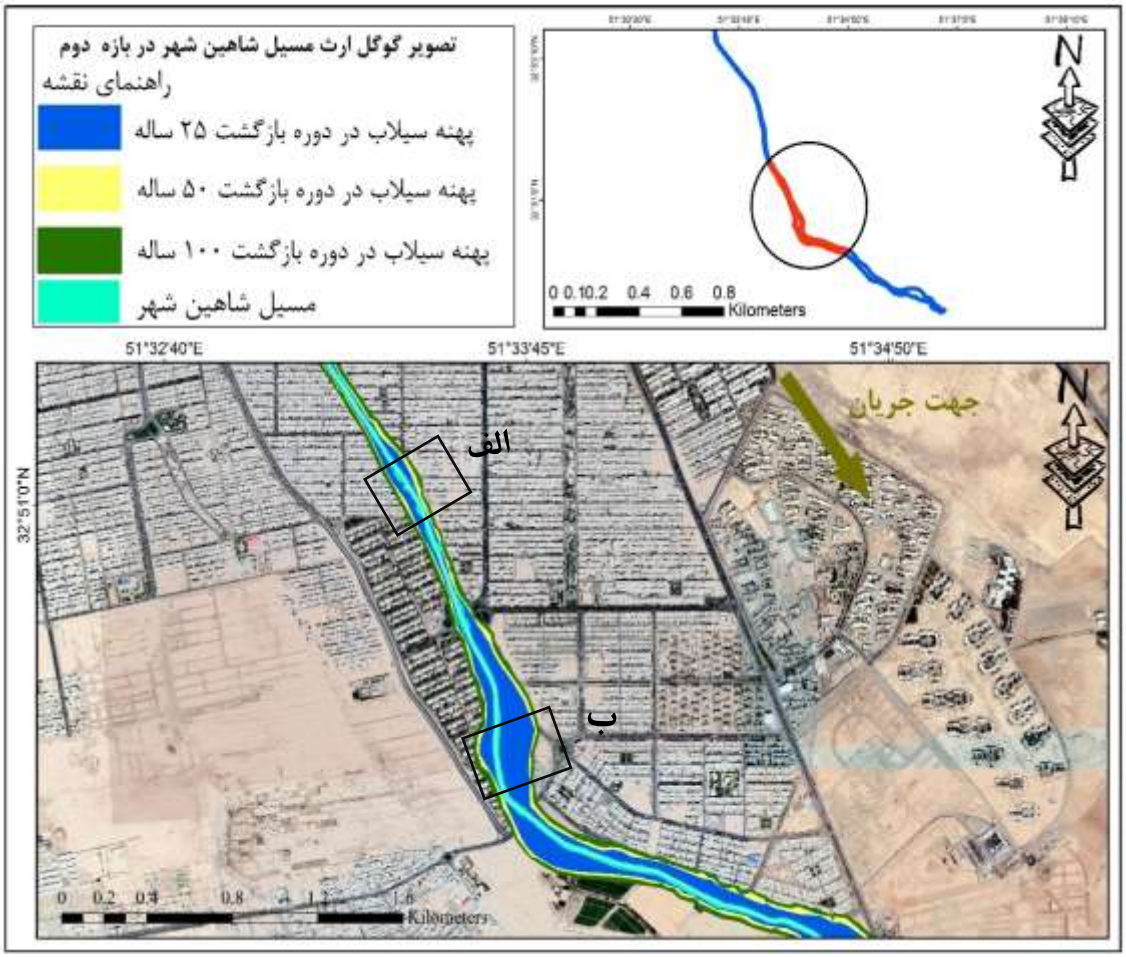
در بازه دوم طول مسیل شاهین‌شهر ۳ کیلومتر بوده است و میزان ضریب خمیدگی آن ۱/۰۹ محاسبه شده است که جز الگوی سینوسی می‌باشد(حسین زاده و همکاران، ۱۳۹٤). دو طرف حاشیه مسیل دارای کاربری مسکونی بوده است متوسط شیب بستر در این بازه ۰/۱ محاسبه شده است متوسط عمق مقطع در این بازه ۰/۹٤ متر بوده است پهنه سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف در این بازه گسترش کمتری داشته است و در دوره بازگشت ۲۵ ساله پهنه گسترش سیلاب تا حدود ۱٦۰ متر از حد مقاطع فراتر رفته است. شکل(۱۰)، (اشکال۱۰ الف و ب)



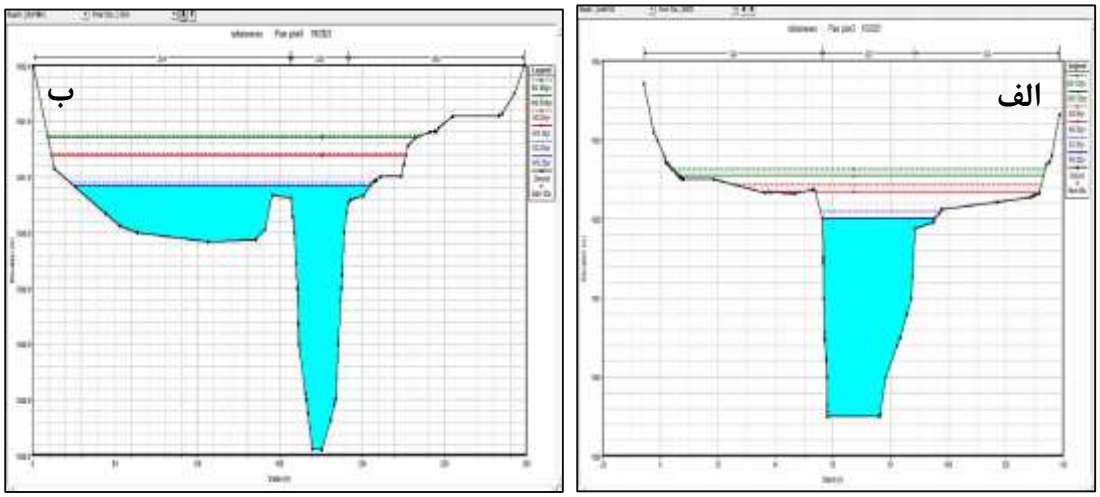
شکل۹- نقشه پهنه‌بندی سیلاب مسیل شاهین‌شهر در دوره بازگشت ۲۵ و ۵۰ و ۱۰۰ساله



شکل ۹ الف و ب- مقطع عرضی مسیل شاهین‌شهر در دوره بازگشت ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰سال و پهنه سیلاب در دوره بازگشت ۲۵ --، ۵۰--، ۱۰۰--



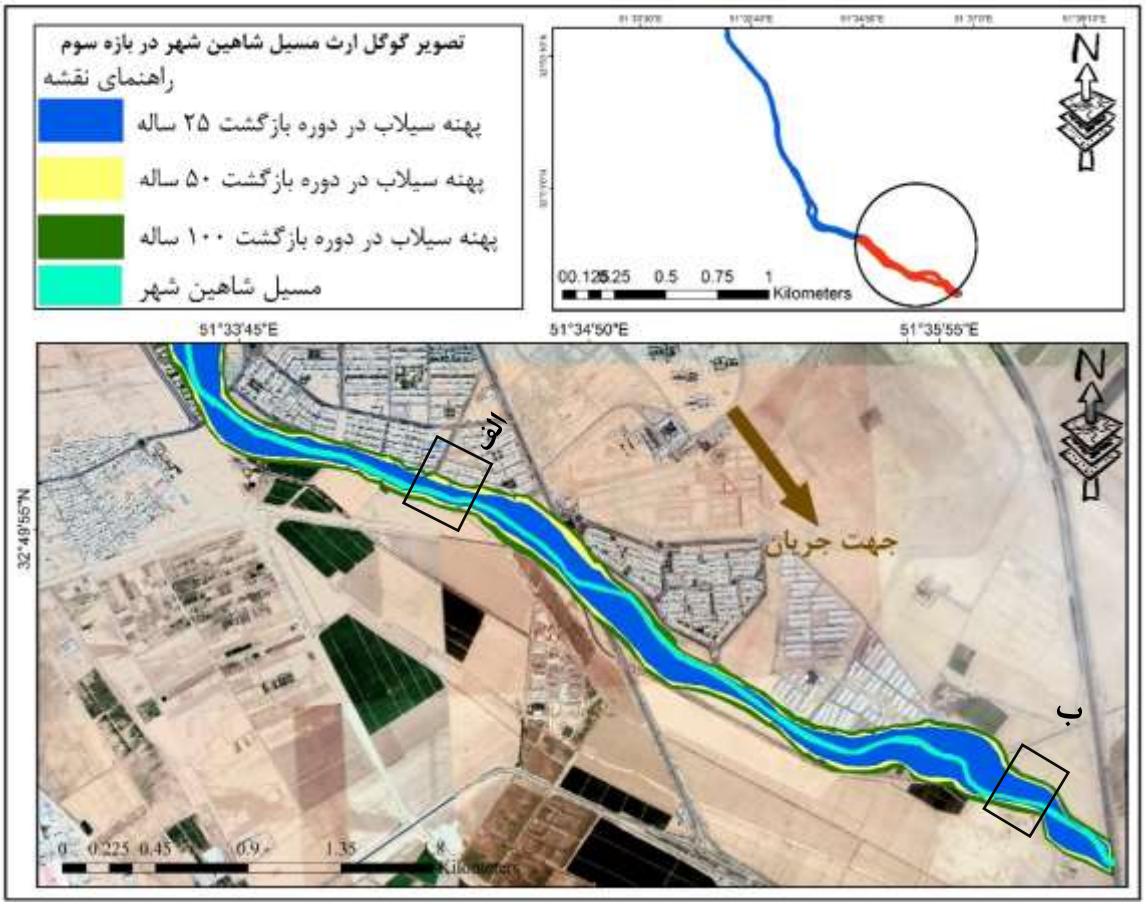
شکل ۱۰- نقشه پهنه‌بندی سیلاب مسیل شاهین‌شهر در دوره بازگشت ۲۵ و ۵۰ و ۱۰۰ساله



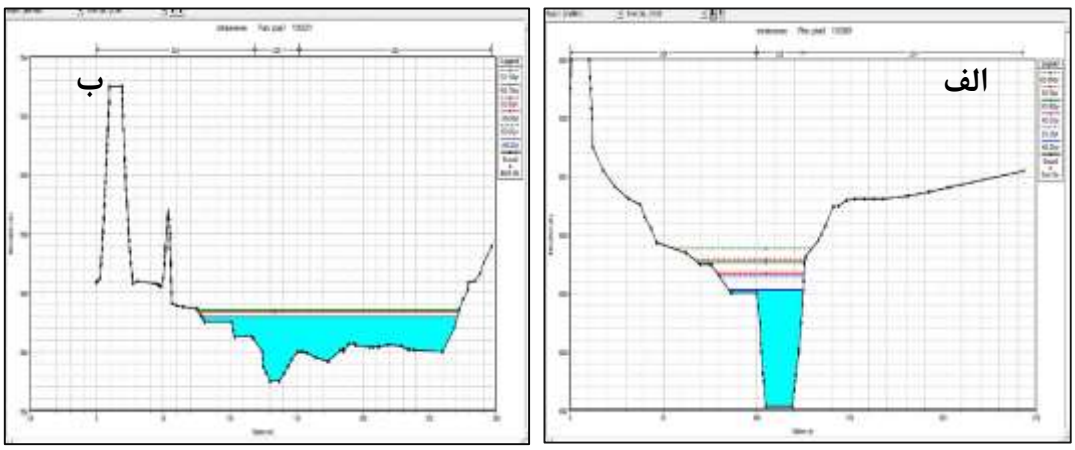
شکل ۱۰ الف و ب- مقطع عرضی مسیل شاهین‌شهر در دوره بازگشت ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰سال و پهنه سیلاب در دوره بازگشت ۲۵ -- ، ۵۰-- ، ۱۰۰—

در بازه سوم طول بازه ۲ کیلومتر بوده است مسیل شاهین‌شهر در این بازه، از میان زمین‌های بایر و کشاورزی در حال جریان است. میزان شیب رودخانه در این قسمت ۰/۱ درصد بوده است. در این قسمت با توجه به کاهش شیب و کاهش سرعت جریان، پهنه سیلاب به حداکثر گسترش خود نسبت به قسمت‌های قبلی رسیده است. در این قسمت پهنه سیلاب در دوره بازگشت ۲۵ ساله، به حداکثر گسترش خود حدود ۱۰ تا ۱۷۰ متر از حد مقاطع گسترش پیدا کرده است در دوره بازگشت ۵۰ سال از ۱۲ تا ۱۸۰ متر و در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله تا ۲۰۰ متر از حد مقاطع سیلاب گسترده شده است.

با توجه به اینکه جنس رسوبات مسیل شاهین‌شهر عمدتاً از سیلت و ماسه تشکیل شده است دارای حداکثر میزان فرسایش بوده است خطر ناشی از سرعت‌بالا و انتقال رسوب در انتهای بازه موردمطالعه با توجه به کاهش شیب مخاطره‌ای که ممکن است نادیده گرفته شود انباشت رسوبات (با توجه به جنس بستر مسیل) می‌باشد که تحقیقات بیشتری باید در مورد حمل‌ونقل رسوبات با استفاده از مدل‌های عددی جهت کاهش مخاطرات انجام شود. شکل(۱۱)، (اشکال ۱۱الف و ب)



شکل۱۱- نقشه پهنه‌بندی سیلاب مسیل شاهین‌شهر در دوره بازگشت ۲۵ و ۵۰ و ۱۰۰ساله



شکل ۱۱ الف و ب- مقطع عرضی مسیل شاهین‌شهر در دوره بازگشت ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰سال و پهنه سیلاب در دوره بازگشت ۲۵ -- ، ۵۰-- ، ۱۰۰--

در کل بازه موردمطالعه متوسط عمق آب در دوره بازگشت ۲۵ ساله ۱/۸۸، در دوره بازگشت ۵۰ ساله ۱/۹۹و در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله ۲/۰۵ متر رسیده است و علاوه بر آن حداکثر عمق آب در دوره بازگشت ۱۰۰ سال به میزان ٤/۷ متر در بازه سوم رخ داده است. در کل بازه موردمطالعه مسیر رودخانه ساماندهی شده در انتهای بازه موردمطالعه عمق آب با توجه به دوره بازگشت‌ها و میزان دبی افزایش پیدا کرده است و پهنه گسترش سیلاب وسیع‌تر از سایر قسمت‌ها شده است؛ که در جداول (۵الف و ۵ب) متوسط شیب، عمق، مساحت مقطع عرضی بیان شده است.

جدول ۵ الف- مقایسه میانگین مساحت مقطع عرضی و عرض مقاطع در بازه‌های مختلف مسیل شاهین‌شهر

نام بازه	متوسط مساحت مقطع عرضی (متر)	متوسط شیب بستر (درصد)	عرض دبی لبالبی (متر)	متوسط عمق مقاطع عرضی (متر)	دوره بازگشت ۲۵ سال عمق آب (متر)		
					متوسط	حداکثر	متوسط کل باز
بازه اول	۱۱/۸۷	۰/۲	۱۸/٤۹	۱/۰۳۸	۲/۱۳	۳/۸٦	۱/۸۸
بازه دوم	۱۳/۲۹	۰/۱	۱۹/۹۱	۰/۹٤	۱/۸۱	۲/۸۳	
بازه سوم	۱۳/۸۹	۰/۱	۲٤/۳۷	۰/۹۹	۱/٦۸	٤/٥٦	

جدول ۵ ب- مقایسه میانگین عمق آب در بازه‌های مختلف مسیل شاهین‌شهر

نام بازه	دوره بازگشت ۵۰ سال عمق آب (متر)			دوره بازگشت ۱۰۰ سال عمق آب (متر)		
	متوسط	حداکثر	متوسط کل بازه	متوسط	حداکثر	متوسط کل بازه
بازه اول	۲/۲۸	٤/۱۲	۱/۹۹	۲/۳٦	٤/۱۹	۲/۰۵
بازه دوم	۱/۹۳	۲/۹۸		۲	۳/۰۹	
بازه سوم	۱/۷۵	٤/۸٤		۱/۷۹	٤/۷	

جدول٦- مساحت پهنه سیلاب در دره بازگشت‌های مختلف مسیل شاهین‌شهر

دوره بازگشت	مساحت پهنه سیلاب به (کیلومتر مربع)
۲۵	۰/۹٤۸
۵۰	۱/۱۳
۱۰۰	۱/۳٤

٤- نتیجه‌گیری

مخاطره سیل یکی از مخرب‌ترین خطرات طبیعی است و هرساله خسارات جبران‌ناپذیری در سرتاسر جهان وارد می‌کند. به دلیل شرایط توپوگرافی و آب‌وهوای و ضعف مدیریت حوضه آبریز، ایران مستعد مخاطره سیلاب است و در سال‌های اخیر حوادث شدید سیل را تجربه کرده است اولین گام اساسی در مدیریت سیلاب تولید نقشه‌های مناطق مستعد سیلاب بوده است. حوضه آبریز مسیل شاهین‌شهر با توجه به شرایط توپوگرافی به ٤ زیر حوضه تقسیم‌بندی شد و سپس زمان تمرکز برای هر یک از زیر حوضه‌ها محاسبه شد و زمان تمرکز به دست آمده به روش‌های کرپای، کرپیچ و سازمان هوانوردی امریکا بسیار کوچک‌تر از مقادیر حاصل از روش سازمان حفاظت خاک امریکا و روش برانسبای ویلیامز می‌باشد و زمان تمرکز حوضه با توجه به وسعت حوضه و نتایج به ست آمده برای هریک از زیرحوضه‌های فوق با استناد به روش برانسبای- ویلیامز در نظر گرفته شد که برای کل حوضه ۱۳/۲۱ ساعت محاسبه شده است و سپس با کمک روش SCS و با استفاده از نرم‌افزار(HEC-HMS(SCS حداکثر دبی سیلابی برای دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله محاسبه شد و وارد نرم‌افزارHEC-RAS گردید. مسیل شاهین‌شهر با ضریب خمیدگی کل ۱/۰۹ دارای الگوی سینوسی می‌باشد. با اجرای مدل HEC-RAS پهنه‌بندی سیلاب برای سه دوره بازگشت ۲۵ ساله، ۵۰ و ۱۰۰ ساله اجرا شد که متوسط پهنه گسترش سیلاب در دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله از ۲ تا ۲۰۰ متر از حد مقاطع گسترش پیدا کرده است در بازه سوم با توجه به اینکه مساحت مقطع عرضی بیشتر از سایر بازه بوده است ولی با کاهش شیب پهنه گسترش سیلاب در این بازه از سایر بازه‌های گسترده‌تر شده است که با توجه نوع کاربری در این بخش که اغلب کشاورزی و مسکونی بوده است پهنه وسیعی تحت مخاطره سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف قرار می‌گیرد. اگر محدوده پهنه سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف را جز منطقه آسیب‌پذیر بدانیم اغلب مناطق مسکونی در معرض مخاطره سیلاب قرار گرفته‌اند و به برنامه‌ریزی بیشتری نیاز دارد این مطالعه با نتایج سایر محققان ازجمله عز (۲۰۱۸) و شفیعی مطلق و عبادتی (۱۳۹۹)، مختاری و همکاران (۱٤۰۰) و پورنبی و همکاران (۱٤۰۰) پناهی و همکاران(۱٤۰۰) مطابقت دارد تمامی مطالعات بیان می‌کنند که مناطق مستعد سیلاب به‌وسیله مدل عددی HEC-RAS پیش‌بینی شده است و همچنین مطالعات نشان می‌دهد که مدلHEC-HMS در برآورد دبی در حوضه‌هایی که فاقد ایستگاه آبسنجی بوده است مناسب می‌باشد. علاوه بر این، شبیه‌سازی، اطلاعات بسیار مفیدی مانند ارتفاع، سرعت و زمان جریان برای تصمیم‌گیرندگان فراهم می‌کند. این نتایج می‌تواند به تولید نقشه‌های مناطق مستعد سیل منجر شود این اقدامات مدیریتی می‌تواند تأثیر سیلاب را از طریق پیش‌بینی خطر، میزان آسیب‌پذیری ناشی از سیل را کاهش دهد. شناسایی مناطق مستعد سیل می‌تواند جوامع تهدید شده و تصمیم گیرندگان را در سطوح مختلف برای جلوگیری از مخاطره آگاه کند و بنابراین این امر کلید مدیریت خطر سیل است.

کتابنامه

پناهی، رؤیا؛ حسین زاده، محمدمهدی؛ ۱٤۰۰. پهنه‌بندی و تحلیل ژئومورفولوژیکی سیلاب رودخانه دینور (استان کرمانشاه) با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، شمارهٔ سی و ششم. صص ٤٥ -٦٤.

https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71679.1093

پور نبی درزی، سمیه؛ وفاخواه، مهدی؛ رجبی، رسول؛ ۱٤۰۰. پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS و GIS ، (مطالعه موردی: حوزه آبخیز چشمه کیله شهرستان تنکابن). *مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی*. دوره دهم. شماره بیست و هشتم. صص ۱۵-۲۸.

https://www.doi.org/10.22111/jneh.2021.28694.1603

حسین زاده، محمدمهدی؛ اسماعیلی، رضا؛ ۱۳۹٤. *ژئومورفولوژی رودخانه‌ای، مفاهیم اشکال و فرایندها*. چاپ اول. تهران: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

دامادی، سکینه؛ دهواری، عبدالحمید؛ دهمرده قلعه نو، محمدرضا؛ ابراهیمیان، محبوبه؛ ۱۳۹۹. پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی (HEC-RAS) در رودخانه سرباز استان سیستان و بلوچستان. *نشریه علمی- پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز*، جلد ۱۳. شماره ۳. صص ۵۹۰ – ٦۱۰.

https://dx.doi.org/10.22092/ijwmse.2021.124028.1573

روستایی، شهرام؛ ایاسه، فریبا؛ رضایی مقدم، محمد. حسین؛ ۱۳۹۹. شبیه‌سازی دو بعدی سیلاب رودخانه لیقوان با تأکید بر دشت سیلابی. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*. سال نهم. شماره ۱. صص ٤۱ -۲۸.

magiran.com/p2149697

ریاحی مدوار، حسین؛ فکوری، بهمن؛ ۱٤۰۰. تحلیل عدم قطعیت نتایج مدل HEC-RAS در شبیه‌سازی فراسنجه‌ای هیدرولیکی جریان رودخانه کارون با رویکرد مونت‌کارلو. *نشریه هیدرولیک انجمن هیدرولیک ایران*. دوره ۱٦. شماره ۱. صص ۱-۲۲. https://dx.doi.org/10.30482/jhyd.2021.253266.1483

شفیعی، خسرو؛ عبادتی، ناصر؛ ۱۳۹۹. پهنه‌بندی سیلاب و شبیه‌سازی رفتار هیدرولیک رودخانه با استفاده از نرم‌افزار (HEC-RAS مطالعه موردی رودخانه مارون – جنوب غرب ایران). *مجله اکوهیدرولوژی*. دوره ۷. شماره ۲. صص ۳۹۷ – ٤۰۹. https://dx.doi.org/10.22059/ije.2020.298473.1293

علیزاده، امین؛ ۱۳۸۸. *اصول هیدرولوژی کاربردی*. چاپ بیست و هفتم. مشهد: انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).

مختاری، داود؛ رضایی مقدم، محمدحسین؛ معزز، سمیه؛ ۱٤۰۰. تحلیل دینامیکی مخاطره سیلاب در مخروط افکنه‌های فعال با استفاده از مدل هیدرودینامیکی HEC-RAS و تکنیک GIS مطالعه موردی: مخروط افکنه لیلان، شمال غرب ایران. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی*. سال نهم. شماره ٤. صص ۱٦۹-۱۸۵.

https://www.doi.org/10.22034/gmpj.2021.131021

Abderrezzak, k.e.k., Paquier, A., and E. Mignot., 2009. Modelling flash flood propagation in urban areas using a two-dimensional numerical model. Natural Hazards, 50: 433–460. https://doi.org/10.1007/s11069-008-9300-0

Avand, M.T., Moradi, H.R., and M, Ramazanzadeh., 2021. Spatial modeling of flood probability using geo-environmental variables and machine learning models, case study: Tajan watershed, Iran. Advances in Space Research, 67: 3169-3186 .https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.02.011

Brierley, G,L., and Fryirs, K., 2005. geomorphology and river management application of the river style framework. Blackwell Publishing, Malden. MA. pp 398. DOI:10.1002/ 9780470751367

Brunner, G.W., 2001. HEC-RAS River Analysis System: User's Manual. US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources. Hydrologic Engineering Center.

Chang, H.S., Chen, T.L., 2016. Spatial heterogeneity of local flood vulnerability indicators within flood prone areas in Taiwan. Environmental Earth Sciences, 75(23): 1-14. https://doi.org/ 10.1007/s12665-016-6294-x

Clarke, S.E., Burnett, K.M., and D.J. Miller., 2008. Modeling Streams and Hydrogeomorphologic Attributes in Oregon from Digital and Field Data. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), 44: 459-477.DOI:10.1111/j.1752-1688.2008.00175.x

COON, W.F., 1996. Estimates of Roughness Coefficients for Selected Natural Stream Channels with Vegetated Banks in New York. U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR BRUCE BABBITT, Secretary. https://doi.org/10.3133/ofr93161

Ezz, H., 2018. Integrating GIS and HEC-RAS to model Assiut plateau runoff. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 2: 219 -227. https:// doi.org/ 10.1016/ j.ejrs.2017.11.002

Ezzine, A., Saidi, S., Hermassi, T., Kammessi, I., Darragi, F., Rajhi, H., 2020. Flood mapping using hydraulic modeling and Sentinel-1 image: Case study of Medjerda Basin, northern Tunisia: The Egyptian. Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 23: 303-310. https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2020.03.001

Geravand, F., Hosseinia, SM., Ataie-Ashtiani, B., 2020. Influence of river cross-section data resolution on flood inundation modeling: Case study of Kashkan river basin in western Iran. Journal of Hydrology, 584: 124743 .https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124743

Ibrahimkhan, P.A., Agnihotri, P.G., 2021. Application of new HEC-RAS version 5 for 1D hydrodynamic flood modeling with special reference through geospatial techniques: a case of River Purna at Navsari, Gujarat, India. Modeling Earth Systems and Environment, 7:1133–1144. https://doi.org/10.1007/s40808-020-00961-0

Khosravi, K.h., Panahi, M., Golkarian, A., Keesstra, S.D., Saco, P.M., Tien, B.D., Lee, S., 2021. Convolutional neural network approach for spatial prediction of flood hazard at national scale of Iran. Journal of Hydrology, 591: 2-35. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125552

Khosravi, K.h., Pham, B.T., Chapi, K., Shirzadi, A., Shahabi, H., Revhaug, I., Prakash, I., Tien Bui, D., 2018. A comparative assessment of decision trees algorithms for flash flood susceptibility modeling at Haraz watershed, northern Iran. Science of The Total Environment, 627: 744-755. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.266

Pietron, J., Jarsjo, J., Romanchenko, A.O., Chalov, SR., 2015. Model analyses of the contribution of in-channel processes to sediment concentration hysteresis loops. Journal of Hydrology, 527: 576-589. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.05.009

S.C.S. (SCS)., 1972. National Engineering Handbook, Section 4: Hydrology, Washington, DC.

Termeh, S.V.R., Kornejady, A., Pourghasemi, H.R., Keesstra, S., 2018. Flood susceptibility mapping using novel ensembles of adaptive neuro fuzzy inference system and metaheuristic algorithms. Science of the Total Environment, 615: 438-451. https:// doi.org/ 10.1016/ j. scitotenv. 2017.09.262

Yerramilli, S.A., 2012. Hybrid Approach of Integrating HEC-RAS and GIS Towards the Identification and Assessment of Flood Risk Vulnerability in the City of Jackson, MS.

American Journal of Geographic Information System, 1(1): 7-16. https:// doi.org/ 10.5923/ j.ajgis.20120101.02

Yousefi, S., Pourghasemi, H.R., Rahmati, O., Keesstra, S.D., Emami, S.N., Hooke, J., 2021. Geomorphological change detection of an urban meander loop caused by an extreme flood using remote sensing and bathymetry measurements (a case study of Karoon River, Iran). Journal of Hydrology, 597: 2-34. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125712

Zelenakova, M., Fijko, R., Labant, S., Weiss, E., Markovic, G., Weiss, R., 2019. Flood risk modelling of the Slatvinec stream in Kru _ zlov village, Slovakia. Journal of Cleaner Production, 212:109-118. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.008

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp.99-115 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI:10.22067/geoeh.2021.71620.1092 Open access

The Investigation and Analysis of Natural Hazards and Human and Environmental Issues in Sanandaj for Providing Appropriate Solutions

Mozhgan Nosrati[a*], Saeid Khezri[b], Afagh Kazemi[c]

[a] *MA in Environmental Hazards, University of Kordestan, Sanandaj, Iran*
[b] *Associate Professor in Geomorphology, University of Kordestan, Sanandaj, Iran*
[c] *Assistant Professor in Geomorphology, University of Kordestan, , Sanandaj, Iran*

Received: 24 July 2021 ***Revised: 27 August 2021*** ***Accepted: 10 October 2021***

Abstract

In recent years, along with the increase in the population of urban areas, urban hazards have also increased. Sanandaj is one of the cities that have a high potential for the occurrence of hazards. Therefore, this study explored Sanandaj's areas vulnerable to the risk of slope movements, floods, earthquakes, pollution, and traffic. According to the objectives, two integrated models of Fuzzy logic and the Analytic Hierarchy Process (AHP) were used and areas vulnerable to each of the mentioned hazards were identified. The results indicate that many of western parts and also the northern parts of Sanandaj city are prone to slope movements due to the high slope and height. Moreover, due to the existence of the Gheshlagh River in the eastern half of the city as well as the presence of low slope areas in its central part, many parts of the Sanandaj city have a great potential to cause floods. The assessment of the potentials for earthquake vulnerability indicates that the western and central parts of Sanandaj have a high potential for vulnerability due to proximity to fault lines, high slope, lack of access to open space, and high population density. Regarding pollution and traffic, the central parts of Sanandaj city have a high potential for pollution and traffic due to high population density and the existence of various uses like transportation. The western and northern parts of Sanandaj are prone to large-scale movements and have a high potential for earthquake. The eastern parts of Sanandaj have a high potential for floods. The southern parts of Sanandaj are prone to floods and have a high potential for earthquakes. Moreover, the central parts of Sanandaj have a high potential of pollution and traffic.

Keywords: Natural and Human Hazards, Fuzzy logic, AHP, Sanandaj

* Corresponding author: Mozhgan Nosrati E-mail: m.nosrati1389@gmail.com Tel: + 989188724740

How to cite this Article: Nosrati, M., Khezri, S., & Kazemi, A. (2022). The Investigation and Analysis of Natural Hazards and Human and Environmental Issues in Sanandaj for Providing Appropriate Solutions. *Journal of Geography and Environmental Hazards, 11*(1), 99-115.
DOI:10.22067/GEOEH.2021.71620.1092

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71620.1092

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم ، شمارهٔ چهل و یکم ، بهار ۱۴۰۱، صص ۱۱۵-۹۹

مقاله پژوهشی

بررسی و تحلیل مخاطرات طبیعی و مسائل انسانی و محیطی شهر سنندج به‌منظور ارائه راهکارهای مناسب

مژگان نصرتی[1]- کارشناس ارشد مخاطرات محیطی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.
سعید خضری - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.
آفاق کاظمی - استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۶/۵ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۷/۱۸

چکیده

در طی سال‌های اخیر به‌موازات افزایش جمعیت نواحی شهری، مخاطرات شهری نیز روند افزایشی داشته است. یکی از شهرهایی که پتانسیل بالایی جهت وقوع مخاطرات دارد، شهر سنندج است. در این پژوهش به بررسی مناطق آسیب‌پذیر شهر سنندج در برابر مخاطرات حرکات دامنه‌ای، سیلاب، زمین‌لرزه، آلودگی و ترافیک پرداخته شده است. با توجه به اهداف موردنظر، از دو مدل تلفیقی منطق فازی و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده و مناطق آسیب‌پذیر در برابر هرکدام از مخاطرات مذکور شناسایی شده است. نتایج پژوهش بیانگر این است که بخش‌های زیادی از غرب شهر سنندج و همچنین مناطق شمالی شهر به دلیل شیب و ارتفاع زیاد مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای است. همچنین به دلیل وجود رودخانه قشلاق در نیمه شرقی شهر سنندج و همچنین وجود مناطق کم شیب در مناطق داخلی شهر، بخش‌های زیادی از این شهر پتانسیل زیادی به‌منظور ایجاد سیلاب و آب گرفتگی دارد. ارزیابی پتانسیل آسیب‌پذیری در برابر زلزله بیانگر این است بخش‌های غربی و مرکزی شهر سنندج به دلیل نزدیکی به خطوط گسل، شیب زیاد، عدم دسترسی به فضای باز و تراکم جمعیتی بالا، پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارد. از نظر آلودگی و ترافیک نیز بخش‌های مرکزی شهر سنندج به دلیل تراکم بالای جمعیت و وجود کاربری‌های مختلفی ازجمله حمل‌ونقل و ... پتانسیل آلودگی و ترافیک بالایی دارد. با توجه به موارد مذکور، بخش‌های غربی و شمالی

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۸۷۲۴۷۴۰
Email: m.nosrati1389@gmail.com

نحوه ارجاع به این مقاله:
نصرتی، مژگان؛ خضری، سعید؛ کاظمی، آفاق. (۱۴۰۱). بررسی و تحلیل مخاطرات طبیعی و مسائل انسانی و محیطی شهر سنندج به‌منظور ارائه راهکارهای مناسب. جغرافیا و مخاطرات محیطی.۱۱(۱). صص ۱۱۵-۹۹
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71620.1092

شـهر مسـتعد وقوع حرکات دامنه‌ای اسـت و همچنین پتانسـیل آسـیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارد. بخش‌های شـرقی شـهر پتانسیل بالایی از نظر وقوع سیلاب دارد. بخش‌های جنوبی نیز مستعد وقوع سیلاب اسـت و پتانسـیل آسـیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارد. همچنین بخش‌های مرکزی شهر سنندج پتانسیل بالایی از نظر آلودگی و ترافیک دارد.

کلیدواژه‌ها: مخاطرات طبیعی و انسانی، منطق فازی، AHP، سنندج.

۱-مقدمه

گسـترش شتابان شهرها پس از انقلاب صنعتی، باعث بروز مشکلات زیادی برای جوامع ساکن در آن‌ها شده است. در واقع، فرایند شـهرنشـینی آسـیب‌پذیری در برابر مخاطرات را به دلیل تمرکز انسـان‌ها و تملک‌ها افزایش داده اسـت (قائدرحمتی و همکاران، ۱۳۹۲). از طرف دیگر، بسـیاری از بلایای طبیعی در جهان در مناطق شـهری اتفاق می‌افتد و هرسـاله میلیون‌ها نفر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (پیلینگ[1]، ۲۰۰۷) و همین مسـئله سـبب شـده اسـت تا تغییرات زیسـت‌محیطی ناشـی از توسـعه شـهرها موردتوجه دانشـمندان و برنامه‌ریزان شـهری قرار گیرد (ماس[2] و همکاران، ۲۰۱٤). در طی سـال‌های اخیر به‌موازات افزایش جمعیت نواحی شـهری، مخاطرات شـهری نیز روند افزایشـی داشـته اسـت. مخاطرات نواحی شـهری را می‌توان به دو دسـته طبیعی و انسـانی تقسـیم کرد که این مخاطرات به‌طور مستقیم جمعیـت سـاکن در نواحی شـهری را تحـت تأثیر قرار می‌دهند. ازجمله مخاطرات طبیعی نواحی شـهری که تأثیر مسـتقیمی بر سـکونتگاه‌ها دارند می‌توان به حرکات دامنه‌ای، سـیلاب و زلزله اشاره کرد و ازجمله مخاطرات انسانی نیز آلودگی، عوارض ناشـی از بافت فرسـوده هسـتند. نوع مخاطرات در مناطق مختلف و با توجه به موقعیت جغرافیایی، سـیاسـی، اقتصـادی متفاوت خواهند بود. پژوهش‌های مربوط به مخاطرات طبیعی و رابطه متقابل آن با فعالیت‌های انسـانی، سـابقه طولانی دارد (مونتز و توبین[3]، ۲۰۱۱). بررسـی مخاطرات در مناطق مختلف متفاوت است؛ به‌طوری‌که نواحی شـهری، خصـوصـاً شهرهایی که با محدودیت و تنگناهای طبیعی مواجه هستند، ضروری‌تر است (ملال‌گودا[4] و همکاران، ۲۰۱۰). در این میان، یکی از شـهرهایی که با تنگناهای زیادی مواجه اسـت، شـهر سـنندج اسـت. وضـعیت ژئومورفولوژی شـهر سـنندج سـبب شده است تا نواحی سکونتگاهی واقع در این شهر علاوه بر محدودیت‌های زیادی که از نظر توسـعه فیزیکی دارند، در معرض مسـتقیم مخاطرات طبیعی و انسـانی نیز باشـند؛ به‌طوری‌که بخش‌هایی زیادی از این شـهر در معرض وقوع حرکات دامنه‌ای و سـیلاب قرار دارد و به‌علاوه با توجه به پتانسیل لرزه‌خیزی شهر سـنندج، در صورت وقوع زلزله، بخش‌های زیادی از این شهر پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارند. همچنین شهر سنندج با مخاطرات انسـانی نیز مواجه اسـت که بیش‌تر به دلیل وضـعیت طبیعی حاکم بر این شـهر بوده است که ازجمله این

1 Pelling
2 Mas
3 Montz & Tobin
4 Malalgoda

مخاطرات، می‌توان به آسیب‌پذیر بودن بافت‌های فرسوده، ترافیک و آلودگی اشاره کرد. با توجه به موارد مذکور، شناسایی مناطق آسیب‌پذیر شهر سنندج در برابر مخاطرات طبیعی و انسانی ضروری به نظر می‌رسد و بر این اساس در این پژوهش به این مهم پرداخته شده است.

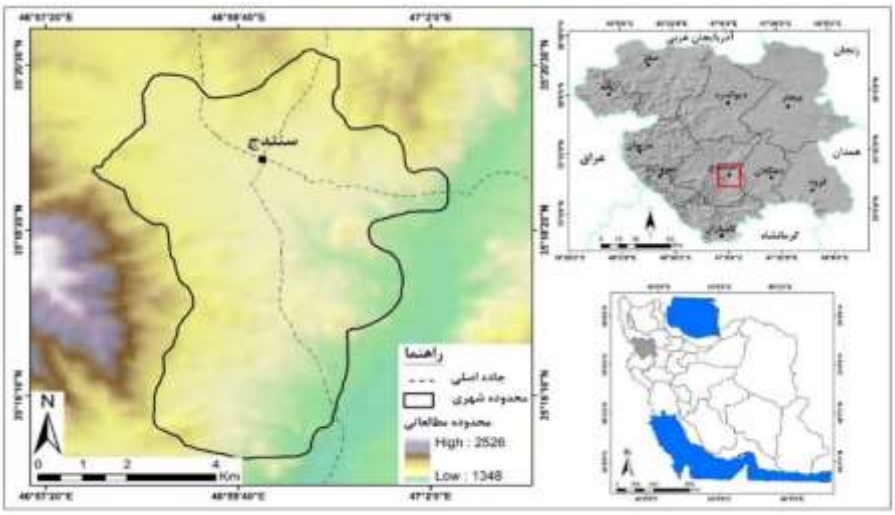
با توجه به اهمیت موضوع، در این مورد مطالعات مختلفی صورت گرفته است که از جملهٔ آن‌ها می‌توان به بوتروفرندکس[1] (۲۰۰۹) اشاره کرد که میزان آسیب‌پذیری شهر میدلین کلمبیا در برابر زلزله را مورد ارزیابی قرار داده است. پنگ[2] (۲۰۱۲) به شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی در چین پرداخته است. میا[3] و همکاران (۲۰۱٦) به بررسی عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش در بنگلادش و همچنین تأثیر وقوع زمین‌لغزش بر عوامل مختلف اقتصادی و اجتماعی پرداخته است. سوارز[4] و همکاران (۲۰۱٦) به ارزیابی تاب‌آوری شهری در مراکز استانی کشور اسپانیا پرداخته‌اند. کیانگ[5] و همکاران (۲۰۱۷) تغییرات جمعیتی شهرهای امریکا در نواحی سیل‌خیز را در طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ مورد ارزیابی قرار داده‌اند. بورنان[6] و همکاران (۲۰۱۹) به ارزیابی مخاطره سیل در شهر کنستانتین[7] الجزایر پرداختند. سوریانو[8] و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی مخاطرات ژئومورفولویکی شهر مکزیکوسیتی پرداختند. در ایران نیز حبیبی و جوانمردی (۱۳۹۲) به تحلیل ناپایداری بافت شهری بخش مرکزی شهر سنندج در برابر زلزله با استفاده از روش‌های منطق فازی و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداختند. حاتمی نژاد و همکارن (۱۳۹۳) به تحلیل میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری در منطقه ٦ شهر تهران با استفاده از روش‌های AHP و SAW پرداختند. خضری و ولدی (۱۳۹۵) به ارزیابی مخاطرات زیست‌محیطی ژئومورفولوژیک شهرستان کامیاران با تأکید بر مناطق فقیرنشین شهری پرداختند. نیری و همکاران (۱۳۹٦) مناطق مستعد جهت توسعه فیزیکی شهر سنندج را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. منوریان و همکاران (۱۳۹۷) عوامل تأثیرگذار بر افزایش تاب‌آوری اجتماعی در مقابل حوادث طبیعی در محلات شهر تهران را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نگهبان و همکاران (۱۳۹۸) به ارزیابی توسعه فیزیکی شهر سنندج و گسترش آن به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی پرداختند. غلامی و همکاران (۱۳۹۸) به ارزیابی آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر کاشان ناشی از خطرات زلزله پرداختند. خدادادی و همکاران (۱۳۹۹) نیز به تحلیل آسیب‌پذیری شهر کرج در برابر مخاطره زمین‌لرزه پرداخته‌اند.

1 BoteroFernandex
2 Peng
3 Mia
4 Suarez
5 Qiang
6 Bourenane
7 Constantine
8 Soriano

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه موردمطالعه

شـهر سـنندج از نظر تقسـیمات سـیاسی به‌عنوان مرکز شهرستان سنندج و همچنین مرکز استان کردستان محسوب می‌شـود (شـکل ۱). همچنین سـنندج با ٤١٤٠٠٠ نفر جمعیت، پرجمعیت‌ترین شـهر استان کردستان است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). موقعیت جغرافیایی، اقتصـادی و سـیاسـی سـنندج سـبب شـده است تا در طی سال‌های اخیر با رشد و توسـعه زیادی همراه باشـد. شـهر سـنندج از نظر ژئومورفولوژی توسـط واحد کوهستان (ازجمله کوه‌هایی مانند آبیدر کوچک و بزرگ در غرب و جنوب غرب محدوده این شـهر) و تپه‌ماهور احاطه شـده اسـت و بخش‌های زیادی از آن را نواحی پرشـیب در برگرفته اسـت و همچنین از سـمت شـرق نیز به واحد پادگانه رودخانه منتهی شده است. از نظر اقلیمی نیز شـهر سـنندج بر اسـاس روش آمبرژه در اقلیم نیمه‌خشک سرد واقع شده است که دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های سرد است (حنفی و حاتمی، ۱۳۹۲).



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه موردمطالعه

۲-۲-روش تحقیق

در این تحقیق به‌منظور دسـتیابی به اهداف موردنظر از نقشـه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، زمین‌شـناسـی ۱:۱۰۰۰۰۰، مـدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر و لایه‌های رقومی اطلاعاتی (کاربری اراضـی، خطوط گسـل، جاده‌ها) به‌عنوان داده‌های تحقیق اسـتفاده شـده اسـت. مهم‌ترین ابزار تحقیق، نرم‌افزار ArcGIS (به‌منظور اجرای مدل‌ها و تهیه نقشـه‌های نهایی) بوده اسـت. در این تحقیق همچنین از دو مـدل منطق فـازی (به‌منظور فازی سـازی لایه‌ها و ترکیب لایه‌ها) و تحلیل سـلسـله مراتبی (AHP) استفاده شده است. استفاده از این دو مدل به‌منظور انجام پهنه‌بندی موردنیاز بوده است. از مدل

منطق فازی جهت فازی‌سازی و ترکیب نهایی لایه‌ها و درنهایت تهیه نقشه‌های نهایی استفاده شده است. از مدل تحلیل سلسله مراتبی نیز به‌منظور وزن‌دهی به لایه‌ها استفاده شده است. در واقع، با توجه به اینکه ارزش و اهمیت لایه‌های مورداستفاده یکسان نیست، به‌منظور ارزش‌گذاری آن‌ها از این مدل استفاده شده است.

در این پژوهش، پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، مناطق آسیب‌پذیر شهر سنندج در برابر مخاطرات حرکات دامنه‌ای، سیلاب، زمین‌لرزه، آلودگی و ترافیک شناسایی شده است. روش کلی شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر هرکدام از مخاطرات به این صورت بوده است که ابتدا لایه‌های موردنظر برای هر مخاطره انتخاب شده است، سپس لایه‌های موردنظر بر مبنای پتانسیلی که جهت موضوع مخاطره مذکور دارند فازی‌سازی شده‌اند. پس از فازی‌سازی لایه‌ها، با استفاده از مدل AHP به لایه‌ها وزن داده شده و درنهایت لایه‌ها اطلاعاتی با هم ترکیب شده و نقشه‌های نهایی مناطق آسیب‌پذیر تهیه شده است. در ادامه به تشریح پارامترهای مورد استفاده جهت شناسایی مناطق آسیب‌پذیر پرداخته شده است:

شناسایی مناطق مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای: به‌منظور پتانسیل‌سنجی مناطق مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای در محدوده شهری سنندج از ۸ پارامتر ارتفاع، شیب، جهت شیب، رودخانه، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از جاده و کاربری اراضی استفاده شده است. انتخاب پارامترها بر اساس وضعیت ژئومورفولوژی، هیدرواقلیمی و زمین‌شناسی منطقه، نظرات کارشناسان (۵ متخصص ژئومورفولوژی) و همچنین مطالعات پیشین (عابدینی و همکاران، ۱۳۹۸؛ نوجوان و همکاران، ۱۳۹۸؛ غلامی و همکاران، ۱۳۹۸)

شناسایی مناطق مستعد وقوع سیلاب: به‌منظور پتانسیل سنجی مناطق مستعد وقوع سیلاب در محدوده شهری سنندج، با توجه به وضعیت هیدروژئومورفولوژی منطقه، نظرات کارشناسان (۵ متخصص ژئومورفولوژی) و بر اساس مطالعات پیشین صورت گرفته (اسدپور، ۱۳۹۸؛ مقیمی و رستمی فتح‌آبادی، ۱۳۹۸)، از ٦ پارامتر (ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، لیتولوژی و کاربری اراضی) استفاده شده است.

شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زمین‌لرزه: به‌منظور شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زمین‌لرزه از ٦ پارامتر نوع کاربری شهری، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از فضای باز و شیب استفاده شده است. انتخاب پارامترها با توجه به وضعیت زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه، نظرات کارشناسان (۵ متخصص ژئومورفولوژی) و همچنین مطالعات پیشین صورت گرفته (حیدریان، ۱۳۹۹؛ امیراحمدی و آب باریکی، ۱۳۹۳) بوده است.

شناسایی مناطق مستعد آلودگی (آلودگی زیست‌محیطی): به‌منظور شناسایی مناطق مستعد آلودگی از ٦ پارامتر فاصله از مرکز شهر، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، کاربری شهری، ارتفاع و شیب استفاده شده است. انتخاب پارامترها بر اساس وضعیت هیدروژئومورفولوژی شهر سنندج، نظرات کارشناسان (۵ متخصص ژئومورفولوژی) و مطالعات پیشین ازجمله زینالی و همکاران (۱۳۹۷) بوده است.

شـناسـایی مناطق مسـتعد ترافیک: به‌منظور شـناسایی مناطق مستعد ترافیک از ۳ پارامتر کاربری شهری، فاصله از مرکز شـهر و فاصـله از جاده اسـتفاده شـده است. انتخاب پارامترها با توجه به وضعیت زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه، نظرات کارشناسان (۵ متخصص ژئومورفولوژی) و همچنین مطالعات پیشین صورت گرفته بوده است.

۳-بحث و نتایج

در این پژوهش به‌منظور شـناسـایی مناطق مستعد وقوع مخاطرات طبیعی و انسانی در محدوده شهری سنندج، ابتدا لایه‌های اطلاعاتی تهیه شـده و سـپس مناطق مسـتعد وقوع هرکدام از مخاطرات شناسایی شده است. در ادامه به تشریح نتایج حاصله پرداخته شده است:

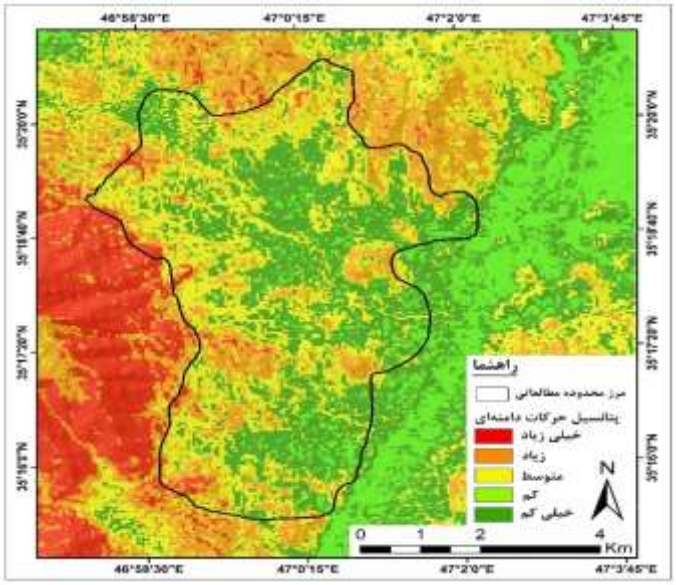
-شـناسایی مناطق مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای: در این پژوهش به‌منظور شـناسایی مناطق مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای از ۸ پارامتر اسـتفاده شـده اسـت. در جدول ۱ پارامترهای مورد استفاده و نحوه فازی‌سازی و وزن‌دهی به آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱- نحوه فازی‌سازی و امتیاز لایه‌های اطلاعاتی

ردیف	پارامتر	نحوه فازی سازی	وزن
۱	ارتفاع	به مناطق مرتفع ارزش نزدیک به ۱ و مناطق کم ارتفاع ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۰۷۷
۲	شیب	به مناطق پرشیب ارزش نزدیک به ۱ و مناطق کم شیب ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۲٦۸
۳	جهت شیب	به جهات شمالی ارزش نزدیک به ۱ و به جهات جنوبی ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۰۵۱
٤	فاصله از رودخانه	به مناطق نزدیک به رودخانه ارزش نزدیک به ۱ و مناطق دور از رودخانه ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱٤۵
۵	فاصله از جاده	به مناطق نزدیک به جاده ارزش نزدیک به ۱ و مناطق دور از جاده ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۸۳
٦	کاربری اراضی	به کاربری نواحی سکونتگاهی ارزش ۰/۳، به کاربری باغ ارزش ۰/۵، به کاربری کشاورزی ارزش ۰/۷ و به کاربری مراتع ارزش ۰/۹ داده شده است.	۰/۰٦۸
۷	لیتولوژی	به طبقات آندزیت و بازالت ارزش ۰/۲، به طبقات فلیش، کنگلومرا و ماسه‌سنگ ارزش نزدیک به ۰/٤، به طبقه آهک ارزش ۰/۵، به طبقه مواد آبرفتی ارزش ۰/۷ و به طبقه شیل ارزش ۰/۹ داده شده است.	۰/۱۲۳
۸	فاصله از گسل	به مناطق نزدیک به گسل ارزش نزدیک به ۱ و مناطق دور از گسل ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۰۸۵

پس از فازی‌سـازی لایه‌های اطلاعاتی و اعمال وزن‌های به دسـت آمده بر روی آن‌ها، درنهایت با اسـتفاده از عملگر گامای فازی ۰/۷ (از گاماهای مختلف خروجی گرفته شـده و نتایج به دسـت آمده بر روی گوگل ارث اورلی و سپس بررسـی شـده اسـت، درنهایت با توجه به اینکه گامای ۰/۷ به واقعیت نزدیک‌تر بود، از این گاما اسـتفاده شـده است)، لایه‌ها با هم تلفیق شـده و نقشـه نهایی مناطق مسـتعد وقوع حرکات دامنه‌ای در محدوده مطالعاتی تهیه شـده اسـت

(شـــکل ۲). بر اســـاس نتایج به دســـت آمده، در یک روند کلی نیمه غربی محدوده مطالعاتی که شـــامل ارتفاعات و دامنه‌های آبیدر اســت، پتانســیل وقوع حرکات دامنه‌ای زیادی دارد. در واقع در بخش‌های غربی و شــمالی شهر سنندج و همچنین واحدهای تپه‌ماهوری موجود در شــهر ســنندج، به دلیل داشــتن ارتفاع و شیب زیاد و همچنین بریدگی پای دامنه‌ها توســط جاده، پتانســیل بالایی جهت حرکات دامنه‌ای دارند. همچنین بخش‌های شرقی و جنوب شرقی محدوده شهری سنندج به دلیل نداشتن شیب زیاد، کم‌تر در معرض حرکات دامنه‌ای قرار دارند.



شکل ۲- نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای در محدوده مطالعاتی

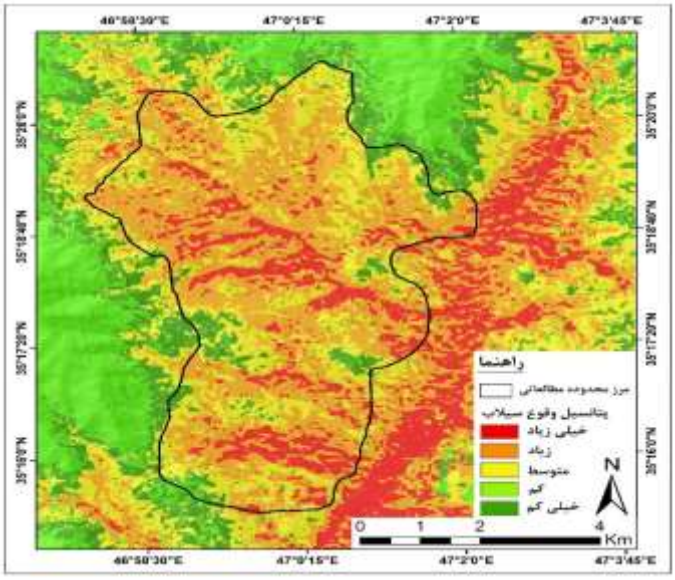
-شــناســایی مناطق مســتعد وقوع ســیلاب: در این پژوهش به‌منظور شــناســایی مناطق مستعد وقوع سیلاب از ٦ پارامتر اســتفاده شــده اســت. در جدول ۲ پارامترهای مورد اســتفاده و نحوه فازی‌ســازی و وزن‌دهی به آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۲- نحوه فازی‌سازی و امتیاز لایه‌های اطلاعاتی

ردیف	پارامتر	نحوه فازی سازی	وزن
۱	ارتفاع	به مناطق کم ارتفاع ارزش نزدیک به ۱ و مناطق مرتفع ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۵۹
۲	شیب	به مناطق کم شیب ارزش نزدیک به ۱ و مناطق پر شیب ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۲٤۲
۳	جهت شیب	به جهات شمالی ارزش نزدیک به ۱ و به جهات جنوبی ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۰۸۲
٤	فاصله از رودخانه	به مناطق نزدیک به رودخانه نزدیک به ۱ و مناطق دور از رودخانه ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۳۲۷

ردیف	پارامتر	نحوه فازی سازی	وزن
۵	کاربری اراضی	به کاربری نواحی سکونتگاهی ارزش ۰/۹، به کاربری باغ ارزش ۰/۷، به کاربری کشاورزی ارزش ۰/۵ و به کاربری مراتع ارزش ۰/۳ داده شده است.	۰/۱۱۸
٦	لیتولوژی	به طبقات آندزیت و بازالت ارزش ۰/۹، به طبقات فلیش، کنگلومرا و ماسه‌سنگ ارزش نزدیک به ۰/۷، به طبقه آهک ارزش ۰/٦، به طبقه شیل ارزش ۰/۵و به طبقه مواد آبرفتی ارزش ۰/۳ داده شده است.	۰/۰۷۱

پس از تعیین وزن نهایی هر پارامتر و اعمال آن بر روی لایه‌های اطلاعاتی، لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از عملگر گامای فازی (۰/۷) با هم تلفیق و ترکیب شده‌اند و درنهایت نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع سیلاب حاصل شده است (شکل ۳). بر اساس نتایج به دست آمده، بخش‌های زیادی از مناطق شرقی و همچنین مناطق مرکزی شهر سنندج مستعد وقوع سیلاب و آبگرفتگی هستند. در واقع، بخش‌های شرقی شهر سنندج به دلیل نزدیکی به رودخانه قشلاق، شیب و ارتفاع کم، پتانسیل زیادی از نظر وقوع سیلاب دارد و همچنین مناطق مرکزی شهر سنندج نیز به دلیل کم شیب بودن و تجمع رواناب‌ها، پتانسیل زیادی از نظر آبگرفتگی دارد. همچنین نتایج ارزیابی نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع سیلاب بیانگر این است که بخش‌های غربی شهر سنندج به دلیل قرارگیری در مناطق مرتفع و داشتن شیب لازم، پتانسیل خیلی کمی از نظر وقوع سیلاب و آبگرفتگی دارند.



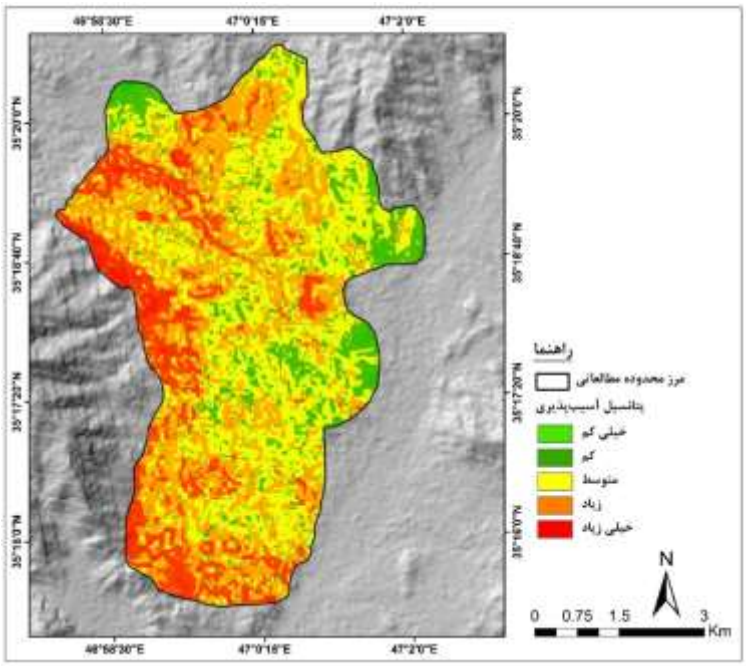
شکل ۳- نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع سیلاب

-شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زلزله: در این پژوهش به‌منظور شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زلزله از ٦ پارامتر استفاده شده است. در جدول ۳ پارامترهای مورد استفاده و نحوه فازی‌سازی و وزن‌دهی به آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۳- نحوه فازی‌سازی و امتیاز لایه‌های اطلاعاتی

ردیف	پارامتر	نحوه فازی سازی	وزن
۱	کاربری اراضی	به کاربری فضای باز ارزش ۰/۱، به کاربری فضای ورزش ارزش ۰/۳، به کاربری نظامی ارزش ۰/٤، به کاربری خدماتی ارزش ۰/۵، به کاربری اداری و آموزشی ارزش ۰/٦، به کاربری بهزیستی ارزش ۰/۷، به کاربری مدرسه ارزش ۰/۸ و به کاربری سکونتگاهی ارزش ۰/۹ داده شده است.	۰/۲۸۸
۲	لیتولوژی	به طبقات آندزیت و بازالت ارزش ۰/۹، به طبقه آهک ارزش ۰/۸، به طبقات فلیش، کنگلومرا و ماسه-سنگ ارزش نزدیک به ۰/۷، به طبقه مواد آبرفتی ارزش ۰/۵و به طبقه شیل ارزش ۰/۳ داده شده است.	۰/۰۷۳
۳	شیب	به مناطق پر شیب ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق کم شیب ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۲۲۸
٤	فاصله از گسل	به مناطق نزدیک به گسل ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از گسل ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۷۰
۵	فاصله از جاده	به مناطق دور از جاده ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق نزدیک به جاده ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۳۵
٦	فاصله از فضای باز	به مناطق دور از فضای باز ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق نزدیک به فضای باز ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۰۷

پس از وزن‌دهی و اعمال وزن‌ها بر روی لایه‌های اطلاعاتی، همانند مراحل قبلی، لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از عملگر گامای فازی (۰/۷) با هم تلفیق و ترکیب شده‌اند و درنهایت نقشه نهایی پتانسیل آسیب‌پذیری در برابر زلزله حاصل شده است (شکل ٤). بر اساس نتایج حاصله، شهر سنندج پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارد، در واقع وجود شیب زیاد، تراکم بالا و عدم دسترسی به فضای باز، بافت فرسوده و همچنین موقعیت زمین‌شناسی شهر سنندج سبب شده است تا آسیب‌پذیری در برابر زلزله احتمالی بسیار زیاد باشد. نتایج حاصل از ارزیابی‌ها و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی بیانگر این است که حدود ۱۹ کیلومترمربع از محدوده شهری سنندج (بیش از ۵۰ درصد) به دلیل عدم دسترسی به فضای باز، واقع شدن در مناطق پرشیب و داشتن کاربری سکونتگاهی، در طبقه پتانسیل آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیادی قرار گیرند. بنابراین بخش زیادی از شهر سنندج، در معرض آسیب‌های ناشی از زلزله احتمالی قرار دارد که ضروری است بر ساخت‌وسازهای این مناطق نظارت بیش‌تری صورت گیرد.



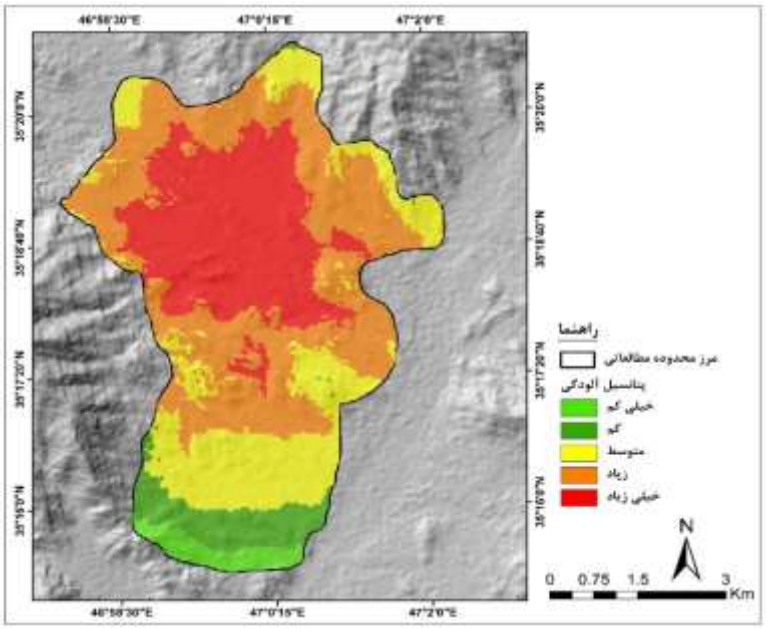
شکل ٤- نقشه نهایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زلزله در محدوده شهری سنندج

-پتانسیل سنجی مناطق مستعد آلودگی: در این پژوهش به‌منظور شناسایی مناطق مستعد آلودگی از ٦ پارامتر استفاده شده است. در جدول ٤ پارامترهای مورد استفاده و نحوه فازی‌سازی و وزن‌دهی به آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ٤- نحوه فازی‌سازی و امتیاز لایه‌های اطلاعاتی

ردیف	پارامتر	نحوه فازی سازی	وزن
۱	کاربری اراضی	به کاربری سکونتگاهی ارزش ۰/۱، به کاربری تجاری و خدماتی ارزش ۰/۳، به کاربری فضاهای عمومی ارزش ۰/۵، به کاربری کارگاهی و صنعتی ارزش ۰/۷، و به کاربری حمل‌ونقل ارزش ۰/۹ داده شده است.	۰/۲۲۸
۲	فاصله از مرکز شهر	به مناطق نزدیک به مرکز شهر ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از مرکز شهر ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۲۸۸
۳	فاصله از جاده	به مناطق نزدیک به جاده ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دوره از جاده ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۳۵
٤	فاصله از رودخانه	به مناطق نزدیک به رودخانه ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از رودخانه ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۷۰
٥	ارتفاع	به مناطق کم ارتفاع ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق مرتفع به جاده ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۰۷۳
٦	شیب	به مناطق کم شیب ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق پرشیب ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۰۷

پس از وزن‌دهی و اعمال وزن‌ها بر روی لایه‌های اطلاعاتی، همانند مراحل قبلی، لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از عملگر گامای فازی (۰/۷) با هم تلفیق و ترکیب شده‌اند و درنهایت نقشه نهایی پتانسیل آسیب‌پذیری در مناطق مستعد آلودگی حاصل شده است (شکل ۵). بر اساس نتایج به دست آمده، مناطق مرکزی شهر سنندج است که به دلیل تراکم جمعیتی بالا، نوع کاربری شهری، شیب کم و تراکم بالای خیابان‌های اصلی شهر، پتانسیل آلودگی خیلی زیادی دارد و مناطق غربی و جنوب غربی شهر سنندج به دلیل دور بودن از هسته مرکزی شهری و همچنین کاربری‌های مستعد آلودگی، پتانسیل کمی از نظر آلودگی دارند.



شکل ۵- نقشه نهایی مناطق مستعد آلودگی

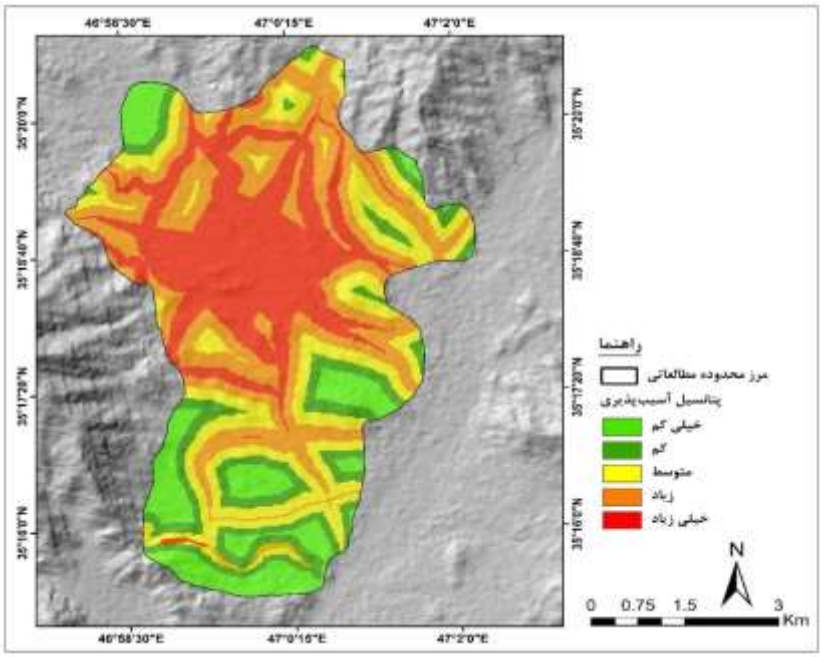
-**پتانسیل سنجی مناطق مستعد ترافیک**: در این پژوهش به‌منظور شناسایی مناطق مستعد ترافیک از ۳ پارامتر استفاده شده است. در جدول ۵ پارامترهای مورد استفاده و نحوه فازی‌سازی و وزن‌دهی به آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۵- نحوه فازی‌سازی و امتیاز لایه‌های اطلاعاتی

ردیف	پارامتر	نحوه فازی سازی	وزن
۱	کاربری اراضی	به کاربری سکونتگاهی ارزش ۰/۱، به کاربری کارگاهی و صنعتی ارزش ۰/۳، به کاربری تجاری و خدماتی ارزش ۰/۳، به کاربری فضاهای عمومی ارزش ۰/۷، و به کاربری حمل‌ونقل ارزش ۰/۹ داده شده است.	۰/۳۸۷
۲	فاصله از مرکز شهر	به مناطق نزدیک به مرکز شهر ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دور از مرکز شهر ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/٤٤۳

ردیف	پارامتر	نحوه فازی سازی	وزن
۳	فاصله از جاده	به مناطق نزدیک به جاده ارزش نزدیک به ۱ و به مناطق دوره از جاده ارزش نزدیک به صفر داده شده است.	۰/۱۶۹

پس از وزن‌دهی و اعمال وزن‌ها بر روی لایه‌های اطلاعاتی، همانند مراحل قبلی، لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از عملگر گامای فازی (۰/۷) با هم تلفیق و ترکیب شده‌اند و درنهایت نقشه نهایی مناطق مستعد ترافیک حاصل شده است (شکل ٦). بر اساس نتایج حاصله، مناطق مرکزی شهر سنندج به دلیل اینکه در هسته مرکزی شهر سنندج قرار دارد و همچنین با توجه به نوع کاربری و تراکم خیابان‌ها اصلی، پتانسیل خیلی زیادی جهت ایجاد ترافیک دارد و این پتانسیل به سمت مناطق حاشیه‌ای کاهش می‌یابد.

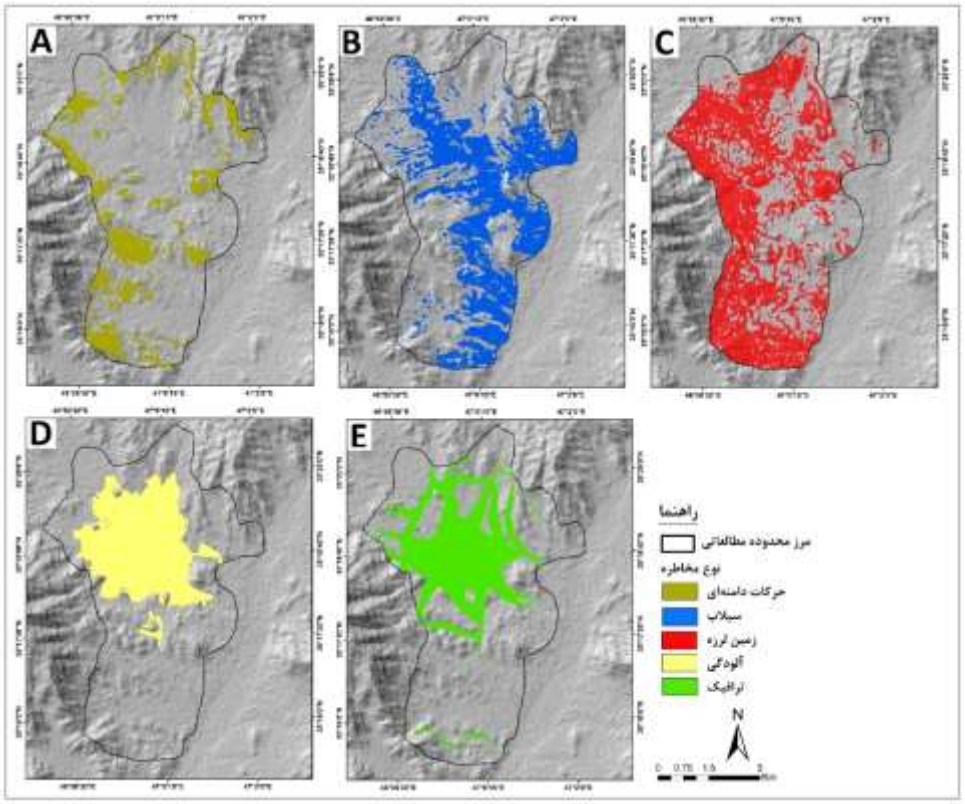


شکل ٦- نقشه نهایی مناطق مستعد ترافیک

٤-تحلیل نتایج

ارزیابی وضعیت مخاطرات شهر سنندج بیانگر این است که این شهر پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارد؛ در شکل ۷ نقشه انواع مخاطرات شهر سنندج نشان داده شده است. در نقشه‌های مذکور، مناطقی که پتانسیل آسیب‌پذیری زیادی در برابر مخاطرات ناشی از حرکات دامنه‌ای، سیلاب، زلزله، آلودگی و ترافیک دارند، شناسایی شده است. ارزیابی نتایج بیانگر این است که بخش‌های زیادی از غرب شهر سنندج و همچنین مناطق شمالی شهر سنندج به دلیل شیب و ارتفاع زیاد مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای است. همچنین به دلیل وجود رودخانه قشلاق در نیمه شرقی شهر

سـنندج و همچنین وجود مناطق کم شـیب در مناطق داخلی شهر سنندج، بخش‌های زیادی از این شهر پتانسیل زیادی به‌منظور ایجاد سـیلاب و آب گرفتگی دارد. ارزیابی پتانسـیل آسـیب‌پذیری در برابر زلزله بیانگر این اسـت بخش‌های غربی و مرکزی شـهر سنندج به دلیل نزدیکی به خطوط گسل، شیب زیاد، عدم دسترسی به فضای باز و تراکم جمعیتی بالا، پتانسـیل آسـیب‌پذیری بالایی دارد. از نظر آلودگی و ترافیک نیز بخش‌های مرکزی شـهر سنندج به دلیل تراکم بالای جمعیت و وجود کاربری‌های مختلفی ازجمله حمل‌ونقل و ... پتانسـیل آلودگی و ترافیک بالایی دارد. با توجه به موارد مذکور، بخش‌های غربی و شـمالی شـهر سـنندج مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای است و همچنین پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارد. بخش‌های شـرقی شـهر سـنندج پتانسـیل بالایی از نظر وقوع سیلاب دارد. بخش‌های جنوبی شـهر سـنندج مسـتعد وقوع سیلاب است و پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارد. همچنین بخش‌های مرکزی شهر سنندج نیز پتانسیل بالایی از نظر آلودگی و ترافیک دارد.



شکل ۷- نقشه مناطق مستعد A) حرکات دامنه‌ای، B) سیلاب، C) زلزله، C) آلودگی، E) ترافیک

۵-نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از ارزیابی مخاطرات شهر سنندج بیانگر این است که این شهر در معرض انواع مخاطرات طبیعی و انسانی قرار دارد. وضعیت ژئومورفولوژی، اقلیمی و زمین‌شناسی سنندج سبب شده است تا در معرض انواع مخاطرات محیطی ازجمله حرکات دامنه‌ای، سیلاب و زلزله قرار گیرد. همچنین موقعیت سیاسی، اقتصادی و اجتماعی آن نیز باعث شده است تا مخاطرات انسانی ازجمله آلودگی و ترافیک بسیار شایع باشد. نتایج ارزیابی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد بخش‌های غربی شهر سنندج به دلیل قرارگیری در مناطق پرشیب و مرتفع پتانسیل زیادی از نظر وقوع حرکات دامنه‌ای دارد و همچنین در برابر زلزله احتمالی پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارد. بخش‌های شمالی شهر سنندج نیز به دلیل شیب و ارتفاع زیاد مستعد وقوع حرکات دامنه‌ای است و این مناطق نیز پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارند. بخش‌های شرقی شهر سنندج به دلیل مجاورت با رودخانه قشلاق، ارتفاع و شیب کم، در معرض مخاطرات ناشی از سیلاب و آلودگی قرار دارند. بخش‌های جنوبی شهر سنندج نیز با مسئله آلودگی و آسیب‌پذیری در برابر سیلاب مواجه است. مناطق مرکزی شهر سنندج نیز به دلیل تراکم زیاد جمعیت، نوع کاربری شهری، بافت فرسوده و غیره، پتانسیل خیلی زیادی از نظر آلودگی و ترافیک و آسیب‌پذیری زیادی در برابر زلزله احتمالی دارد.

کتابنامه

اسدپور، زهرا؛ ۱۳۹۸. ارزیابی ملاحظات ساماندهی ژئومورفولوژیکی رود دره دلمبر کرج. پایان نامه کارشناسی ارشد. *دانشگاه خوارزمی*. دانشکده جغرافیا.

امیراحمدی، ابوالقاسم؛ آب‌باریکی، زکیه؛ ۱۳۹۳. ریز پهنه‌بندی خطر زلزله شهر سبزوار با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS. *مجله جغرافیا و توسعه*. سال ۱۲. شماره ۳۵. صص ۱۵۲-۱۳۳.

https://doi.org/ 10.22111/GDIJ.2014.1559

حاتمی‌نژاد، حسین؛ بزرافکن، شهرام؛ ابراهیمی، محمد؛ آروین، محمود؛ ۱۳۹۳. تحلیل میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری در مواقع بروز مخاطرات محیطی با استفاده تکنیک‌های تلفیقی MCDM+GIS (مطالعه موردی: منطقه ٦ تهران). *مجله جغرافیا و پایداری محیط*. سال ٤. شماره ۱۳. صص ۱۱-۱.

https://ges.razi.ac.ir/article_406.html

حبیبی، کیومرث؛ جوانمردی، کومار؛ ۱۳۹۲. تحلیل ناپایداری بافت‌های شهری و پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله با استفاده از GIS&AHP (نمونه موردی: بخشی از هسته مرکزی شهر سنندج). *مجله معماری و شهرسازی آرمان‌شهر*. دوره ٦. شماره ۱۱. صص ۳۰۵-۲۹۳.

http://www.armanshahrjournal.com/article_33480.html

حنفی، علی؛ حاتمی، ایرج؛ ۱۳۹۲. تهیه نقشه اقلیمی استان کردستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. *مجله سپهر*. دوره ۲۲. شماره ۸۷. صص ۲۸-۲٤.

http://www.sepehr.org/article_25675.html

حیدریان، لیلا؛ ۱۳۸٦. هیدروژئومورفولوژی حوضه حسین‌آباد با تأکید بر فرسایش و رسوب، پایان‌نامه *کارشناسی ارشد*، دانشگاه تهران.

خدادادی، فاطمه؛ انتظاری، مژگان؛ ساسان‌پور، فرزانه؛ ۱۳۹۹. تحلیل آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش ELECTRE FUZZY (مطالعه موردی: کلان‌شهر کرج). *مجله تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*. سال ۲۰. شماره ٥٦. صص ۱۱۳-۹۳.

https://doi.org/ 10.29252/jgs.20.56.93

خضری، سعید؛ ولدی، بختیار؛ ۱۳۹۵. ارزیابی مخاطرات زیست‌محیطی ژئومورفولوژیک شهرستان کامیاران با تأکید بر مناطق فقیرنشین شهری. *دومین کنگره بین‌المللی علوم زمین و توسعه شهری*. شرکت کیان طرح دانش. پژوهشکده جهاد دانشگاهی واحد استان آذربایجان شرقی.

https://civilica.com/doc/526574/

زینالی، بتول؛ شکرزاده فرد، الهام؛ پیروزی، الناز؛ ۱۳۹۷. ارزیابی و پهنه‌بندی آلودگی هوا با استفاده از مدل VIKOR (مطالعه موردی: شهر تبریز). *مجله مخاطرات محیطی*. دوره ۷. شماره ۱۵، صص۸۸-٦۷.

https://doi.org/ 10.22111/JNEH.2017.3316

عابدینی، موسی؛ رنجبری، احد، مختاری، داود؛ ۱۳۹۸. تجزیه و تحلیل خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل‌های ANP و LR در محیط GIS (مطالعه موردی پهنه گسلی قوشاداغ-ارسباران در آذربایجان شرقی). *مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*. دوره ۸. شماره ۱. صص ۸۸-۷۰.

http://www.geomorphologyjournal.ir/article_91726.html

غلامی، معصومه؛ قنواتی، عزت الله؛ صفاری، امیر؛ ۱۳۹۸. شناسایی مناطق وقوع زمین لغزش با استفاده از روش‌های تلفیقی و مقایسه‌ای (مطالعه مورد: حوضه پالنگان)-استان کردستان. *مجله جغرافیای طبیعی*. دوره ۱۲. شماره ٤٥. صص ۳۸-۲۵.

http://jopg.iaularestan.ac.ir/article_669655.html

غلامی، یونس؛ شاطریان، محسن؛ علی‌بیگی، احمد؛ ۱۳۹۸. ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر کاشان ناشی از خطرات زلزله. *مجله مخاطرات محیطی*. دوره ۸. شماره ۲۱. صص ٧٤-٦۱.

https://doi.org/ 10.22111/JNEH.2019.22264.1323

قائدرحمتی، صفر؛ خادم‌الحسینی، احمد؛ سیاوشی، طاهره؛ ۱۳۹۲. تحلیل میزان ریسک پذیری سکونتگاه‌های شهری استان لرستان از خطر زلزله. *جغرافیا و آمایش شهری – منطقه‌ای*. سال ۹. شماره ۳. صص ١٤-۱.

https://doi.org/ 10.22111/GAIJ.2014.1385

مرکز آمار ایران؛ ۱۳۹۵. گزارش آماری جمعیت شهرستان سنندج.

https://www.amar.org.ir/

مقیمی، ابراهیم؛ رستمی فتح‌آبادی، محمد؛ ۱۳۹۸. تعیین مناطق مستعد وقوع سیلاب با استفاده از مدل FAHP (مطالعه موردی: حوضه رودخانه بادآور، نورآباد). *کنفرانس ملی "سیلاب ۹۸-۹۷ اگر تکرار شود*. اهواز.

https://news.kwpa.ir/

منوریان، عباس؛ امیری، مجتبی؛ مهری‌کلی، سیمین؛ ۱۳۹۷. شناسایی مولفه‌های اثرگذار بر افزایش میزان تاب‌آوری اجتماعی محلات آسیب‌پذیر و دارای بافت فرسوده در مواجه با حوادث طبیعی (شهر موردی: تهران). *فصلنامه مطالعات مدیریت شهری*. سال ۱۰. شماره ۳٤. صص ۲٦-۱۳.

https://ums.srbiau.ac.ir/article_13165.html

نگهبان، سعید؛ گنجائیان، حمید؛ فریدونی‌کردستانی، مژده؛ چشمه‌سفیدی، زیبا؛ ۱۳۹۸. ارزیابی توسعه فیزیکی شهرها و گسترش به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی با استفاده از LCM (مطالعه موردی: شهر سنندج). *مجله مخاطرات محیطی*. دوره ۸. شماره ۲۰. صص ۵۲-۳۹.

https://doi.org/ 10.22111/JNEH.2018.21943.1317

نوجوان، محمدرضا؛ سادات شاه‌زیدی، سمیه؛ داودی، محمود؛ امین‌الرعایی، هاجر؛ ۱۳۹۸. پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از تلفیق دو مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فازی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کمه، استان اصفهان). *مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*. سال ۷. شماره ٤. صص ۱۵۹-۱٤۲.

https://doi.org/ 10.22126/GES.2021.6461.2391

نیری، هادی؛ سالاری، ممند؛ گنجائیان، حمید؛ امانی، خبات؛ ۱۳۹٦. ارزیابی ژئومورفولوژیکی تناسب زمین برای گسترش کالبدی شهرسنندج با اعمال مناطق ممنوعه. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*. دوره ۵. شماره ۱. صص ۱٤۷-۱۲۹.

https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=355531

BoteroFernandex V., 2009. Geo-Information for Measuring Vulnerability to Earthquake: A Fitness for Use Approach PHD Thesis, *ITC, Netherland*. https:// www. researchgate. net/ publication/ 27714409

Bourenane, H., Bouhadad, Y., Guettouche, M.S., 2019. Flood hazard mapping in urban area using the hydrogeomorphological approach: case study of the Boumerzoug and Rhumel alluvial plains (Constantine city, NE Algeria), *Journal of African Earth Sciences*, 160, https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2019.103602

Malalgoda, C., Amaratunga, R.D.G., Pathirage, C. P., 2010. Exploring disaster risk reduction in the built environment. School of the Built Environment, *University of Salford, UK*. https://www.researchgate.net/publication/228411643

Mas, J.F., Kolb, M., Paegelow, M., Camacho Olmedo, M.T., 2014. Inductive pattern-based land use/cover change models: A comparison of four software packages. *Environmental Modelling & software*, 51, 94-111. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.09.010

Mia, M. T., Sultana, N., Paul, A., 2016. Studies on the Causes, Impacts and Mitigation Strategies of Landslide in Chittagong city, Bangladesh. *J. Environ. Sci*, 8 (2), 1-5. https:// doi. org/ 10. 3329/ JESNR.V8I2.26854

Montz, B.E., Tobin, G.A., 2011. Natural hazards: An evolving tradition in applied geography, *Applied Geography*, 31, 1-4. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.06.005

Pelling, M., 2007. Investigating urban risk accumulation in six countries in Africa urban risk analysis network, *Natural Hazards, and Earth System Sciences*, 11-21. https:// www.alnap. org/ help- library/ investigating-urban-risk-accumulation-in-six-countries-in-africa

Peng, Y., 2012. Regional earthquake vulnerability assessment using a combination of MCDM methods. *Ann Oper Res*. https://doi.org/10.1007/s10479-012-1253-8

Qiang, Y., Nina, S.N., Lam, H.C., Lei, Z., 2017. Changes in Exposure to Flood Hazards in the United States, *Annals of the American Association of Geographers*, 107 (6). https://doi.org/10.1080/24694452.2017.1320214

Soriano, D.G., Roman, A.Q., Orozco, J.J.Z., 2020. Geomorphological hazards susceptibility in high-density urban areas: A case study of Mexico City, *Journal of South American Earth Sciences*, 102. https://doi.org/ 10.1016/j.jsames.2020.102667

Suarez M., Baggethun E.G., Benayas J., Tilbury U., 2016. Towards an Urban Resilience Index: A Case Study in 50 Spanish Cities, *Sustainability*, 8 (774). https://doi.org/10.3390/su8080774

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp.117-139 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI:10.22067/geoeh.2021.70828.1074 Open access

Factors Affecting Individual Readiness against Flood Occurrence in the Mountain Villages Susceptible to the Flood of Poledokhtar Township

Mehrshad Toulabi Nejad[a], Ali Haji Nejad[b*], Meysam Toulabi Nejad[c]

[a] *PhD in Geography and Rural Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.*
[b] *Associate Professor in Geography and Rural Planning, University of Guilan. Guilan, Iran*
[c] *PhD Candidate in Climatology, Kharazmi University, Tehran, Iran*

Received: 20 June 2021 ***Revised: 14 July 2021*** ***Accepted: 10 August 2021***

Abstract

Hazard management includes all actions that can prevent adverse events, and in case of occurance, can reduce its effects and provide the necessary readiness for quick relief and improvement of the situation. The important measures of risk management is paying attention to increasing individual readiness in dealing with risks. Considering the importance of the subject, this study examines the factors affecting individual readiness against flood occurrence. The applied research uses a mixed method. The data collection tool was a questionnaire and interview. The statistical population of the study was 3861 households living in the mountain villages in the flood of the city of Poldakhtar city, from among of which of 360 households of 30 flood-affected villages were selected as samples using Cochran formula and a simple random sampling. Data were analyzed using descriptive statistics and binary logistic regression model. The findings of the research on the factors affecting individual readiness against flooding indicate that individually sociological issues, socioeconomic status of families, the impact of society, and adaptability with risks, respectively, have the highest role in individual readiness for floods. Investigating the requirements and actions of readiness in case of floods also showed that improving local economy, improving local infrastructure, giving credits to increase readiness, government assistance, and increasing the livelihoods of households are the most prominent requirements for increasing the readiness in the face of the flood event.

Keywords: Flood Risk, Individual Readiness, Reduction of Disaster, Mountain Villages, Poledokhtar Township

[*] Corresponding author: Ali Hajinejad E-mail: mailto:ahajinejad@guilan.ac.ir Tel: + 98912 115 6908

How to cite this Article: ToulabiNejad, M., HajiNejad, A., & ToulabiNejad, M. (2022). Factors Affecting Individual Readiness against Flood Occurrence in the Mountain Villages Susceptible to the Flood of Poledokhtar Township. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 117-139.
DOI:10.22067/geoeh.2021.70828.1074

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.DOI.org/10.22067/geoeh.2021.70828.1074

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۱۳۹-۱۱۷

مقاله پژوهشی

عوامل مؤثر بر آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای کوهستانی مستعد طغیان سیل شهرستان پلدختر

مهرشاد طولابی‌نژاد – پسادکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
علی حاجی‌نژاد[1]– دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه گیلان، رشت. ایران
میثم طولابی‌نژاد – دکترای آب و هواشناسی شهری، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۳۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۴/۲۳ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۵/۱۹

چکیده

مدیریت مخاطرات شامل کلیه اقداماتی است که از طریق آن‌ها بتوان از بروز حوادث ناگوار، پیشگیری نمود یا در صورت بروز آن حادثه، بتوان اثرات آن را کاهش داده و آمادگی لازم را برای امدادرسانی سریع و بهبود اوضاع فراهم نمود. از اقدامات مهم مدیریت مخاطرات، توجه به افزایش آمادگی فردی در مواجهه با مخاطرات است. با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر به بررسی عوامل مؤثر بر آمادگی فردی در برابر وقوع سیل پرداخته است. پژوهش از نظر هدف، کاربردی و روش انجام آن ترکیبی (کیفی و کمّی) است. ابزار گردآوری داده‌ها پرسش‌نامه و مصاحبه بوده است. جامعه آماری پژوهش ۳۸۶۱ خانوار ساکن در روستاهای کوهستانی در معرض طغیان سیل شهرستان پلدختر بوده است که با استفاده از فرمول کوکران و به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده ۳۶۰ خانوار از ۳۰ روستای سیل‌گیر به‌عنوان نمونه انتخاب شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و مدل رگرسیون لجستیک باینری و تحلیل کیفی صورت گرفت. یافته‌های پژوهش در زمینه عوامل مؤثر بر آمادگی فردی در برابر وقوع سیل حاکی است که از بین چهار عامل مدنظر در این پژوهش به ترتیب عوامل: جامعه‌شناختی فردی، وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده، تأثیر جامعه و سازگاری با خطر بیشترین نقش را در آمادگی فردی برابر سیل داشته‌اند. بررسی الزامات و اقدامات آمادگی در مواجهه با سیل نیز نشان داد که به ترتیب: توسعه اقتصاد محلی، توسعه زیرساخت‌های محلی، اعطای اعتبار خرد برای افزایش آمادگی، کمک‌های دولتی و افزایش استراتژی‌های

۱ نویسنده مسئول ۰۹۱۲۱۱۵۶۹۰۸ E-mail: ahajinejad@guilan.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:

طولابی نژاد، مهرشاد؛ حاجی نژاد،علی؛طولابی نژاد، میثم. (۱۴۰۱). عوامل مؤثر بر آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای کوهستانی مستعد طغیان سیل شهرستان پلدختر. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*.۱۱(۱). صص ۱۳۹-۱۱۷
https://dx.DOI.org/10.22067/geoeh.2021.70828.1074

تنوع معیشت خانوارها برجسته‌ترین الزامات و اقدامات مهم برای افزایش آمادگی در مواجهه با رخداد سیل می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: مخاطره سیل، آمادگی فردی، کاهش خطر بلایا، روستاهای کوهستانی، شهرستان پلدختر.

۱- مقدمه

انسان قرن بیست و یکم با مخاطرات زیادی مواجه است و خطر و مخاطرات متوجه جوامع انسانی همواره یکی از نگرانی‌های مهم برای دانشمندان و محققان در سراسر جهان بوده است (رحمان و آلما[1]، ۲۰۱۶: ۲). ازاین‌رو مدیریت مخاطرات به یکی از مهم‌ترین موضوعات دستیابی به توسعه پایدار جهانی تبدیل شده (کاسترو[2] و همکاران، ۲۰۱۹) و تمام ابعاد مختلف زندگی امروزی جوامع بشری را تحت تأثیر قرار داده است (اخوان‌کاظمی و همکاران، ۱۳۹۸). از بین مخاطرات طبیعی سیل تأثیر زیادی بر اکوسیستم‌های زمینی و دریایی، مناطق شهری و روستایی داشته است (کاستلز-گویین‌تانا[3] و همکاران، ۲۰۱۸). در مواجهه با مخاطره سیل، روستاییان به دلیل اتکای زیاد اقتصاد روستایی به فعالیت‌های کشاورزی (توکلی و همکاران، ۱۳۹۵) نسبت به همتایان شهری خود با چالش‌های مختلفی در زمینه مدیریت فاجعه سیل روبرو هستند (کاتر و اش[4]، ۲۰۱۶). جوامع روستایی بدان دلیل که غالباً از تنوع اقتصادی کمتری برخوردار بوده و منابع مالی کمتری برای کاهش خطر سیلاب و یا بهبود شرایط برای بازگشت به شرایط متعارف پس از رخداد بلایا در اختیار دارند (گوا و همکاران، ۲۰۲۱). تراکم کم‌جمعیت و شبکه‌های ارتباطی ناکافی ممکن است جوامع روستایی را در مقابله با خطر، با چالش‌های بیشتری مواجه کند (اوبید[5] و همکاران، ۲۰۱۷). علاوه‌بر این مناطق روستایی به دلیل منابع مالی اندکی که برای برنامه‌ریزی، آموزش و پاسخگویی به بلایا دارند، غالباً فاقد برنامه‌های آموزش (مدیریت بحران و بلایا)در برابر مخاطراتی چون وقوع سیل هستند (مک‌نیل[6] و همکاران، ۲۰۱۶). در واقع، ساکنین جوامع روستایی در مقایسه با همتایان شهری خود از سطح توسعه نازل‌تری برخوردارند و همین امر نیز میزان آسیب‌پذیری روستاییان را افزایش داده و آن‌ها را آسیب‌پذیرتر نموده است. در کنار این‌ها خطر و آسیب‌پذیری در مکان‌های مختلف با اشکال مختلف زمین مرتبط است (رودریگز[7] و همکاران، ۲۰۱۸). به‌عنوان‌مثال، خشکسالی یکی از گسترده‌ترین و مخرب‌ترین خطرات بر روی فلات و مناطق حاشیه کویر است (سون[8] و همکاران، ۲۰۱۹). دشت‌های کنار سواحل یا رودخانه با خطر بالایی از طوفان و طغیان سیل مواجه‌اند (چان[9] و همکاران، ۲۰۱۷). مناطق کوهستانی نیز که منطقه‌ای منحصربه‌فرد

1 Rahman and Alam
2 Castro
3 Castells-Quintana
4 Cutter and Ash
5 Obaid
6 McNeill
7 Rodriguez
8 Sun
9 Chan

و بزرگ‌ترین واحد جغرافیایی با بیشترین ارتفاع بر روی زمین می‌باشند، با مخاطراتی چون ریزش، لغزش، رانش، بهمن و مهم‌تر طغیان سیل مواجه هستند (وانگ[1] و همکاران، ۲۰۲۰). خانوارهای روستایی این مناطق نیز بیش از هر جای دیگر در جهان در معرض تأثیرات سوء مخاطرات قرار دارند (زئو[2] و همکاران، ۲۰۲۰). چراکه معیشت در مناطق روستایی کوهستانی معمولاً بیشتر به منابع طبیعی متکی است و اکثر ساکنان روستاهایی که در مناطق، کوهستانی واقع شده‌اند با خطرات محیطی بسیاری مانند وقوع سیلاب روبرو می‌باشند (کانن، ۲۰۱۷). ازاین‌رو و با توجه به این مباحث، آمادگی در برابر بلایا در جوامع روستایی مناطق کوهستانی در مرکز توجه مدیریت مخاطرات بوده و امری الزامی و ضروری است.

محققان بسیاری در کشورهای مختلف، نگرانی خود را در زمینه آمادگی فردی و خانوادگی برای مقابله با مخاطره سیل نشان داده‌اند. حال اینکه در داخل کشور در زمینه بررسی عوامل مؤثر در آمادگی فردی مقابله با مخاطرات طبیعی مطالعه چندانی صورت نگرفته است و بیشتر مطالعات داخلی فقط به عوامل کلی مؤثر بر آمادگی تأکید داشته‌اند و توجه چندانی به آمادگی فردی برای مقابله با مخاطرات نشده است. برخی محققان خارجی مانند: هافمن و متارک[3](۲۰۱۷) به بررسی تأثیرات آموزش و تجربه بر آمادگی در برابر مخاطرات پرداختند. نتایج آنان نشان داد که آموزش آمادگی در برابر بلایا از طریق سرمایه اجتماعی و درک مخاطرات به افزایش آمادگی خانوارها کمک می‌کند. آپلبی آرنولد[4] و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی کاربرد ارزش‌های فرهنگی جوامع در آمادگی خانوارها در برابر مخاطرات پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ارزش‌های خانوادگی، انسجام اجتماعی و چگونگی عملکرد آن‌ها در جهت ایجاد انگیزه برای آماده‌سازی در برابر بلایا مؤثر است. ماروتا[5] و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی آمادگی فردی در برابر سوانح طبیعی با تأکید بر زمان ادراک شده برای امدادرسانی پرداختند. نتایج مطالعه آنان نشان داد که زمان امدادرسانی و دسترسی به تجهیزات امدادرسانی بر رفتار آمادگی خانوارها تأثیر می‌گذارد. تیتکو[6] و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی آمادگی جمعیت روستایی در برابر بلایای آب و هوایی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تجربه افراد، آگاهی از خطر و درک خطرات فاجعه در محیط در حال تغییر مهم‌ترین اثر را بر افزایش آمادگی روستاییان داشته است. گوا[7] و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی آمادگی در برابر بلایای طبیعی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مکان، عوامل اجتماعی- جمعیتی و وضعیت اقتصادی خانواده نقش مهمی در تعیین آمادگی در برابر بلایای طبیعی دارند. ژئوا[8] و همکاران (۲۰۲۱) به

1 Wanga
2 Xu
3 Hoffmann and Muttarak
4 Appleby-Arnold
5 Maruta
6 Titko
7 Guo
8 Zhou

بررسی عوامل آمادگی ساکنان مناطق روستایی در معرض خطر پرداختند و به این نتیجه رسیدند که استراتژی‌های غیرکشاورزی، ظرفیت خانوارها و توانایی پیشگیری بیشترین ارتباط را با آمادگی داشته است.

علیرغم اهمیت و انجام تحقیقات مختلف در زمینه اصطلاح آمادگی، منظور از آمادگی فردی در برابر مخاطره چیست؟ آدیوسو و کانگا[۱](۲۰۱۵)، آمادگی در برابر مخاطرات را متشکل از سیستم هشدار دهنده سیل، طرح تخلیه اضطراری و افزایش ظرفیت جامعه معرفی کرده‌اند. هافمن و متارک[۲](۲۰۱۷) اتخاذ اقدامات و چگونگی ایجاد انگیزه در افراد برای انجام اقدامات پیشگیرانه را آمادگی در برابر مخاطرات تعریف می‌کنند. از نظر پاتون[۳](۲۰۰۳) درک آمادگی در برابر حوادث رفتاری است که می‌تواند خطر مخاطره و آسیب را کاهش دهد و توانایی مقابله با اختلال موقتی مرتبط با فعالیت خطر را تسهیل کند. کاتر[٤] و همکاران (۲۰۱٦) آمادگی را معادل تاب‌آوری در نظر گرفته‌اند.

توسعه تاریخی مطالعات درک آمادگی در برابر حوادث را می‌توان بر اساس تفاوت‌های پارادایمی در الگوی مخاطره و مدیریت مخاطره بیان کرد (گایلارد و مرسر[۵]، ۲۰۱۲). درک مخاطره و آمادگی در برابر آن بر تفسیرهای رفتاری تمرکز می‌کند و به‌شدت تحت تأثیر جنبش جغرافیای رفتاری قرار گرفته است (جکسون[٦] و همکاران، ۲۰۱۷). این چارچوب فرض می‌کند که تأثیرات متعددی بر رفتارهای فردی در سطوح سیاست‌های درون فردی، بین فردی، سازمانی، جامعه و عمومی وجود دارد که به‌نوبه خود در ابعاد مختلف با هم و با محیط تعامل دارند (گوا[۷] و همکاران، ۲۰۲۱). واکسل‌گارنر و پیجن[۸](۲۰۱۵) معتقدند که پارادایم درک آمادگی در برابر بلایای طبیعی از زمینه‌های گسترده‌تر اجتماعی و فرهنگی، اقتصادی، اقتصاد سیاسی، و همچنین مسائلی مانند فقر، جهانی‌شدن و تغییرات اقلیمی و به‌عنوان استراتژی‌های کاهش آسیب‌پذیری گرفته شده است. از نظر موبوکو[۹] و همکاران (۲۰۱۸)، آمادگی در برابر بلایا و مخاطرات را می‌توان در سطوح مختلفی ازجمله در سطح جامعه، نهاد، خانواده و در سطح فردی طبقه‌بندی کرد. چان[۱۰] و همکاران (۲۰۱٤)، هان[۱۱] و همکاران (۲۰۱۷)، آتریا[۱۲] و همکاران (۲۰۱۷)، در مطالعات خود نشان دادند که آمادگی در برابر بلایای موجود در مناطق روستایی بیشتر بر سطح خانوار متمرکز شده است. در این مطالعه بر اساس الگوی درک مخاطره و آمادگی در برابر آن، چهار عامل: جامعه‌شناختی فردی، وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده، سازگاری با خطر، و تأثیر جامعه بر فرد به‌عنوان عوامل آمادگی در برابر بلایا و مخاطرات در نظر گرفته شده است .

1 Adiyoso and Kanegae
2 Hoffmann and Muttarak
3 Paton
4 Cutter
5 Gaillard and Mercer
6 Jackson
7 Guo
8 Weichselgartner and Pigeon
9 Mabuku
10 Chan
11 Han
12 Atreya

عوامل جامعه‌شناختی فردی شامل فهرستی از عوامل مختلف فردی است. به‌عنوان‌مثال وضعیت تأهل (گاراس و مونتز[1]، ۲۰۱٤)، سن، نژاد و قومیت (مالدونادو[2] و همکاران، ۲۰۱۵)، پس‌انداز و درآمد (ابله[3] و همکاران، ۲۰۰۹)، سطح تحصیلات (بورگو[4] و همکاران، ۲۰۱۲)، جنسیت فرد و مالکیت خانه (باکر و باکر[5]، ۲۰۱۰)، ارتباط فرد با محیط‌زیست و غیره می‌باشند که با عوامل و ویژگی‌های زمینه‌ای فرد مرتبط هستند (مک‌الوی[6] و همکاران، ۲۰۱۷). ***وضعیت اقتصادی-اجتماعی خانواده***: توانمندی اقتصادی و کاهش وابستگی خانواده به اقتصاد تک‌محصولی (کشاورزی) (لی[7] و همکاران، ۲۰۱۷)، نوع کشت و میزان بهره‌وری کشاورزی خانوار (پودینه و همکاران، ۱۳۹۸)، تعداد اعضای خانواده مشغول در فعالیت‌های غیرکشاورزی (گوا و همکاران، ۲۰۲۱) از عوامل مهم در سطح وضعیت اقتصادی و اجتماعی خانوار هستند که بر میزان آمادگی فردی و یا جمعی اثرگذار هستند. ***سازگاری با خطر*** از مطالعه انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری جامعه توسط کاتر[8](۲۰۱٦) اقتباس شده است. سازگاری با خطر شامل ادراک خطر توسط فرد در برابر بلایا هستند (باسولو[9] و همکاران، ۲۰۱۷). علاوه‌بر این، مطالعه مخاطرات و تجربه فردی، فرصتی را برای مشاهده واکنش‌های متنوع و منحصربه‌فرد در برابر فاجعه توسط افراد فراهم می‌کند (کاکس و پری[10]، ۲۰۱۱). مسئولیت‌پذیری فرد، سازگاری فرد با خطر و تمرین و مهارت افراد از دیگر عامل ذاتی هستند که ممکن است تأثیر مهمی در آمادگی فردی در برابر بلایا داشته باشد (مور و روزرفورد[11]، ۲۰۱۸). از نظر چان[12] و همکاران (۲۰۱۷) افراد با تجربه مواجهه با مخاطرات آمادگی بهتری برای مقابله با بلایای طبیعی دارند. برای کسانی که فاجعه‌ای را تجربه نکرده‌اند، آمادگی آن‌ها وابسته به قرار گرفتن در معرض اشکال فاجعه و دانش انتقال یافته، دسترسی و مشارکت در تمرینات مربوط به آمادگی فاجعه، و همچنین کانال‌های ارتباطی (به‌عنوان‌مثال، گردهمایی‌های اجتماعی، روزنامه‌ها، رادیو، تلویزیون، رسانه‌های اجتماعی) است. ***تأثیر جامعه بر فرد*** از عوامل مهم دیگر است که می‌تواند بر میزان آمادگی فردی برای مقابله با خطرات داشته باشد (کرستولد[13] و همکاران، ۲۰۱۷). جامعه و فضای جامعه از طریق تبلیغات، اطلاعات و تعاملات و ارتباطات فرهنگی-اجتماعی در بین اعضای جامعه (ویلسون[14] و همکاران، ۲۰۱۸)، نهادی‌سازی و ارتقای دانش مواجهه با مخاطره،

1 Gares and Montz
2 Maldonado
3 Ablah
4 Bourque
5 Baker and Baker
6 McElwee
7 Li
8 Cutter
9 Basolo
10 Cox and Perry
11 Moore and Rutherfurd
12 Chan
13 Kerstholt
14 Wilson

بیمه، آموزش، اقدامات پیشگیرانه، خودکارآمدی و مسئولیت‌پذیری بر افراد جامعه تأثیر قابل‌توجهی دارد و از طریق این عوامل بر میزان آمادگی افراد برای مقابله با اثرات مخاطرات اثرگذار است (هامان[1] و همکاران، ۲۰۱۶). از نظر میشرا[2] و همکاران (۲۰۱۰) بین آموزش محلی و خودکارآمدی بالاتر و افزایش تجربه شخصی برای انجام اقدامات پیشگیرانه نیز ارتباط بالایی وجود دارد که این مهارت‌ها تحت تأثیر نفوذ و فضای جامعه قرار دارند. برای افزایش آمادگی شناخت عوامل مؤثر و نقش آن‌ها در کاهش آسیب‌پذیری دارند.

نواحی کوهستانی شهرستان پلدختر نیز یکی از مناطق پر خطر در برابر رخداد سیل در استان لرستان است. شبکه رودخانه‌ها در این منطقه بسیار متراکم است؛ به‌طوری‌که دو رودخانه بزرگ و پرآب کشکان و سیمره (همراه با دو رودخانه کوچک‌تر چولهول و رودخانه زال) از این منطقه عبور می‌کنند (طولابی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶). از سالیان گذشته تاکنون به علت تشدید نوسانات تغییرات اقلیمی و توزیع فضایی و زمانی نابرابر بارش، مخاطره سیل هرچند سال یک بار در این منطقه به وقوع پیوسته است. رودخانه کشکان که سرچشمه آن کوهستان‌های اطراف خرم‌آباد است، تا رسیدن به شهرستان پلدختر حدود ۱۱۰ کیلومتر را طی کرده و نزدیک به ۱۵۰ روستا در حاشیه رودخانه در این فاصله استقراریافته و در زمان وقوع سیل، مشکلات فراوانی برای این روستاها و ساکنین این نواحی و مزارع و باغات و مایملک آن‌ها رخ داده و خسارت جانی و مالی زیادی به این روستاها تحمیل می‌کند. به‌عنوان نمونه، بر اساس گزارش رسمی فرمانداری شهرستان پلدختر، وقوع سیل سال ۱۳۹۸ حدود ۸۲ میلیارد و ۷۳۰ میلیون ریال به بخش‌های مختلف ازجمله تأسیسات زیربنایی، ابنیه، پل‌ها، تأسیسات آب، برق، راه و کشاورزی این شهرستان خسارت وارد نمود. علاوه بر تحمیل خسارت جانی و مالی، عدم برنامه‌ریزی مناسب و بهینه استقرار سکونتگاه‌های شهری و روستایی یکی دیگر از مشکلات و معضلات منطقه است؛ به‌گونه‌ای که اکثر مراکز جمعیتی (شهری و روستایی) به دلیل محدودیت زمین و کوهستانی بودن منطقه در کنار مسیل‌ها استقرار یافته‌اند. این امر باعث شده که در زمان وقوع سیل سکونتگاه‌های کوهستانی خسارات زیادی را متحمل شوند؛ بنابراین برای کاهش تبعات و زیان‌های وقوع سیل در روستاهای این شهرستان، ضروری است که عوامل مؤثر بر آمادگی فردی شناسایی شوند و در کنار برنامه مدیریت بحران برای کاهش سطح آسیب‌پذیری و افزایش میزان آمادگی در سطح فردی پیشنهادهایی ارائه شوند؛ بنابراین و با توجه به اهمیت این موضوع، این مطالعه با هدف بررسی عوامل مؤثر بر آمادگی فردی مقابله با وقوع مخاطره سیل در روستاهای کوهستانی مستعد طغیان سیل شهرستان پلدختر صورت گرفته است. برای این پژوهش سؤالات زیر مطرح شد: ۱- وضعیت آمادگی فردی روستاهای مستعد وقوع سیل در شهرستان پلدختر در چه سطحی قرار دارد؟ ۲- مهم‌ترین عوامل مؤثر بر میزان آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای کوهستانی

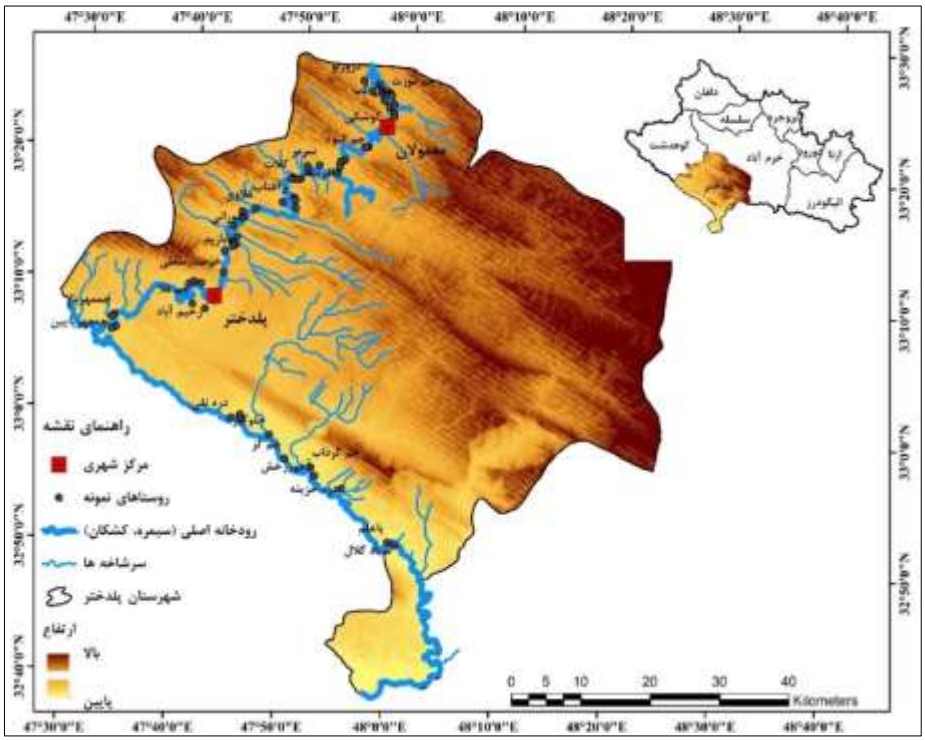
1 Hamann
2 Mishra

شـهرسـتان پلدختر کدامند؟ ۳- مهم‌ترین الزامات و اقدامات افزایش آمادگی در سـطح فردی در مواجهه با وقوع سـیل کدامند؟

۲- مواد و روش

۲ -۱- موقعیت منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعهٔ روسـتاهای شهرستان پلدختر است. طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن (۱۳۹۵)، شهرستان پلدختر دارای ۷۳۷٤٤ نفر جمعیت (۲۰۳۰۳ خانوار) اسـت که از این تعداد ۳۹۳۳۸ نفر (۱۱۲۸۹ خانوار) در روسـتاها و مابقی در دو شـهر معمولان و پلدختر زندگی می‌کنند (شـکل ۱). معیشـت اصـلی مناطق روستایی این شهرستان وابسته بخش کشـاورزی و فعالیت‌های مرتبط با آن اسـت. کشـاورزی در منطقه اغلب به‌طور سـنتی انجام می‌گیرد. چهار رودخـانه سـیمره، کشـکان، چولهول و زال در این منطقه جریان دارند که در تأمین آب کشـاورزی نقش مهمی ایفا می‌کنند. شـهرسـتان پلدختر در میان زاگرس مرتفع واقع شـده و دارای توپوگرافی کوهسـتانی و پرشـیب است. به این دلیل در مواقع بارش‌های سـنگین، بارندگی‌ها به‌سـرعت به جریانات سـطحی تبدیل شـده و در پی آن سـیلاب‌های خطرناکی در این حوضـه به راه می‌افتد. به دلیل قرارگیری بسـیاری از روسـتاهای شهرستان در کنار چهار رودخانه، در سـال‌های پر بارش، بسـیاری از روسـتاها به‌طور مکرر با سـیلاب روبرو می‌شـود؛ مانند سـیل فاجعه‌بار که در سال بهار ۱۳۹۸ رخ داده اسـت. بررسـی آمار و داده‌های ایسـتگاه هواشناسی پلدختر نشان می‌دهد که بارش متوسط سالانه منطقه در بلندمدت ۳٤۰ میلی‌متر اسـت که از ۲۸۰ تا ٦۱۰ میلی‌متر نیز متغیر اسـت. عمده بارش بین آذرماه و بهمن‌ماه دریافت می‌شود. زبان مردمان این منطقه لری است و از نظر قومیتی همه ساکنین جزء قوم لر (لر بالاگریوه‌ای) هستند.



شکل ۱- موقعیت منطقه موردمطالعه و روستاهای نمونه

۲- ۲- روش انجام پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی و روش انجام آن ترکیبی (کیفی و کمی) است. به این دلیل از روش ترکیبی استفاده شد که اولاً از ابزار کیفی مانند مصاحبه در کنار روش کمی و پرسش‌نامه (با طیف لیکرت) به‌منظور کمک به تحلیل داده‌های کمی و به‌منظور به دست آوردن اطلاعات عمیق و تجربیات شخصی روستاییان در زمینه عوامل آمادگی فردی و شناسایی مهم‌ترین الزامات مؤثر بر افزایش آمادگی در سطح فردی در مواجهه با وقوع سیل بهره گرفته شد. دوما در مورد توضیح منطقه و استراتژی‌های معیشتی نیز از شیوه‌های کیفی استفاده شد. لذا برای جمع‌آوری اطلاعات و داده‌ها از هر دو روش کیفی و کمی استفاده شد. مطالعات نظریه‌ای با استفاده از روش اسنادی گردآوری شد. داده‌ها از طریق پرسش‌نامه، مصاحبه حضوری با روستاییان جمع‌آوری گردید. جامعه آماری، شامل ٦۰ روستای در معرض وقوع سیل شهرستان پلدختر (۵۳۹۲ خانوار) که در حوضه رودخانه کشکان یا سیمره قرار داشته‌اند، می‌باشد. برای انتخاب تعداد نمونه‌ها ابتدا از میان ٦۰ روستای در معرض سیل، ۵۰ درصد روستاها که شامل ۳۰ روستا بود (۳۸٦۱ خانوار) به‌صورت هدفمند انتخاب شد. در ادامه با توجه به ۳۸٦۱ خانوار، با استفاده از فرمول کوکران ۳٦۰ نمونه به روش تصادفی ساده انتخاب شد. در مرحله بعدی حجم نمونه هر یک از روستاها با استفاده از

فرمول تعیین حجم نمونه به دست آورده شد (جدول ۱). در انتخاب نمونه‌ها سعی شد که مشارکت داوطلبانه و رضایت آن‌ها در نظر گفته شده و به آن‌ها این اطمینان داده شده که اطلاعات پاسخ‌دهندگان محرمانه خواهد ماند.

جدول ۱- ویژگی‌های جمعیتی و تعداد نمونه روستاهای موردمطالعه

روستا	خانوار	جمعیت	نمونه	روستا	خانوار	جمعیت	نمونه
چم‌مورت	۱۱٤	۳۸٦	۱۱	ملاوی	۷۰	۲۲۸	۷
دروزنو	۳۳	۱۰۹	۳	مورانی	٥٤٦	۱۷۷۰	٤۷
چم‌حیدر	۳٤	۷٤	۳	تیموراباد	٦۷	۲۳۳	٦
دول‌گپ	۱۰	۲۹	۲	پران‌پرویز	۳٤۱	۱۱٦٥	۳۰
دمرود علیا	۱۳۸	٤۸۱	۱۳	گل‌گل پایین	۲۱۷	٦۹٦	۲۰
دم‌رودسفلا	۲٤	۷٤	۳	خرسدرسفلا	۱٦۱	٥٥٤	۱٥
کوشکی	۱۹	٥۹	۲	وره زرد	۲۸۳	۹٤٥	۲٦
دره نقی	۱٤	٤۷	۲	بابازید	۱٦۷	٥۳۲	۱٦
دمرود وسطی	۳۰	۹۲	٤	جلگه‌بالا	۲۲۲	٦۸٤	۲۱
افرینه	٥٥٥	۱۹٤٤	٤۸	چم قلعه	۳٤	۱۱٥	٤
جلوگیر	۱۳٥	٤٤٥	۱۳	رحیم‌آباد	۹٦	۳۷۰	۹
چم‌گز	۷۷	۳۰۳	۷	چم‌مهربالا	۱٥۷	٥٤۰	۱٥
چم‌گرداب	٥۱	۱۹۲	٥	چم‌مهرپایین	۱۸۳	٦۱٤	۱۷
اخوررخش	۱۳	٤۷	۲	باباخوارزم‌کریم	٤٦	۱٤۸	٥
دره خزینه	۸	۳٦	۲	سیاه‌گلال	۱٦	٦۸	۲
کل: تعداد روستا (۳۰)؛ خانوار (۳۸٦۱)؛ جمعیت (۱۲۹۸۰)؛ تعداد پرسش‌نامه (۳٦۰)							

منبع: مرکز آمار ایران، ۱۳۹٥، و یافته‌های تحقیق، ۱٤۰۰

برای پاسخگویی به سؤالات تحقیق و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش‌های آماری (توصیفی و استنباطی) استفاده شد. برای رسیدن به جواب سؤالات تحقیق، ابتدا با استفاده از آمار توصیفی وضعیت آمادگی فردی روستاهای مستعد وقوع سیل در شهرستان پلدختر بررسی شد. سپس با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک باینری مهم‌ترین عوامل مؤثر بر میزان آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای مستعد طغیان سیل شهرستان شناسایی شد. در مدل رگرسیون لجستیک باینری آمادگی فردی در برابر مخاطره به‌عنوان متغیر وابسته و چهار عامل (به همراه متغیرهای آن‌ها) جامعه‌شناختی فردی، وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده، سازگاری با خطر و تأثیر جامعه به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شد. نهایتاً برای شناسایی الزامات افزایش آمادگی در سطح فردی در مواجهه با وقوع سیل از مصاحبه حضوری با روستاییان استفاده شد و برای بررسی اهمیت الزامات افزایش آمادگی و طبق مصاحبه‌ها از آمار توصیفی (درصد) استفاده شد و مدل رادار اهمیت الزامات افزایش آمادگی ترسیم گردید. سطوح و مقیاس داده‌ها ترتیبی و

فاصـله‌ای بوده، و متغیرها هم توزیع نرمال داشـتند. روایی پرسـش‌نامه با اسـتفاده از روایی محتوا سنجیده و مورد تأیید قرار گرفت، که توسـط افرادی متخصـص در موضوع موردمطالعه تعیین می‌شود. به‌منظور سنجش پایایی، از یک نمونه اولیه شـامل ۳۰ پرسـش‌نامه پیش‌آزمون گرفته شـد و میزان ضـریب اعتماد با روش آلفای کرونباخ[1] محاسبه شد. آلفای به‌دست‌آمده کل ۸۰ /۰، که بالاتر از ۰/۷۰ است، نشان‌دهنده قابل‌قبول بودن پایایی ابزار سنجش است (جدول ۲).

جدول ۲- میزان آلفای محاسبه‌شده برای هر عامل

عامل	تعداد متغیر	میزان آلفای کرونباخ
جامعه‌شناختی فردی	۵	۰/۸۳
وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده	۵	۰/۸٦
سازگاری با خطر	۵	۰/۷۸
تأثیر جامعه	۵	۰/۷٤
کل	۲۰	۰/۸۰

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱٤۰۰

۳- نتایج و بحث

بررسـی ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای پاسـخگویان نشـان داد که ٤٦ درصد افرادی که در نظرسنجی شرکت کردند در گروه سـنی بین ۳۱ تا ٤۰ سـال قرار داشته‌اند؛ ۳۰ درصد پاسخ‌دهندگان دارای تحصیلات دیپلم و فوق‌دیپلم بودند. از نظر جنسـیت ۷۱ درصـد مرد و مابقی زن بوده‌اند که ۹۲ درصـد آن‌ها متأهل بوده‌اند. بیش از ۹۰ درصد شرکت‌کنندگان در بخش کشـاورزی و فعالیت‌های وابسـته مشـغول بوده‌اند. همه پاسـخگویان معتقد بودند که به‌صـورت مسـتقیم و غیرمسـتقیم اثرات سـیل بر آن‌ها اثرگذار بوده و اثرات سـیل بر زندگی خود را درک کرده‌اند. ۱۰۰ درصـد از خانوارها دارای مسـکن شـخصی بودند. متوسط اندازه زمین‌های کشاورزی به دلیل کوهستانی بودن منطقه کمتر از ۵ هکتار بوده و ۷۸ درصـد پاسـخگویان معتقد بودند که کمتر از ۵ هکتار زمین کشـاورزی دارند. با توجه به وقوع سـیل در سال‌های ۹۵، ۹٦، ۹۸ و تا حدود سـی سـال ۹۹، همچنین همجواری روسـتاها با رودخانه‌های سـیمره، زال، چولهول و کشکان، تقریباً ۱۰۰ درصد پاسخگویان و ساکنان روستای منطقه موردمطالعه سیل و اثرات آن را تجربه کردند (جدول ۳).

جدول ۳- توزیع فراوانی جمعیت موردمطالعه یا جمعیت هدف

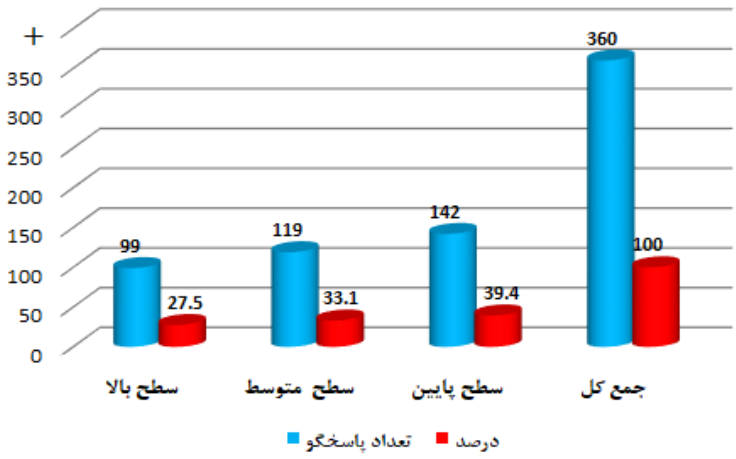
ویژگی زمینه‌ای پاسخگو	بیشترین پاسخگو	تعداد پاسخگو	درصد
سن	۳۱ تا ٤۰ سال	۱٦٦	٤٦/۱
سطح تحصیلات	دیپلم و فوق‌دیپلم	۱۰۹	۳۰/۲
جنسیت	مرد	۲٥٦	۷۱/۱

1 Cronbach's alpha

ویژگی زمینه‌ای پاسخگو	بیشترین پاسخگو	تعداد پاسخگو	درصد
تأهل	متأهل	۳۳۲	۹۲/۲
شغل اصلی	بخش کشاورزی	۳۲٦	۹۰/۵
مسکن	شخصی	۳٦۰	۱۰۰
متوسط اندازه زمین کشاورزی	کمتر از ۵ هکتار	۲۸۲	۷۸/۳
درک و تجربه مخاطره	سیل	۳٦۰	۱۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱٤۰۰

برای بررسی وضعیت آمادگی فردی روستاهای مستعد وقوع سیل شهرستان پلدختر و در راستای سؤال اول پژوهش از طریق آمار توصیفی وضعیت آمادگی فردی موردبررسی قرار گرفت. برای بررسی این امر میزان آمادگی در برابر مخاطره سیل از سه گزینه آمادگی بالا، متوسط و پایین استفاده شد. یافته‌ها بر اساس نظرسنجی پاسخگویان سطح پایین آمادگی فردی در برابر بلایا را گزارش داد. بررسی‌ها (شکل ۲) نشان داد که از بین ۳٦۰ پاسخ‌دهنده، وضعیت آمادگی فردی در برابر سیل ۳۹٪ پاسخگویان در سطح پایینی بوده است. به ترتیب وضعیت آمادگی فردی در برابر مخاطره سیل ۳۳٪ و ۲۸٪ افراد موردمطالعه نیز در سطح متوسط و بالایی قرار داشته است. بااین‌حال، بررسی وضعیت آمادگی فردی در روستاهای مستعد وقوع سیل در شهرستان پلدختر در سطح پایین گزارش شده است. لذا سؤال اول پژوهش مبتنی بر وضعیت آمادگی فردی روستاهای مستعد سیل شهرستان پلدختر پاسخ داده شد.



شکل ۲- وضعیت آمادگی فردی روستاهای مستعد وقوع سیل شهرستان پلدختر

همان‌طور که توضیح داده شد، برای بررسی عوامل و متغیرهای مؤثر بر میزان آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای مستعد وقوع سیل در شهرستان پلدختر از مدل لجستیک باینری استفاده شد. در این مدل متغیر وابسته (دو

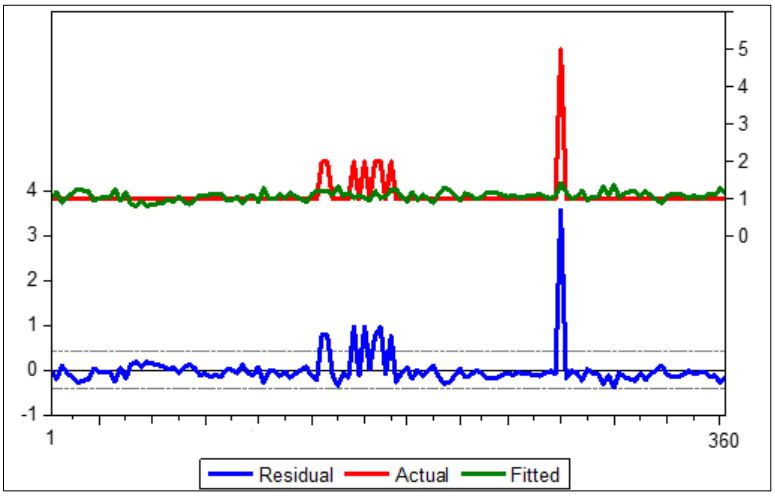
وجهی) آمادگی یا عدم آمادگی فردی در مواجهه با خطر سیل است و متغیرهای مستقل شامل ٤ عامل و ۲۰ متغیر آورده شده در جدول (۵) است. نخستین خروجی در تحلیل مدل، آماره X^2 برای سنجش اعتبار و نیکویی مدل است که از نتیجه اجرای آزمون HL (Hosmer- Lemeshow) به دست می‌آید. سطح معنی‌داری و آماره X^2 بیانگر معنی‌داری و نیکویی برازش آن با داده‌های آماری است و تمام مدل‌های پیش‌بینی از نظر آماری معنی‌دار بودند (جدول ٤).

جدول ٤- آزمون HL برای سنجش اعتبار و معنی‌داری مدل

آماره χ۲	سطح معنی‌داری (p)
٦۹/۱۲٤	۰/۰۰۱

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱٤۰۰

در شکل (۳) نیز اثرات واقعی (رنگ قرمز)، برازش شده (رنگ سبز) و اثرات باقیمانده (رنگ آبی)، عوامل و متغیرهای مؤثر بر میزان آمادگی فردی در برابر وقوع سیل آورده شده که نشان دهنده برازش مناسب رابطه خطی و معنی‌دار بین این عوامل و میزان آمادگی فردی است.



شکل ۳- برازش خطی بین عوامل و متغیرهای مؤثر بر میزان آمادگی فردی در برابر وقوع سیل

پس از اطمینان از اعتبار و برازش مدل، به ارزیابی اثر متغیرهای مستقل در برآورد متغیر وابسته (میزان آمادگی فردی در برابر وقوع سیل) پرداخته شد. بر این اساس نتایج نشان داد که از بین ۲۰ متغیر تحقیق، ۱۱ متغیر (متغیرهایی با علامت **) ارتباط معنی‌داری با میزان آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای کوهستانی مستعد طغیان سیل شهرستان پلدختر دارند. برخی متغیرها (متغیرهای با علامت *) نیز کم‌وبیش در این زمینه اثرگذار بوده‌اند. در

کنار اینها متغیرهایی که علامتی ندارند (دو متغیر) و سطح معنی‌داری آن‌ها کمتر از سطوح تحت پوشش (۰/۰۰۵) بوده تأثیر چندانی در این زمینه نداشته‌اند.

سطح معنی‌داری ۰/۰۰۱ نشان می‌دهد که از بین متغیرهای عامل جامعه‌شناختی فردی سه متغیر جنسیت، شغل و سلامت فردی بیشترین ارتباط و اثر بر میزان آمادگی فردی داشته‌اند. در این بین جنسیت فرد با ضریب (۰/۵۸۲) بیشترین اثر را به خود اختصاص داده است. به‌طوری‌که پاسخگویان مرد در منطقه موردمطالعه اذعان داشتند که مردان به دلیل ویژگی‌ها و قوای جسمانی نسبت به زنان با وضعیت جسمانی ضعیف آمادگی بیشتری در برابر وقوع سیل داشته‌اند. در واقع و طبق بررسی‌ها و مصاحبه با روستاییان می‌توان گفت که زنان روستایی معتقد بودند که به دلیل ویژگی‌های جسمانی خود قادر نیستند همانند مردان از طریق استراتژی‌های سازگاری و مقابله‌ای آمادگی خود را در برابر مخاطره ارتقاء دهند و لذا می‌زات آمادگی زنان نسبت به مردان کمتر است. دومین متغیر مهم این عامل، متغیر شغل پاسخگو با ضریب (۰/۵۰۲) بوده است. طبق مصاحبه‌ها پاسخگویان در منطقه موردمطالعه معتقد بودند که داشتن شغل کشاورزی عامل مهمی برای افزایش میزان آمادگی در مواجه با خطر سیل است و کشاورزان با توجه به ارتباط بیشتر با زمین و طبیعت نسبت به افراد غیر کشاورز نیاز بیشتری برای افزایش آمادگی در برابر مخاطرات دارند. لذا افراد کشاورز به ذلیل نوع شغل خود از استراتژی‌های سازگاری و مقابله‌ای بیشتری استفاده می‌کنند و نسبت به سایر از میزان آمادگی بیشتری برخوردار هستند. سلامت جسمی و روانی افراد با ضریب (۰/٤٨٦) سومین متغیر مهم این عامل است. پاسخگویان معتقد بودند که افراد محلی با ناتوانی جسمانی و محدودیت‌های جسمانی توانایی استفاده از روش‌های سازگاری و رفتارهای کاهش مخاطره را ندارند و به همین خاطر این افراد از آمادگی کمتری برای مقابله با مخاطرات طبیعی برخوردار هستند. این در حالی است که افراد با سلامت جسمی، روحی و روانی به دلیل توانایی جسمانی و عدم محدودیت در این زمینه، آمادگی بالایی برای مقابله با مخاطره و ازجمله سیل را دارند.

بررسی عامل وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده نشان داد که از بین متغیرهای این عامل، درآمد خانواده با ضریب (۰/۵۹۳) اثر قابل‌توجهی برای پیش‌بینی آمادگی بالا برای مقابله با مخاطره است. افراد با درآمد خانوادگی بالا، از روش‌ها و شیوه‌های بهتر و مناسبی برای آمادگی مقابله با مخاطره استفاده می‌کنند و لذا نسبت به افرادی که درآمد خانوادگی مناسبی ندارند آمادگی بالاتری در مواجه با سیل دارند. اندازه زمین کشاورزی با ضریب (۰/۵۳۳) دومین متغیر عامل وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده تأثیرگذار بر میزان آمادگی فردی است. افراد با زمین‌های کشاورزی بیشتر از روش‌های آمادگی بیشتری برای مقابله با مخاطره و سیل و برای محافظت از زمین‌های کشاورزی استفاده می‌کنند و لذا این افراد آمادگی بیشتری برای مقابله با مخاطره کسب می‌کنند. تعداد اعضای خانوار با ضریب (۰/۵۲۸) سومین متغیر مؤثر بر افزایش آمادگی فردی در برابر مخاطره سیل است. به صوری که افراد با اعضای بیشتر به دلیل درآمد بالا و نیروی کار بیشتر میزان آمادگی بالایی برای مواجه با سیل دارند و برعکس.

بررسی عامل سازگاری با خطر نشان داد که از بین متغیرهای این عامل، داشتن تجربه قبلی مقابله با مخاطره با ضریب (۰/۵۶۹) اولین متغیر مهم اثرگذار بر افزایش آمادگی فرد است و افراد و خانوادههای با داشتن تجربه قبلی مقابله با مخاطره آمادگی بیشتری برای مواجه با خطر دارند. متغیر تمرینات آمادگی و مهارتهای مقابله با حوادث با ضریب (۰/۵۰۶) دومین متغیر مهم اثرگذار بر افزایش آمادگی فردی مواجه با خطر است. بهطوریکه تمرین و مهارت بیشتر افراد باعث افزایش آمادگی بیشتر آنها در مواجهه با مخاطره میشود.

بررسی متغیرهای عامل تأثیر جامعه نشان داد که از بین متغیرهای این عامل، متغیر اطلاعرسانی با ضریب (۰/۵۷۷) اولین متغیر مهم مؤثر بر افزایش آمادگی فرد در مواجه با خطر سیل است. بهطوریکه دسترسی فرد به دریافت به اطلاعات از طریق رسانههای جمعی (رادیو، تلویزیون و غیره) مناسب به افزایش آمادگی فردی در مواجه با خطر اثرگذار است. آموزش محلی با ضریب عددی (۰/۵۶۲) دومین متغیر عامل تأثیر جامعه است؛ بهطوریکه توجه به جمعیت آموزشدیده در جامعه به افزایش میزان آمادگی فردی برای مواجهه با خطر سیل کمک میکند. نتایج حاصل از متغیرهای توضیحی در ارتباط با عوامل و متغیرهای مؤثر بر میزان آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در منطقه موردمطالعه بهطور کامل در جدول (۵) آورده شده است.

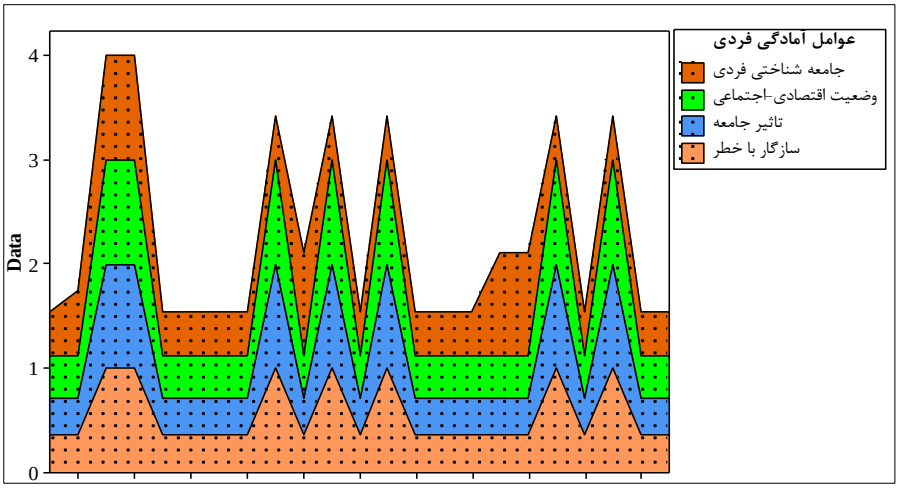
جدول ۵- نتایج رگرسیون باینری در مورد عوامل مؤثر بر آمادگی فردی در برابر سیل

عامل	متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره Z	معنیداری
جامعهشناختی فردی (۰/۴۳۱)	*سن	۰/۳۵۶	۰/۰۳۳	۷/۰۲۳	۰/۰۲۱
	**جنسیت	۰/۵۸۲	۰/۰۳۵	۱۵/۱۱۱	۰/۰۰۰
	*سواد/ تحصیلات	۰/۲۰۵	۰/۰۴۱	۵/۴۴۷	۰/۰۱۴
	**سلامتجسمی	۰/۴۸۶	۰/۰۳۵	۹/۶۸۶	۰/۰۰۰
	**شغل	۰/۵۲۲	۰/۰۳۴	۱۱/۱۲۳	۰/۰۰۰
وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده (۰/۴۰۸)	*مالکیت خانوادگی	۰/۲۲۱	۰/۰۴۸	۸/۵۷۰	۰/۰۲۱
	مسکن	۰/۱۶۷	۰/۰۴۰	۴/۱۰۵	۰/۱۱۲
	**درآمد خانوار	۰/۵۹۳	۰/۰۳۴	۱۵/۱۱۳	۰/۰۰۰
	**اندازه زمین کشاورزی	۰/۵۳۳	۰/۰۳۵	۱۲/۷۰۳	۰/۰۰۰
	**تعداد اعضای خانوار	۰/۵۲۸	۰/۰۳۴	۱۱/۶۱۰	۰/۰۰۰
سازگاری با خطر (۰/۳۵۱)	*نگرش به مخاطره	۰/۲۱۹	۰/۰۴۹	۵/۴۰۶	۰/۰۱۶
	**تجربه قبلی	۰/۵۶۹	۰/۰۳۳	۱۴/۹۸۷	۰/۰۰۰
	*مسئولیتپذیری	۰/۲۸۷	۰/۰۴۸	۷/۵۷۳	۰/۰۱۴
	سازگاری ذاتی با خطر	۰/۱۷۶	۰/۰۳۴	۴/۰۴۳	۰/۱۰۲
	**تمرین و مهارت	۰/۵۰۶	۰/۰۳۵	۱۳/۰۳۹	۰/۰۰۰
تأثیر جامعه (۰/۳۵۸)	**تبلیغات	۰/۲۱۵	۰/۰۴۵	۵/۸۸۲	۰/۰۱۲
	*بیمه	۰/۱۸۶	۰/۰۴۰	۴/۴۹۲	۰/۰۲۱

عامل	متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره Z	معنی‌داری
	**اطلاع‌رسانی	۰/۵۷۷	۰/۰۳۹	۱٤/۷۸۹	۰/۰۰۰
	**آموزش محلی	۰/۵٦۲	۰/۰٤۷	۱٤/٦۸۹	۰/۰۰۰
	*اقدامات‌پیشگیرانه	۰/۲۵۱	۰/۰٤۹	۵/۰۵۷	۰/۰۱٤
خلاصه مشاهده					
مقیاس: C (۲۰)		۰/٤۲۲	۰/۰۳۸	۱۰/۱۱۲	۰/۰۰۰
احتمال ورود	تعداد مشاهده				۳٦۰
	میانگین احتمال ورود				۱/۲۰٦
	انحراف رگرسیون				۰/۱٦۸
* معنی‌داری در سطح ۵ درصد؛ **معنی‌داری در سطح ۱ درصد					

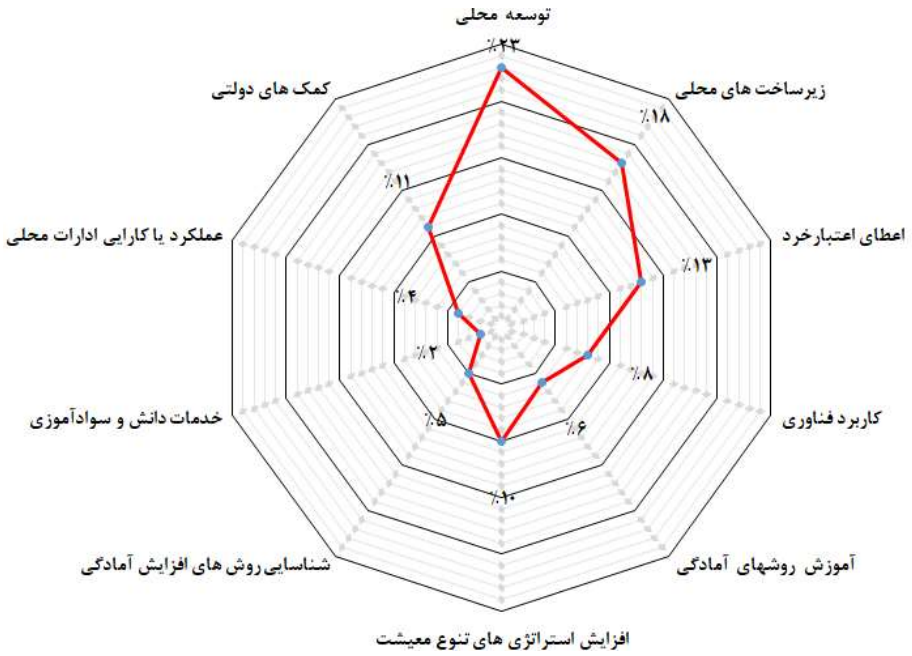
منبع: یافته‌های تحقیق، ۱٤۰۰

یافته‌های مدل در زمینه عوامل کلی تعیین‌کننده آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای کوهستانی مستعد طغیان سیل شهرستان پلدختر نشان می‌دهد که از بین ٤ عامل در نظر گرفته شده به ترتیب عوامل جامعه‌شناختی فردی (۰/٤۳۱)، وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده (۰/٤۰۸)، تأثیر جامعه (۰/۳۵۸) و سازگاری با خطر (۰/۳۵۱) بیشتر اثر را بر آمادگی فردی در برابر وقوع سیل داشته‌اند. در شکل (٤) نیز شدت و ضعف اثرات هریک از ٤ عامل مورد نظر را نشان می‌دهد. از بین این ٤ عامل، عامل جامعه‌شناختی فردی بیشترین اثر و عامل سازگاری با خطر کمترین اثر را بر آمادگی فردی در برابر وقوع سیل داشته است. لذا سؤال دوم پژوهش مبتنی بر شناسایی عوامل مؤثر بر آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای کوهستانی مستعد طغیان سیل شهرستان پلدختر پاسخ داده شد.



شکل ٤- شدت و ضعف اثر عوامل مؤثر بر آمادگی فردی در برابر وقوع سیل

برای شناسایی الزامات افزایش آمادگی در سطح فردی در مواجهه با وقوع سیل در روستاهای کوهستانی مستعد طغیان سیل شهرستان پلدختر و *پاسخ به سؤال سوم پژوهش*، از مصاحبه حضوری با روستاییان استفاده شد و برای بررسی اهمیت الزامات و اقدامات آمادگی و طبق مصاحبه‌ها از آمار توصیفی (درصد) استفاده شد و مدل رادار اهمیت الزامات افزایش آمادگی ترسیم گردید. نتایج مصاحبه‌ها نشان داد که اقدامات و الزامات زیادی آمادگی در سطح فردی در مواجهه با وقوع سیل را تحت تأثیر قرار می‌دهد و می‌توانند به‌عنوان اقدامات اثرگذار بر افزایش آمادگی در سطح فردی در مواجهه با وقوع سیل عمل کنند. بررسی‌های اکتشافی نشان داد که به ترتیب توسعه اقتصادی محلی، توسعه زیرساخت‌های محلی (آب، برق، گاز و اینترنت)، اعطای اعتبارخرد کم‌بهره به روستاییان و کشاورزان، کمک‌های دولتی (مالی، فنی و آموزشی) به کشاورزان، افزایش استراتژی‌های تنوع معیشت و اشتغال غیرکشاورزی روستاها، کاربرد فناوری مانند آبیاری نوین، بذر مقاوم و اصلاح‌شده و غیره، آموزش روش‌های آمادگی به روستاییان، شناسایی روش‌های افزایش آمادگی و کاربرد آن‌ها در روستاها، افزایش عملکرد یا کارایی ادارات محلی مرتبط با توسعه روستاها و خدمات دانش و سوادآموزی مهم‌ترین الزامات افزایش آمادگی در سطح فردی در مواجهه با وقوع سیل در روستاهای کوهستانی مستعد طغیان سیل شهرستان پلدختر است. بررسی درصد الزامات و اقدامات آمادگی در سطح فردی در مواجهه با وقوع سیل در مدل رادار (شکل ۵) نشان داد که توسعه اقتصادی محلی با ۲۳٪، زیرساخت‌های محلی با ۱۸٪، اعطای اعتبارخرد با ۱۳٪، کمک‌های دولتی با ۱۱٪ و افزایش استراتژی‌های تنوع معیشت خانوارها با ۱۰٪ را برجسته‌ترین الزامات و اقدامات مهم برای افزایش آمادگی در سطح فردی در مواجهه با وقوع سیل در نظر گرفتند. بررسی الزامات و اقدامات افزایش آمادگی در سطح فردی در روستاهای شهرستان پلدختر نشان می‌دهد که روستاییان الزامات که در منطقه موردمطالعه ضعیف بوده (مانند توسعه‌نیافتگی، زیرساخت‌های ضعیف و سرمایه کم روستاییان) را به‌عنوان عوامل اثرگذار بر افرایش آمادگی فردی انتخاب کرده‌اند. در واقع رفع این کمبودهای محلی را به‌عنوان عاملی مهم در افزایش آمادگی فردی برای مقابله و یا سازگار با سیل ذکر کرده‌اند. با این تفاسیر سؤال سوم پژوهش مبتنی بر الزامات مهم آمادگی در سطح فردی در مواجهه با وقوع سیل در روستاهای مستعد خطر وقوع سیل در شهرستان پلدختر پاسخ داده شد.



شکل ۵- الزامات افزایش آمادگی در سطح فردی در مواجهه با وقوع سیل (درصد)

٤-جمع‌بندی

جوامع روستایی در مقایسه با جوامع شهری معمولاً در معرض خطرات طبیعی هستند. علاوه‌بر این، جوامع روستایی از نظر مکان، جمعیت، تولیدات کشاورزی و فرهنگ متنوع و منحصربه‌فرد هستند که آماده‌سازی و افزایش آمادگی فردی برای بلایا را برای محیط‌های مختلف روستایی به چالش می‌کشد. شناسایی عوامل مؤثر بر میزان آمادگی فردی در برابر وقوع سیل به بهبود برنامه‌ریزی برای افزایش آمادگی فردی در برابر بلایا در جوامع روستایی کمک می‌کند. با توجه به اهمیت این موضوع، در این مطالعه نیز به بررسی عوامل مؤثر بر میزان آمادگی فردی در برابر وقوع سیل در روستاهای کوهستانی مستعد در شهرستان پلدختر پرداخته شد. نتایج این مطالعه نشان داد که مطالعات اندکی در مورد عوامل جامعه‌شناختی فردی، وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده، سازگاری با خطر و تأثیر جامعه به‌عنوان عوامل تعیین‌کننده آمادگی فردی در برابر بلایا در جوامع روستایی با شکل‌های مختلف جغرافیایی انجام شده است. عوامل مؤثر بر میزان آمادگی فردی در برابر بلایای روستاییان در ابعاد مختلف بر اساس الگوی درک مخاطره و آمادگی در برابر آن‌که تحت تأثیر جنبش جغرافیای رفتاری قرار دارد موردبررسی قرار گرفت. بررسی‌ها نشان داد که مکان، عوامل اجتماعی- جمعیتی فردی، وضعیت اقتصادی خانواده، سازگاری با خطر، جامعه و تأثیر آن عوامل مهمی برای آمادگی در برابر فاجعه است. علاوه بر این، جوامع روستایی به‌صورت‌های مختلف دارای منابع مختلفی هستند، توسعه اقتصادی متفاوتی دارند و با انواع مختلفی از بلایا روبرو می‌شوند به همین خاطر ممکن است اثرگذاری این عوامل نیز بر روستاها مختلف است.

نتایج موردی این مطالعه در زمینه وضـعیت آمادگی فردی روسـتاهای مستعد وقوع سیل در شهرستان پلدختر نشان دهنده سـطح پایین آمادگی فردی در برابر بلایا و مخاطره سیل بود. نتایج تحقیق در مورد عوامل و متغیرهای تعیین‌کننده میزان آمادگی فردی در برابر وقوع سـیل نشـان داد که از بین متغیرهای عامل جامعه‌شـناختی فردی سـه متغیر جنسیت، شـغل و سلامت فردی بیشترین ارتباط و اثر را میزان آمادگی فردی داشته‌اند. از بین متغیرهای عامل وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده، متغیرهای درآمد خانواده، اندازه زمین کشـاورزی خانواده فرد و تعداد اعضـای خانواده بیشـترین اثرگذاری را بر آمادگی فرد برای مواجه با سـیل داشـته‌اند. بررسی عامل سازگاری با خطر نشان داد که از بین متغیرهای این عـامـل، متغیر داشـتن تجربـه قبلی مقـابله با مخاطره و تمرینات آمادگی و مهارت‌های مقابله با حوادث و در بین متغیرهای عامل تأثیر جامعه دو متغیر اطلاع‌رسـانی و آموزش آمادگی محلی مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر افزایش آمادگی فرد می‌باشـند. یافته‌های مدل در زمینه عوامل کلی عوامل تعیین‌کننده آمادگی فردی در برابر وقوع سـیل در روسـتاهای کوهسـتانی مسـتعد طغیان سـیل شـهرسـتان پلدختر نشـان می‌دهد که از بین چهار عامل در نظر گرفته شـده به ترتیب عوامل جامعه‌شـناختی فردی، وضـعیت اقتصـادی- اجتماعی خانواده، تأثیر جامعه و سازگاری با خطر بیشترین اثر را بر آمادگی فردی در برابر وقوع سـیل داشـته‌اند. در این بین عامل جامعه‌شـناختی فردی بیشـترین اثر و عامل سـازگاری با خطر کمترین اثر را بر آمادگی فردی در برابر وقوع سـیل داشـته اسـت. یافته‌ها در زمینه الزامات افزایش آمادگی در سـطح فردی در مواجهه با وقوع سـیل در روسـتاهای کوهسـتانی مسـتعد طغیان سـیل شـهرسـتان پلدختر از طریق مصـاحبه‌ها با کشـاورزان نشـان داد که توسـعه اقتصـادی محلی، زیرسـاخت‌های محلی، اعطای اعتبارخرد، کمک‌های دولتی و افزایش اسـتراتژی‌های تنوع معیشـت خانوارها برجسـته‌ترین الزامات و اقدامات مهم برای افزایش آمادگی در سـطح فردی در مواجهه با وقوع سـیل در شهرستان پلدختر می‌باشند که لازم است برای افزایش آمادگی به این اقدامات و الزامات توجه جدی شـود. البته افزایش آمادگی فردی در برابر بلایا ممکن اسـت به‌طور بالقوه تحت تأثیر سایر عوامل که در این مطالعه پوشـش داده نشـده است نیز قرار گیرد؛ مانند برنامه‌ریزی آمادگی برای بلایا در سطح جامعه. بااین‌حال و به‌طورکلی می‌توان گفت که ادراک مخاطره، آگاهی و نگرش عمومی نسـبت به خطر، و شـناسـایی عوامل مؤثر بر آمادگی فردی در روسـتاهای مستعد طغیان سیل می‌تواند باعث کاهش خطر فاجعه و تلاش برای مدیریت مخاطرات و کاهش مرگ‌ومیر و کاهش خسـارات اقتصـادی و اجتماعی شـود. درک آمادگی در برابر فاجعه افراد از طریق درک خطر، بـه‌طور غیرمسـتقیم توسـعه جوامع را تحت تأثیر قرار می‌دهد. چراکه واکنش هر یک از ذینفعان و بازیگران، مقامات دولتی، متخصـصـین، مدیران، برنامه‌ریزان، جوامع محلی، گروه‌های بومی و غیربومی نسبت به مخاطره منوط به تفسـیر خطر و تهدیدی اسـت که در معرض آن قرار گرفته‌اند. در واقع ادراک خطر و ارزیابی‌های انجام شده توسط هر بـازیگر، وی را برای تعیین و اسـتفـاده از مناسـب‌ترین اقدامات برای مقابله با مخاطرات تشـویق و ترغیب می‌کند. همچنین کاهش اثرات وقوع سـیل، ارائه راهکارهای سـازگاری علمی برای کاهش آسـیب‌پذیری روسـتاییان، میزان

آمادگی خانوارها در سطح فردی و عوامل مؤثر بر آمادگی در برابر بلایا در جوامع روستایی را افزایش دهد و از این طریق امنیت غذایی، امنیت مالی، حفظ محیطزیست روستایی و نهایتاً توسعه روستایی را فراهم نمود.

در رابطه با یافته‌های این پژوهش، برای کاهش اثرات مخاطرات طبیعی و ازجمله سیل و افزایش میزان آمادگی فردی روستاییان نکات زیر پیشنهاد می‌شود:

الف) اولین راهکار برای افزایش آمادگی جوامع روستایی، شناسایی عوامل اثرگذار بر افزایش آمادگی در مواجهه با مخاطرات است، که بر اساس این عوامل راهکارهای متناسب برای افزایش آمادگی در هر منطقه ارائه گردد. چراکه ادراک مخاطره و آگاهی و نگرش عمومی نسبت به آن می‌تواند در کاهش خطر فاجعه و تلاش برای مدیریت مخاطرات و از طریق درک خطر، به‌طور غیرمستقیم توسعه جوامع را تحت تأثیر قرار دهد؛

ب) حمایت از کشاورزان و ارائه خدماتی مثل دادن یارانه مخصوص کشاورزی، دادن وام و اعتبارات مالی و بیمه رایگان محصولات کشاورزی برای کاهش اثرات منفی مخاطرات اقلیمی و افزایش میزان آمادگی کشاورزان با مخاطرات اقلیمی لازم و ضروری است؛

ج) دولت‌های محلی باید کارشناسان و متخصصین محلی را برای ارزیابی علمی روند تغییرات آب و هوایی و برای شناسایی احتمالی شدت مخاطره در آینده مانند طوفان‌های سیل‌آسا، خشکسالی و کولاک را استخدام و سازماندهی کنند؛

د) برای اجرای مؤثر راهبردهای افزایش آمادگی جوامع در برابر مخاطره سیل لازم است یک شبکه ارتباطی سه سطحی از دولت‌های محلی، تعاونی‌ها و کشاورزان ایجاد شود. در این میان، دولت‌های محلی عمدتاً مسئول تدوین و نظارت بر سیاست‌ها، معرفی فن‌آوری پیشرفته و انواع جدید روش‌های سازگاری هستند، تعاونی‌های عمدتاً مسئول ارائه خدمات آموزش فنی و اطلاعات بازاریابی برای کشاورزان هستند، درحالی‌که کشاورزان عمدتاً مسئول اجرای و آزمایش روش‌های افزایش آمادگی هستند؛

ه) ارتقا توانمندسازی روانی و تشویق خانوارهای روستایی به بیمه حوادث برای کاهش مخاطرات طبیعی و به‌ویژه سیل و تقویت توانمندی اقتصادی از طریق کاهش وابستگی آن‌ها به اقتصاد تک‌محصولی (کشاورزی) نیز یکی دیگر از راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری معیشتی کشاورزان است؛

ی) به‌کارگیری و انجام اقدامات مهندسی (مانند ایجاد سدها، بندها، احداث مسیل‌ها) و اقدامات غیرمهندسی (مانند منطقه‌بندی سیلاب، برنامه‌های نقشه‌برداری سیلاب و بیمه سیل) از راه‌کارهای مهم برای افزایش میزان آمادگی جوامع روستایی و کاهش خسارات و تلفات ناشی از وقوع سیل است؛

مقایسه نتایج به دست آمده از این پژوهش با مطالعات پیشین حاکی است که یافته‌های این پژوهش در زمینه اثرات عامل جامعه‌شناختی فردی با نتایج مطالعه هافمن و متارک (۲۰۱۷) در زمینه اثرات وضعیت اقتصادی- اجتماعی خانواده و با نتایج مطالعه آپل‌بی آرنولد و همکاران (۲۰۱۸)، گوا و همکاران (۲۰۲۱) و ژئوا و همکاران (۲۰۲۱)، در

زمینه اثرات عامل ســـازگاری با خطر با نتایج مطالعه ماروتا و همکاران (۲۰۲۰) و تیتکو و همکاران (۲۰۲۱) و نهایتاً در زمینه اثرات تأثیر جامعه بر فرد با نتایج مطالعه ویلسون (۲۰۱۸) همسو بوده و نتایج این تحقیقات را تأیید می‌نمایند.

کتابنامه

اخوان‌کاظمی، مسعود؛ سادات حسینی، طیبه؛ بهرامی‌پور، فرشته؛ ۱۳۹۸. واکاوی تأثیر تغییرات آب و هوایی بر امنیت بین‌المللی، *فصلنامه علمی مطالعات روابط بین‌الملل*. دوره دوازدهم. شماره ٤٦. صص ۹-۳۹.
https://dx.doi.org/DOR:20.1001.1.24234974.1398.12.46.1.4

پودینه، محمدرضا؛ طولابی‌نژاد، میثم؛ طولابی‌نژاد، مهرشا؛ ۱۳۹۸. اثرات خشک‌سالی بر فعالیت‌ها و معیشت خانوارهای روستایی (موردمطالعه: شهرستان میرجاوه). *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*. دوره دهم. شماره ۳۷. صص ۷۹-۹۸
http://journals.hsu.ac.ir/jarhs/article-1-1543-fa.html

توکلی، الماسی؛ هادی، قوچی، پرستو؛ ۱۳۹۵. بررسی و تحلیل راهبردهای سازگاری کشاورزان با خشکسالی در استان کرمانشاه. *پژوهش‌های روستایی*. دوره هفتم. شماره ۱، صص ۲۱۷- ۲٤۲.
http://journals.hsu.ac.ir/jarhs/article-1-1543-fa.html

طولابی‌نژاد، مهرشاد، طولابی‌نژاد، میثم، طباطبایی، سید علی؛ ۱۳۹٦. سازگاری کشاورزان با تغییرات آب و هوایی و نقش آن در امنیت غذایی خانوارهای روستایی شهرستان پلدختر. مخاطرات محیط طبیعی. دوره ششم. شماره ۱۳۳. صص ٦۷- ۹۰.
https://dx.doi.org/10.22111/jneh.2017.3148

Ablah, E., Konda, K., & Kelley, C. L., 2009. Factors predicting individual emergency preparedness: a multi-state analysis of 2006 BRFSS data. Biosecurity and bioterrorism: biodefense strategy, practice, and science, 7(3), 317-330. https://doi.org/ 10.1089/ bsp.2009.0022

Adiyoso, W., & Kanegae, H., 2015. The role of Islamic teachings in encouraging people to take tsunami preparedness in Aceh and Yogyakarta Indonesia. In Recovery from the Indian Ocean Tsunami (pp. 259-278). Springer, Tokyo. https://doi.org/10.1007/978-4-431-55117-1_18

Appleby-Arnold, S., Brockdorff, N., Jakovljev, I., & Zdravković, S.. 2018. Applying cultural values to encourage disaster preparedness: Lessons from a low-hazard country. International journal of disaster risk reduction, 31, 37-44. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.04.015

Atreya, A.; Czajkowski, J.; Botzen, W.; Bustamante, G.; Campbell, K.; Collier, B.; Ianni, F.; Kunreuther, H.; Michel-Kerjan, E;. Montgomeru, M., 2017. Adoption of Flood Preparedness Actions: A Household Level Study in Rural Communities in Tabasco, Mexico. International Journal of Disaster Risk Reduction. 24, 428-438. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.05.025

Baker, L. R., & Baker, M. D., 2010. Disaster preparedness among families of children with special health care needs. Disaster medicine and public health preparedness, 4(3), 240-245. https://doi.org/ 10.1001/dmp.2010.28

Basolo, V., Steinberg, L. J., & Gant, S., 2017. Hurricane threat in Florida: examining household perceptions, beliefs, and actions. Environmental Hazards, 16(3), 253-275. https://doi.org/ 10.1080/ 17477891.2016.1277968

Bourque, L. B., Mileti, D. S., Kano, M., & Wood, M. M., 2012. Who prepares for terrorism? Environment and Behavior, 44(3), 374-409. https://doi.org/10.1177%2F0013916510390318

Castells-Quintana, D., Del Pilar Lopez-Uribe, M., & McDermott, T. K., 2018. Adaptation to climate change: A review through a development economics lens. World Development, 104, 183-196. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.11.016

Castro, B. 2019. The shifting limits of drought adaptation in rural Colombia, Current Directions in Water Scarcity Research, 2: 77-86. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814820-4.00006-7

Chan, E. Y. Y., Huang, Z., Mark, C. K. M., & Guo, C., 2017. Weather information acquisition and health significance during extreme cold weather in a subtropical city: A cross-sectional survey in Hong Kong. International Journal of Disaster Risk Science, 8(2), 134-144. http://dx.doi.org/10.1007%2Fs13753-017-0127-8

Chan, E. Y., Kim, J. H., Lin, C., Cheung, E. Y., & Lee, P. P., 2014. Is previous disaster experience a good predictor for disaster preparedness in extreme poverty households in remote Muslim minority based community in China? Journal of immigrant and minority health, 16(3), 466-472. https://doi.org/10.1007/s10903-012-9761-9

Chan, E.Y.Y.; Guo, C.; Lee, P.; Liu, S.; Mark, C.K.M., 2017. Health Emergency and Disaster Risk Management (Health-EDRM) in Remote Ethnic Minority Areas of Rural China: The Case of a Flood-Prone Village in Sichuan. International Journal of Disaster Risk Science. 8, 156-163. https://doi.org/10.1007/s13753-017-0121-1

Connon, I.L.C., 2017. Extreme Extreme Weather, Complex Spaces and Diverse Rural Places: An Intra-Community Scale Analysis of Responses to Storm Events in Rural Scotland, UK. Journal of Rural Studies. 54, 111-125. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.06.015

Cox, R. S., & Perry, K. M. E., 2011. Like a fish out of water: Reconsidering disaster recovery and the role of place and social capital in community disaster resilience. American journal of community psychology, 48(3), 395-411. https://doi.org/10.1007/s10464-011-9427-0

Cutter, S. L., 2016. The landscape of disaster resilience indicators in the United States. Natural Hazards, 80(2), 741- 58. https://doi.org/10.1007/S11069-015-1993-2

Cutter, S. L., Ash, K. D., & Emrich, C. T., 2016. Urban–rural differences in disaster resilience. Annals of the American Association of Geographers, 106(6), 1236-1252. https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1194740

Gaillard, J.C., and Mercer J., 2012. from knowledge to action: Bridging gaps in disaster risk reduction. Progress in Human Geography 37(1): 93-114. https://doi.org/10.1177%2F0309132512446717

Gares, C. E., & Montz, B. E., 2014. Disaster vulnerability of migrant and seasonal farmworkers: a comparison of Texas and North Carolina. Southeastern geographer, 54(1), 36-54. http://www.jstor.org/stable/26233672

Guo, C., Sim, T., & Su, G., 2021. Individual disaster preparedness in drought-and-flood-prone villages in northwest China: impact of place, out-migration and community. International journal of environmental research and public health, 18(4), 1- 14. https://doi.org/ 10.3390/ ijerph18041649

Guodaar, L., Beni, A., & Benebere, P., 2017. Using a mixed-method approach to explore the spatiality of adaptation practices of tomato farmers to climate variability in the Offinso North District, Ghana. Cogent Social Sciences, 3(1), 1- 13. https://doi.org/10.1080/ 23311886. 2016.1273747

Hamann, C. J., Mello, E., Wu, H., Yang, J., Waldron, D., & Ramirez, M., 2016. Disaster preparedness in rural families of children with special health care needs. Disaster medicine and public health preparedness, 10(2), 225-232. https://doi.org/10.1017/dmp.2015.159

Han, Z., Lu, X., Hörhager, E. I., & Yan, J., 2017. The effects of trust in government on earthquake survivors' risk perception and preparedness in China. Natural Hazards, 86(1), 437-452. https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-016-2699-9

Hoffmann, R., & Muttarak, R., 2017. Learn from the past, prepare for the future: Impacts of education and experience on disaster preparedness in the Philippines and Thailand. World Development, 96, 32-51. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.02.016

Jackson, G., McNamara, K., & Witt, B., 2017. A framework for disaster vulnerability in a small island in the Southwest Pacific: A case study of Emae Island, Vanuatu. International Journal of Disaster Risk Science, 8(4), 358-373. https://doi.org/10.1007/s13753-017-0145-6

Kerstholt, J., Duijnhoven, H., & Paton, D., 2017. Flooding in The Netherlands: How people's interpretation of personal, social and institutional resources influence flooding preparedness. International journal of disaster risk reduction, 24, 52-57. https://doi.org/10.1016/ j.ijdrr. 2017.05.013

Li, X., Yang, Y., Liu, Y., & Liu, H., 2017. Impacts and effects of government regulation on farmers' responses to drought: A case study of North China Plain. Journal of Geographical Sciences, 27(12), 1481-1498. http://dx.doi.org/10.1007/s11442-017-1448-7

Mabuku, M. P., Senzanje, A., Mudhara, M., Jewitt, G., & Mulwafu, W. 2018. Rural households' flood preparedness and social determinants in Mwandi district of Zambia and Eastern Zambezi Region of Namibia. International journal of disaster risk reduction, 28, 284-297. https://doi.org/ 10.1016/j.ijdrr.2018.03.014

Maldonado, A., Collins, T. W., & Grineski, S. E., 2016. Hispanic immigrants' vulnerabilities to flood and hurricane hazards in two United States metropolitan areas. Geographical Review, 106(1), 109-135. https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.2015.12103.x

Maruta, S., Kitsuki, A., & Managi, S., 2020. Perceived arrival time of disaster relief supplies matters for household preparedness for natural disasters. Economics of Disasters and Climate Change, 4, 365- 384. DOI .10.1007/s41885-020-00061-4

McElwee, P.; Nghiem, T.; Le, H.; Vu, H., 2017. Flood Vulnerability among Rural Households in the Red River Delta of Vietnam: Implications for Future Climate Change Risk and Adaptation. Natural Hazards, 86, 465- 492. DOI.10.1007_s11069-016-2701-6

McNeill, C. C., Alfred, D., Mastel-Smith, B., Fountain, R., & MacClements, J., 2016. Changes in self-reported household preparedness levels among a rural population after exposure to emergency preparedness campaign materials. Journal of Homeland Security and Emergency Management, 13(1), 113-135. DOI/10.1515/jhsem-2014-0096

Mishra, S., Mazumdar, S., & Suar, D., 2010. Place attachment and flood preparedness. Journal of environmental psychology, 30(2), 187-197. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.11.005

Moore, H. E., Rutherfurd, I. D., & Peel, M. C., 2018. Excluding stock from riverbanks for environmental restoration: the influence of social norms, drought, and off-farm income on landholder behaviour. Journal of Rural Studies, 62, 116-124. https://doi.org/ 10.1016/ j.jrurstud.2018.07.012

Obaid, J.M.; Bailey, G.; Wheeler, H.; Meyers, L.; Medcalf, S.J.; Hansen, K.F.; Sanger, K.K.; Lowe, J.J., 2017. Utilization of functional exercises to build regional emergency preparedness among rural health organizations in the US. Prehospital and disaster medicine, 32(2), 224-230. https://doi.org/10.1017/s1049023x16001527

Paton, D., 2003. Disaster preparedness: a social-cognitive perspective. Disaster Prevention and Management: An International Journal, 12, 210- 216. http://dx.doi.org/10.1108/09653560310480686

Rahman, M., & Alam, K., 2016. Forest dependent indigenous communities' perception and adaptation to climate change through local knowledge in the protected area-A Bangladesh case study. Climate, 4(1), 1-25. https://doi.org/10.3390/cli4010012

Rodriguez, L.M.E.; Plata, M.A.B.; Suarez, J.E.B., 2018. Landforms, Factor in the Genesis, Development and Risk Management. Cienc. Ergo-Sum, 25, 14.

Smith, P. and Gregory, P. J., 2013. Climate change and sustainable food production, Proceedings of the Nutrition Society, 72, 21- 28. https://doi.org/10.1017/S0029665112002832

Sun, C.X.; Huang, G.H.; Fan, Y.; Zhou, X.; Lu, C.; Wang, X.Q., 2019. Drought Occurring With Hot Extremes: Changes under Future Climate Change on Loess Plateau, China. Earth's Future, 7, 58-604. https://doi.org/10.1029/2018EF001103

Titko, M., Ristvej, J., & Zamiar, Z., 2021. Population preparedness for disasters and extreme weather events as a predictor of building a resilient society: the Slovak Republic. International journal of environmental research and public health, 18(5), 1-24. https://doi.org/10.3390/ijerph18052311

Wang, W., Zhao, X., Cao, J., Li, H., & Zhang, Q., 2020. Barriers and requirements to climate change adaptation of mountainous rural communities in developing countries: The case of the eastern Qinghai-Tibetan Plateau of China. Land Use Policy, 95, 1- 11. https://doi.org/10.1016/ j.landusepol.2019.104354

Weichselgartner, J., and Pigeon, P., 2015. The role of knowledge in disaster risk reduction. International Journal of Disaster Risk Science 6(2), 107-116. http://dx.doi.org/10.1007/s13753-015-0052-7

Wilson, G. A., Hu, Z., & Rahman, S., 2018. Community resilience in rural China: the case of Hu Village, Sichuan Province. Journal of Rural Studies, 60, 130-140. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.03.016

Xu, Y., Qiu, X., Yang, X., Lu, X., & Chen, G., 2020. Disaster risk management models for rural relocation communities of mountainous southwestern China under the stress of geological disasters. International Journal of Disaster Risk Reduction, 50, 10- 23. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101697

Zhou, W., Guo, S., Deng, X., & Xu, D., 2021. Livelihood resilience and strategies of rural residents of earthquake-threatened areas in Sichuan Province, China. Natural hazards, 106(1), 255- 275. https://doi.org/10.1007/s11069-020-04460-4

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp.141-162 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2021.71591.1091 Open access

Frequency Analysis of Dangerous Extreme Rainy Days in IRAN

Sayyed Mohammd Hosseini[a*], Sirus Nabiuni[b]

[a] *Assistant Professor in Climatology, Sayyed Jamaleddin Asadabadi University, Asadabad, Iran*
[b] *PhD in Climatology, National Geographical Organization, Tehran, Iran*

Received: 21 July 2021 ***Revised: 4 October 2021*** ***Accepted: 20 October 2021***

Abstract

Today, rainfall hazards create wide crisis in terms of military, security and social issues, because the tensions in rural and social destruction of the natural environment have led to violent conflicts. For analyzing the extreme rainy days in Iran, daily data of extreme rainy days in 235 synoptic stations in the period from 3/21/1961 to 03/20/2019 (21549 days) were used. Therefore, a database of a matrix of 21549×235 was created. Rows show time and columns show the stations. Using Euclidean distance and Ward linkage, extreme rainy days were classified into four regular rain clusters. The results showed that the first cluster (days with relatively heavy rain) with a frequency of 87% of the stations is widely distributed in Iran. The second cluster (semi-heavy rain) with 9 percent is limited to a few stations in the eastern coast of the Caspian Sea and the western side of the Zagros Mountains. The third cluster (heavy rain) with 3% of stations is located on the shore of the Caspian Sea and western Zagros mountains stations in Astara, Baboulsar, Noushahr, Ramsar, Rasht, Kouhrang and Yasouj. Finally, the fourth cluster (super heavy rain) with 1 percent, occurs only in Bandar Anzali station. It seems that the frequency of extreme rainy days in Iran tends to cluster and comply with topography and distance or proximity to the sea. The results of the present study showed that the stations located in western Iran have many rainy days due to their special geographical location in the Zagros Mountains and the influence of westerly winds.

Keywords: Rain Hazards, Cluster Analysis, Extreme Rainy Days, IRAN

[*] Corresponding author: Sayyed Mohammd Hosseini E-mail: h.climate@yahoo.com Tel: + 989384694588

How to cite this Article: Hosseini, S., & Nabiuni, S. (2022). Frequency Analysis of Dangerous Extreme Rainy Days in IRAN. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 141-162.
DOI: 10.22067/geoeh.2021.71591.1091

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant with open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71591.1091

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۱۶۲-۱۴۱

مقاله پژوهشی

واکاوی فراوانی روزهای باران‌فرین مخاطره‌آمیز در ایران

سید محمد حسینی[1]- استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه سیدجمال‌الدین اسدآبادی، اسدآباد، ایران.
سیروس نبیونی- دکتری آب و هواشناسی، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۳۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۷/۱۲ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۷/۲۸

چکیده

امروزه مخاطرات بارشی، بحران‌های گسترده‌ای را به لحاظ نظامی، امنیتی و اجتماعی ایجاد می‌کنند؛ چراکه این تنش‌ها، در قالب فروسایی و تخریب محیط طبیعی گاه به تعارضات خشونت‌بار اجتماعی نیز می‌انجامد. در این راستا، برای واکاوی روزهای باران‌فرین در ایران از داده‌های روزانه باران در ۲۳۵ ایستگاه همدید در بازهٔ زمانی ۱۳۴۰/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۸/۱۲/۲۹ خورشیدی (۲۱۵۴۹ روز) استفاده شده است. بنابراین پایگاه داده‌ای با آرایه‌ای به ابعاد ۲۳۵×۲۱۵۴۹ ایجاد شد که سطرها نمایندهٔ زمان و ستون‌ها نماینده ایستگاه‌ها هستند. با استفاده از فاصله اقلیدسی و پیوند وارد، روزهای باران فرین ایران در چهارخوشه بارش منظم قرار گرفت. نتایج نشان داد خوشه اول (روزهای همراه با باران نسبتاً سنگین) با فراوانی ۸۷ درصد ایستگاه‌ها، پراکنش سراسری در کشور دارد. خوشه دوم (باران‌های نیمه سنگین) با ۹ درصد، محدود به چند ایستگاه در کرانه‌های شرقی دریای خزر و نیمه غربی ارتفاعات زاگرس است. خوشه سوم (باران‌های سنگین) با ۳ درصد ایستگاه‌ها در کرانه‌های جنوبی دریای خزر و غرب ارتفاعات زاگرس در ایستگاه‌های آستارا، بابلسر، نوشهر، رامسر، رشت، کوهرنگ و یاسوج واقع شده است و درنهایت، خوشه چهارم (باران‌های ابرسنگین) با ۱ درصد، فقط در ایستگاه بندرانزلی رخ می‌دهند. به نظر می‌رسد فراوانی روزهای باران فرین در ایران، میل به خوشه‌ای شدن و لانه‌گزینی دارد و در تبعیت با توپوگرافی و دوری یا نزدیکی به دریا است.

---

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۳۸۴۶۹۴۵۸۸ Email: h.climate@sjau.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:

حسینی، سید محمد؛ نبیونی، سیروس. (۱۴۰۱). واکاوی فراوانی روزهای باران فرین مخاطره آمیز در ایران. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱۱(۱). صص ۱۶۲-۱۴۱

https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71591.1091

کلیدواژه‌ها: مخاطرات باران، واکاوی خوشه‌ای، روزهای باران فرین، ایران.

۱- مقدمه

از دیدگاه اصول و استراتژی‌های پایه در پدافند غیرعامل، ملاحظات نظامی و راهکارهای امنیتی، موقعیت نسبی ایران با کشورهای همسایه به‌گونه‌ای است که وسعت زیاد، شاهراه‌های ارتباطی متراکم، گسترش شرقی- غربی ناهمواری‌های البرز و شمال‌غربی- جنوب‌شرقی زاگرس و همچنین ریخت و توپوگرافی ویژه آن، سبب شده است که جمهوری اسلامی ایران از اهمیت اقلیمی، استراتژیکی و ژئوپولتیکی چشمگیری برخوردار شود. در این میان، نقش مخاطرات بارشی و پراکنش ناهمگون آن در کشور از یک سو و رخداد باران‌های شدید و سیل‌زا از سوی دیگر، از اهمیت خاصی در ایران برخوردار است؛ به‌طوری‌که گاهی این‌گونه رخدادها، می‌توانند شرایط امنیتی و دفاعی یک کشور را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهند (علیجانی و هوشیار، ۱۳۸۷). این مقوله، برآیند پیامدهای زیانبار مخاطرات بارشی بر معیشت و فزایندگی دامنه کشمکش‌های محلی و ملی بر سر کاهش سطح برخورداری‌ها و هراس از تحولات ناخوشایند و پیش‌بینی‌ناپذیر آینده است. آینده‌ای که هشدار آن را دیرگاهی است داده‌ها و یافته‌های علمی، سر داده‌اند. اهمیت این امر ازآن‌جهت است که تنش‌های محیط‌زیست در قالب فروسایی و تخریب محیط طبیعی، حتی به تعارضات خشونت‌بار اجتماعی نیز انجامیده است (آلیسون[1]، ۲۰۱۰)؛ لذا بررسی مخاطرات اقلیمی ناشی از این دیدگاه در مواقع بحران‌های طبیعی مانند سیل و خشکسالی، لزوم برنامه‌ریزی‌های مدون علمی و عملی را ایجاب می‌کند (رحیم‌زاده و عسگری، ۱۳۸۵؛ محمدی و ملکیان، ۱۳۹۹).

آنچه مسلم است، کاهش یا افزایش رخدادهای باران فرین به‌صورت آشکارا و پنهان می‌تواند بر کاهش منابع آب قابل‌دسترس، کاهش پوشش گیاهی، افزایش خشکسالی، گسترش بیابان‌زایی، افزایش بارش‌های رگباری، افزایش توفان‌های گردوغبار و ریزگردها، تغییرات اکولوژی در رودخانه‌ها، افزایش زیست‌توده، شیوع امراض و بیماری‌های انسانی، حیوانی و گیاهی و حتی امنیت ملی یک کشور تأثیرات قابل‌توجهی وارد نماید (آرورا و بوئر[2]، ۲۰۰۱؛ چرچ و همکاران[3]، ۲۰۰۱؛ یو و همکاران[4]، ۲۰۰۲؛ سیلور[5]، ۲۰۰۸؛ هافمن و همکاران[6]، ۲۰۱۱؛ رادینویک و کریک[7]، ۲۰۱۲؛ عزیزی و روشنی، ۱۳۸۲؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۸)؛ به‌طوری‌که امروزه واکاوی فراسنج‌های آب و هواشناختی به‌ویژه باران با استفاده از روش‌های پارامتری یا ناپارامتری، مطالعات آماری (سری‌زمانی، روند، مدل‌سازی و شبیه‌سازی) با استفاده از الگوهای محاسباتی- ریاضی، ماهواره‌ای و سناریوهای اقلیمی و بررسی پویهٔ زمانی- مکانی (رفتار) آن، موضوع

1 Alison
2 Arora and Boer
3 Church et al
4 Yu et al
5 Silver
6 Hofmann et al
7 Radinović and Ćurić

پژوهش‌هـای فراوانی در ایران و جهان بوده اســت و در اغلب این پژوهش‌ها، بر اهمیت تغییرات آب و هوایی جهان به‌ویژه در مورد متغیر آشــوبناک باران، توجه ویژه‌ای شــده اســت. برای نمونه کنکل[1]، ۲۰۰۳ در شــمال آمریکا؛ هیدالگو و همکاران[2]، ۲۰۰۳ در والنسـیای اسـپانیا؛ هایلوک و همکاران[3]، ۲۰۰۵ در شمال آمریکا؛ بکر و همکاران[4]، ۲۰۰۶ در حوضه رودخانه یانگ تســه چین؛ فیداس و همکاران[5]، ۲۰۰۷ در یونان؛ پاتانیکا و راجوان[6]، ۲۰۱۰ در هندوســتان؛ هیدالگو و همکاران[7]، ۲۰۱۰ در اســپـانیا؛ واکازاکی[8]، ۲۰۱۱ در ژاپن، دانبرگ[9]، ۲۰۱۲ در آلمان؛ ماندل و همکاران[10]، ۲۰۱۲ در هند؛ جوانمرد و همکاران، ۱۳۸۲؛ آزادی و وکیلی، ۱۳۸۲؛ مسـعودیان، ۱۳۸۳؛ بابائیان و همکاران، ۱۳۸۶؛ نصـرآبادی و مسـعودیان، ۱۳۹۲؛ حجازی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹؛ جهـانبخش‌اصــل و همکـاران، ۱۳۹۹؛ امینی و همکـاران، ۱۴۰۰ در زمینـه رخـداد بـارانهـای فرین، پژوهش‌هـای ارزشمندی ارائه داده‌اند.

امروزه مطالعه بارانهای فرین در جهان و ایران از اعتبار خاصـی برخوردار شـده اسـت و اندیشـمندان زیادی را به خود مشـغول نموده اسـت. به‌عنوان نمونه اسـونسـون و همکاران[11] (۲۰۰۱)، ویژگی‌های روزانه بارانهای سنگین ۳ و ۲۴ سـاعته در اسـکاتلند را که از آسـتانه معین تجاوز کرده بودند، بررسـی کرده و بر این باورند که این‌گونه بارانها در اوایل صـبح و عمدتاً توسـط جبهه‌های گرم به وجود می‌آیند. چینگسن و همکاران[12] (۲۰۰۲)، بارانهای سنگین (بیش از ۱۰۰ میلی‌متر) بعـدازظهرهای تایوان را طی فصــل بارشــی موردمطالعه قرار دادند و آن‌ها را در دو گروه جداگانه طبقه‌بندی کردند. ویلیام و همکاران[13] (۲۰۰۴)، بارانهای سـنگین انگلسـتان را به سـه دسـتهٔ: جبهه‌ای[14]، همرفتی[15] و کوهبـارش تقســیم و زمـان رخداد، محدودهٔ تأثیر و ویژگی‌های هر یک از ســه نوع باران را بیان کردند. جیســن و همکاران[16] (۲۰۰۵)، بارانهای سـنگین شـمال راین- وسـتفالیا را با اسـتفاده از داده‌های راداری و بارانسـنج‌های منطقه بررسـی کرده و نشان دادند که تنها در صورتی می‌توان گسترهٔ مکانی یک باران سنگین (بیش از ۱۰۰ میلی‌متر) را تعیین کرد که داده‌های راداری در دسـت باشند. لنا و همکاران[17] (۲۰۰۷)، الگوهای جوی بوجودآورنده بارانهای روزانه بیش

1 Kunkel
2 Hidalgo et al
3 Haylock et al
4 Becker et al
5 Feidas
6 Pattanaika and Rajeevan
7 Hidalgo et al
8 Wakazuki
9 - Danneberg
10 Mondal et al
11 Svensson et al
12 Ching-Sen et al
13 William et al
14 Frontal Rainfall
15 Convectional Rainfall
16 Jessen et al
17 Lana et al

از ٦٠ میلیمتر سنگین جزایر بالریک[1] را مطالعه کردند. سپس با انجام تحلیل خوشه‌ای[2] نشان دادند تقریباً ۸۷ درصد بارانهای سنگین منطقه زمانی رخ می‌دهد که یک مرکز چرخندی در شعاع ٦٠٠ کیلومتری جزایر واقع شده باشد. فنگ و همکاران[3] (۲۰۰۷)، مدلسازی بارانهای فرین سالانهٔ چین را با استفاده از توزیع مقادیر فرین تعمیم‌یافته[4] انجام دادند. نتایج نشان داد روندهای کاهشی عمدتاً در شمال چین و روندهای افزایشی در حوضه رودخانه یانگ‌تسه و شمال‌غرب چین مشاهده شدند. لی و همکاران[5] (۲۰۰۸)، رویداد باران سنگین ۱۸ روزه در کُره جنوبی را بررسی کردند. به اعتقاد آن‌ها، ناپایداری دگرفشار[6] و رطوبت انباشته، نقش عمده‌ای در پیدایش ناپایداری جو داشته، و سبب بارانهای سنگین طولانی‌مدتی بر روی شبه‌جزیره کُره شده است. کومر و همکاران[7] (۲۰۰۸)، باران سنگین ۲٦ ژوئیه سال ۲۰۰۵ مومبائی[8] هند را به کمک مدل کاوش و پیش‌بینی هوا[9] بررسی کردند. تحلیل آن‌ها نشان داد، منبع رطوبت این سامانه، جریان‌های شمال و شمال‌غربی با منشأ دریای عرب بوده است. سن‌روی[10] (۲۰۰۹)، با بررسی بارانهای فرین ساعتی در هند معتقد است که روند افزایشی بارانهای سنگین در نواحی مرتفع هیمالایا، به‌ویژه در شمال غربی و دامنه هیمالایا مشاهده می‌شود. کایی و همکاران[11] (۲۰۱۸)، در بررسی جفت پارامترهای رطوبت‌دهی در بارش‌های سنگین منطقه‌ای، به این نتیجه رسیدند که واگرایی و همگرایی، اساس تغییرات رودباد برای فراهم کردن رطوبت لازم برای بارش‌های سنگین است. آجیل و همکاران[12] (۲۰۱۸)، با تحلیل دینامیکی بارش حدی در شمال‌شرق ایالات‌متحده بر اساس الگوهای هواشناسی بزرگ‌مقیاس به این نتیجه رسیدند که فاکتورهایی چون انتقال یکپارچهٔ رطوبت، همگرایی رطوبت لایه‌های زیرین جو و کمربندهای گرم سبب تفاوت بین روزهای با و بدون بارش حدی در شمال شرق ایالات‌متحده می‌شوند. رحیمی و فاطمی[13] (۲۰۱۹)، با بررسی بارش ایران نشان دادند که مقادیر حدی بارش ایران دارای روندی افزایشی است و روند مثبت معنادار در جنوب‌غربی و سواحل خلیج‌فارس بیشتر است. کاپانو و همکاران[14] (۲۰۲۱)، با تحلیل روند باران فرین در سواحل جنوبی آفریقای غربی بر این باورند که بارش باران

1 Balearic: (مجموعه جزایر واقع در شرق اسپانیا در دریای مدیترانه)
2 Cluster Analysis
3 Feng et al
4 Generalized Extreme Value (GEV)
5 Lee et al
6 Baroclinic Instability
7 Kumar et al
8 Mumbai
9 Weather Research and Forecasting (WRF)
10 Sen-Roy
11 Kai et al
12 Agel et al
13 Rahimi and Fatemi
14 Kpanou et al

در کمربند ساحلی بیشتر از خشکی‌های داخلی آفریقا است و مقدار P95 برای ایستگاه‌های ساحلی و قاره‌ای به ترتیب به ۸۲ و ۵۲ میلی‌متر در روز می‌رسد.

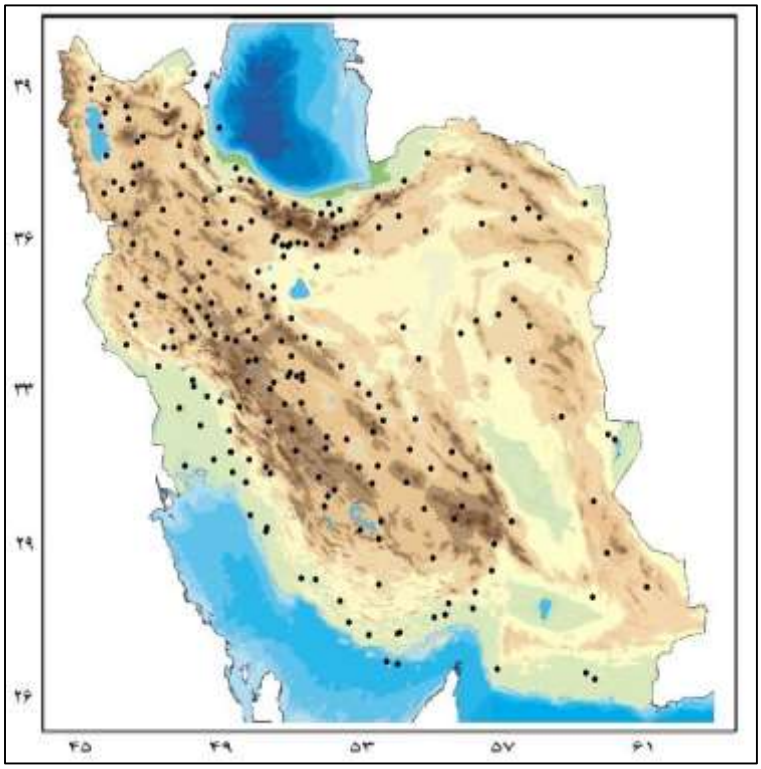
در ایران نیز پژوهش‌های متعددی در زمینه باران‌های فرین و مخاطرات ناشی از آن انجام شده است. به‌عنوان نمونه؛ مسعودیان (۱۳۸۷)، معتقد است که دو الگوی گردشی در پدیدآمدن باران‌های سنگین بیش از ۱۰۰ میلیمتر ایران نقش دارند. الگوی اول با استقرار یک پرفشار بر روی دریای سیاه و گسترش ناوه خلیج‌فارس مشخص می‌شود. الگوی دوم با شکل‌گیری ناوه بر روی عراق و نفوذ زبانهٔ پرفشار سیبری – سیاه به درون ایران همراه است. این الگو عمدتاً در کرانه‌های خزر باران موجب باران می‌شود. حسینی (۱۳۸۸)، با واکاوی عوامل پویشی و گرماپویشی موجد باران‌های سنگین، شدید و فراگیر پهنه‌ی نیمه پربارش خزری بر این باور است که چون این‌گونه بارش‌ها اغلب در فصل پاییز رخ داده‌اند و در این فصل هنوز دریا گرمای ویژه خود را از دست نداده است، غالباً عامل صعود توده‌هوا و چگالش آن، همرفت (وزشی) دریای خزر است. منتظری (۱۳۸۸)، معتقد است امکان وقوع باران‌های فرین روزانه در سراسر ایران به‌جز سواحل دریای خزر در چهار ماه دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس وجود دارد که عموماً در ماه‌های اوت، سپتامبر و اکتبر رخ داده است. محمدی (۱۳۹۲)، با واکاوی روند بارش باران ایران نشان داد که روند افزایشی معناداری در آستانه باران‌های سنگین ایران به‌ویژه از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۲ مشاهده شده است که این مقدار افزایشی به‌طور متوسط، ۰/۵ میلیمتر در هرسال برآورد شده است. برزو و عزیزی (۱۳۹۳)، با استفاده از روش خوشه‌بندی، مؤلفه‌های مؤثر بر باران سنگین ایران را شناسایی نمودند و بر این باورند که در تحلیل عاملی از یازده مؤلفهٔ بارشی، دو مؤلفهٔ میانگین مجموع بارش سالانه و تعداد روزهای بارشی یک میلی‌متر در مجموع، ۸۶ درصد اثر را پوشش می‌دهد. داداشی‌رودباری و کاشکی (۱۳۹۸)، نشان دادند که الگوی هواسپهر در هنگام رخداد باران‌سنگین خراسان رضوی، ناوه ژرف مدیترانه است که محور فرود آن در شرق دریای مدیترانه قرارگرفته و دریای سرخ به‌عنوان منبع اصلی این بارش‌ها ایفا می‌کند. میریان و همکاران (۱۳۹۹)، بر این باورند که در زمان رخداد باران‌سنگین فراگیر در ایران، منطقهٔ همگرایی قوی در سطح کشور شکل گرفته که منطبق بر منطقهٔ واگرایی تراز میانی جو، صعود دینامیکی هوا را موجب شده است. در این شرایط، مقادیر تاوایی‌نسبی و تاوایی مطلق، منطبق بر بخش شرقی ناوه افزایش می‌یابد. رضایی‌بنفشه و همکاران (۱۳۹۹)، با واکاوی سینوپتیکی باران‌های مداوم و سنگین تبریز نشان دادند که سه الگوی اصلی فشار تراز دریا در ایجاد این بارش‌ها مؤثر بوده و استقرار سردچال در غرب تبریز و همراهی سطح زمین، شرایط را برای ایجاد باران سنگین فراهم کرده است. حجازی‌زاده و همکاران (۱۳۹۹)، بر این باورند که روند روزهای همراه با باران سنگین در حدود ۷ درصد از پهنه ایران، منفی و در ۹۳ درصد، روندی مشاهده نمی‌شود. نرخ کاهشی در تعداد روزهای همراه با باران سنگین در نواحی غرب کشور بیشتر است. امینی و همکاران (۱۴۰۰)، با ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی باران نشان دادند که بخش‌هایی از استان اردبیل در مجاورت با استان‌های گیلان و

آذربایجان شرقی به دلیل تأثیرپذیری از توده‌های هوا و بارش‌های جبهه خزری و مدیترانه‌ای، دارای تغییرپذیری بیشتری در مقادیر بارش در ماه‌های مختلف هستند.

با بررسی پژوهش‌های صورت گرفته مشخص می‌شود که در اغلب این‌گونه مطالعات، روند باران فرین و تحلیل همدیدی آن‌ها مدنظر بوده است و کمتر به تحلیل آماری با کمک تکنیک‌ها و شگردهای محاسباتی پرداخته شده است. لذا هدف از پژوهش حاضر، واکاوی روزهای باران فرین در ایران است و برای نیل به این هدف از تحلیل خوشه‌ای گونه‌های باران فرین استفاده شده است تا ضمن شناسایی مناطق در معرض خطر، اقدامات لازم برای جلوگیری یا کاهش خسارت‌های ناشی از این‌گونه مخاطرات اعم از سیل یا خشکسالی برای برنامه‌ریزان و مسئولان امر صورت گیرد.

۲- مواد و روش

در پژوهش حاضر از داده‌های مربوط به مقدار باران روزانه ۲۳۵ ایستگاه همدید با دست‌کم ۲۰ سال آماری در پهنهٔ ایران‌زمین استفاده شده است که مقادیر باران را به‌صورت روزانه ثبت کرده‌اند. این داده‌ها از مرکز آمار و اطلاعات سازمان هواشناسی کشور به‌صورت خام استخراج گردید و پایگاه داده‌های آن در متلب ایجاد شد. این پایگاه برای ۲۳۵ ایستگاه همدید کشور در بازهٔ زمانی ۱۳٤۰/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۸/۱۲/۲۹ خورشیدی (برابر با ۲۱۵٤۹ روز) فراهم شده است (شکل ۱). بنابراین پایگاه داده ایجادشده، آرایه‌ای به ابعاد ۲۳۵×۲۱۵٤۹ دارد. سطرها نمایندهٔ زمان و ستون‌ها نماینده ایستگاه‌ها هستند.



شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه‌های همدید موردبررسی در ایران

لازم به ذکر است که قبل از انجام تجزیه‌وتحلیل بر روی پایگاه دادهٔ فراهم شده، صحت و درستی داده‌های ثبت شده باران در هرکدام از ایستگاه‌های موردمطالعه در طول دوره آماری توسط آزمون تصادفی بودن و همگنی داده‌ها «ران تست[1]» کنترل کیفی و کمی شد. در برخی از ایستگاه‌ها، برخی از داده‌ها محل تردید بود؛ یعنی در تعدادی از روزها، بارشی ثبت نشده بود؛ در این‌گونه از موارد، مقادیر موردتردید با *NaN*[2] جایگزین شد (مسعودیان، ۱۳۸۶). در این پژوهش همچنین برای محاسبات آماری از نرم‌افزار متلب[3] و برای ترسیم نقشه‌ها از نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS[4]) و سرفر[5] استفاده شده است. بدین‌صورت که ابتدا پایگاه داده‌ها در نرم‌افزار متلب ایجاد و کدنویسی شد و پس از پیش‌پردازش و پردازش[6] اولیه، مورد تجزیه‌وتحلیل[7] آماری قرار گرفت و درنهایت با استفاده از نرم‌افزار سرفر و GIS و اسکریپت‌نویسی در محیط آن، داده‌ها تبدیل به نقشه و نقشه‌ها ترکیب و سپس مورد واکاوی نهایی قرار گرفت.

1 Run test
2 Not a Number
3 Matrix Laboratory(MATLAB)
4 Geography Information System(GIS)
5 SURFER
6 Processing
7 Analysis

لازم به ذکر است که اطلاق صفت فرین (اعم از سنگین یا ابرسنگین) به باران، تا اندازهٔ زیادی تابع مکان و قلمرو جغرافیایی منطقهٔ دریافت بارش است. بوم سازگان‌های طبیعی هر منطقه در طول زمان با بارش سالانهٔ خود و آستانهٔ زیاد یا کم انطباق یافته‌اند. به همین دلیل، مقدار بارانی که در یک ایستگاه کم باران، باران سنگین به‌حساب می‌آید، ممکن است در منطقه‌ای مرطوب و پرباران، طبیعی و در حد بارش‌های معمول آن منطقه به شمار آید (برزو و عزیزی، ۱۳۹۳). لذا در پژوهش حاضر برای شناسایی روزهای فرین باران ابتدا برای هرکدام از ۲۳۵ ایستگاه موردبررسی، میانگین بلندمدت بارش در هر روز خورشیدی طی دوره آماری محاسبه شد. سپس روزهایی که باران روزانه آن‌ها بیشتر از میانگین بلندمدت همان روز بود به‌عنوان روز باران‌فرین تعریف شد (حسینی، ۱۳۹۳). روش مورداستفاده در این پژوهش برای شناسایی روز بارش فرین این مزیت را دارد که برای هر ایستگاه چه در مناطق پرباران شمالی یا کم باران جنوبی کشور واقع شده باشد، روز فرین به‌درستی و مختص هر ایستگاه تعیین می‌شود که سنگین بودن ریزش باران را با معیاری درست و ایستگاهی نمایش می‌دهد. درنهایت، روزهای فرین در هر ایستگاه شمارش شد و سپس مورد واکاوی خوشه‌ای قرار گرفت. در این پژوهش بر اساس فواصل اقلیدسی[1] میان تعداد روزهای باران فرین ایران و به کمک روش پیوند وارد[2]، فرایند تحلیل خوشه‌ای پایگانی (سلسله مراتبی)[3] انجام گرفت. در مطالعات اقلیمی غالباً برای محاسبه درجه ناهمانندی (همانندی) از فاصلهٔ اقلیدسی و برای کاهش میزان پراش درون‌گروهی و افزایش همگنی گروه‌های حاصله از پیوند وارد استفاده می‌شود (رابطه ۱ و ۲: مسعودیان،۱۳۸٦):

رابطه ۱- فاصله اقلیدسی

$$d_{rs}^2 = (X_r - X_s)(X_r - X_s)'$$

که در این رابطه، d_{rs}^2 فاصله اقلیدسی نقطه r ام به مختصات (φ_r, λ_r) و نقطه s ام به مختصات (φ_s, λ_s)؛ X_r، بردار مشاهدات روی r و X_s بردار مشاهدات روی s است.

پس از اندازه‌گیری درجه همانندی باید شیوه‌ای برای ادغام اقلامی که بالاترین همانندی را نشان داده‌اند استفاده کرد. شیوه‌های مختلفی برای ادغام معرفی شده‌اند که از آن جمله‌اند: پیوند تکی، پیوند کامل، پیوند متوسط، پیوند وزنی، پیوند مرکزی، پیوند میانه و پیوند وارد. در پیوند وارد، گروه‌های r و s در صورتی ادغام می‌شوند که افزایش پراش ناشی از ادغام آن‌ها نسبت به ادغام هریک از آن‌ها با دیگر گروه‌ها، کمینه باشد:

رابطه ۲- پیوند وارد

$$d(r,s) = \frac{n_r n_s d_{rs}^2}{(n_r + n_s)}$$

در این رابطه، d_{rs}^2 مربع فاصله بین گروه r و گروه s است که به روش پیوند مرکزی به دست آمده باشد. n_r تعداد اعضای گروه r و n_s تعداد اعضای گروه s است.

1 Euclidean Distance
2 Ward Linkage
3 Hierarchical Clustering

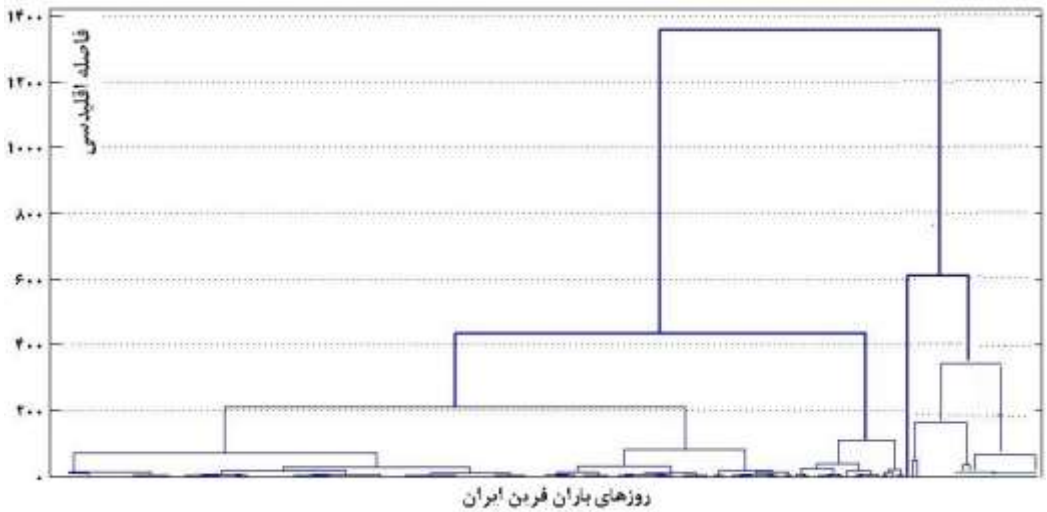
لازم به یادآوری است که در پژوهش حاضر برای تعیین تعداد الگوها (خوشه‌ها) از روش درونسو یا تجربی استفاده شده است. بدین معنی که پژوهشگر بر اساس تخصص یا تجربه و با فرایند آزمون‌وخطا، تعداد خوشه‌ها را تعیین می‌کند (یارنال[1]، ۱۹۹۳). لذا اگر تعداد خوشه‌ها کمتر از چهار خوشه تعیین می‌شد، روزهای فرین با همدیگر پیوند شده و تفاوت روزهای همراه با بارش نسبتاً سنگین از روزهای بارشی ابرسنگین آشکار نمی‌شد. اگر خوشه‌ها بیش از این تعداد نیز انتخاب گردد، علاوه بر تکرار و شباهت برخی روزها، تجانس درونی خوشه‌ها کم می‌شد و دسته‌بندی روزهای فرین از نظم منطقی برخوردار نبود.

۳- نتایج و بحث

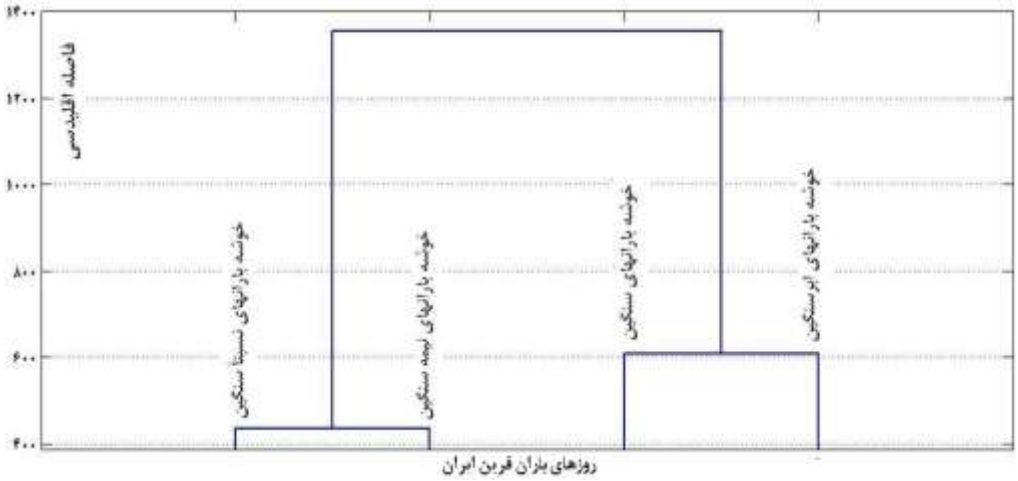
۳-۱- تحلیل خوشه‌ای روزهای بارانفرین در ایران

با توجه به روش‌شناسی معرفی شده، درختواره‌نگار یا دارنمای[2] کلی و چهارگانه روزهای همراه با باران فرین ایران در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که از ماتریس فواصل مشخص می‌شود، خوشه بارش ۳ و ٤ (بارانهای سنگین و ابرسنگین)، کوتاه‌ترین فاصله یا کمترین ناهمانندی (بیشترین همانندی) را با هم داشته و در گام اول این دو خوشه با همدیگر پیوند شده‌اند. در گام بعد، خوشه ۱ و ۲ (بارانهای نسبتاً سنگین و نیمه سنگین) با هم پیوند خورده و درنهایت، به خوشه ۳ و ٤ ملحق می‌شوند. به‌طورکلی، نمودار شاخه‌درختی نشانگر آن است که در اولین مرحله، هر رویداد فرین بارشی، خود خوشه مجزایی بوده و بیشترین همانندی بین گروه‌ها برقرار بوده است و در مراحل بعد، خوشه‌ها کمترین همانندی و بیشترین ناهمانندی را با یکدیگر داشته‌اند و فاصله اقلیدسی بین آن‌ها زیادتر شده است تا جایی که به بالاترین قسمت در نمودار خوشه‌ای رسیده‌اند. در این پژوهش پس از ترسیم نمودارهای شاخه درختی روزهای باران فرین ایران، آماره‌های هر خوشه به تفکیک در جدول ۱، نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که خوشه باران نسبتاً سنگین در ایران با ۳۳ درصد فراوانی، ۸۷ درصد ایستگاه‌های موردبررسی را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که ایستگاه بندرانزلی با ۷٦۵ روز باران فرین، به‌تنهایی ۱۱ درصد از کل روزهای باران فرین ایران (٦۹۳۹ روز) را از آن خود کرده است.

1 Yarnal
2 Dendrogram



شکل ۲- دارنمای کلی تعداد روزهای باران فرین ایران



شکل ۳- دارنمای چهارگانه تعداد روزهای باران فرین ایران

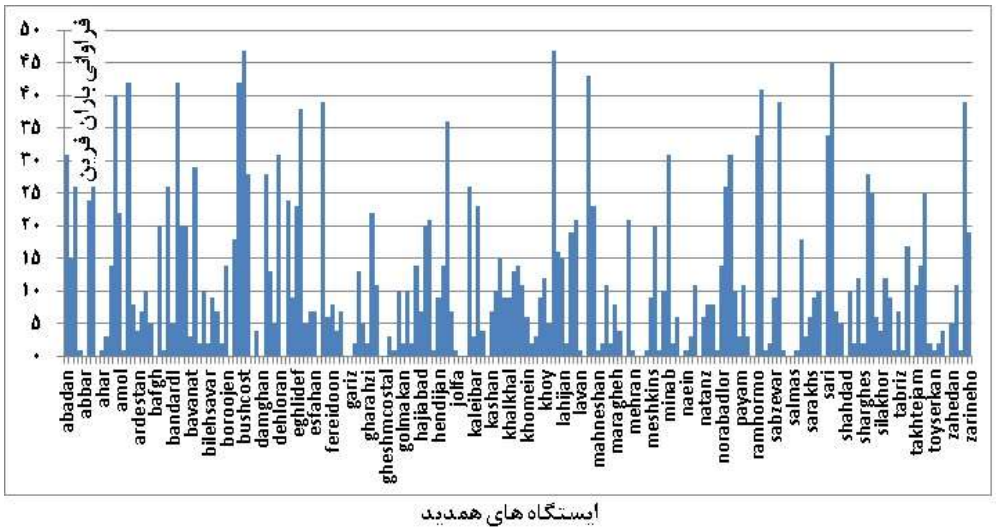
جدول ۱- آماره‌های خوشه‌باران‌های **فرین ایران**

آماره‌ها / نام خوشه	فراوانی روزهای باران فرین	درصد فراوانی روزهای باران فرین	تعداد ایستگاه-های همدید در هر خوشه	درصد ایستگاه-های همدید در هر خوشه	بیشترین فراوانی باران فرین	کمترین فراوانی باران فرین
خوشه یک (باران‌های نسبتاً سنگین)	۲۲۷۸	۳۳	۲۰۵	۸۷/۲	بوشهر با ٤٧ روز	زهک با صفر روز
خوشه دو (باران‌های نیمه سنگین)	۱۷۵۹	۲۵	۲۲	۹/٤	مریوان با ۱۲۲روز	اهواز با ٥٤ روز
خوشه سه (باران‌های سنگین)	۲۱۳۷	۳۱	۷	۳	رشت با ٤٨٧ روز	یاسوج با ۱۵۷روز

آماره‌ها / نام خوشه	فراوانی روزهای باران فرین	درصد فراوانی روزهای باران فرین	تعداد ایستگاه‌های همدید در هر خوشه	درصد ایستگاه‌های همدید در هر خوشه	بیشترین فراوانی باران فرین	کمترین فراوانی باران فرین
خوشه چهار (باران‌های ابرسنگین)	۱	۱۱	۱	۰/٤	بندرانزلی ۷٦٥ روز	----
مجموع	٦۹۳۹	۱۰۰	۲۳٥	۱۰۰		

۳-۲- پراکنش مکانی روزهای باران فرین خوشه یک (باران‌های نسبتاً سنگین) در ایران

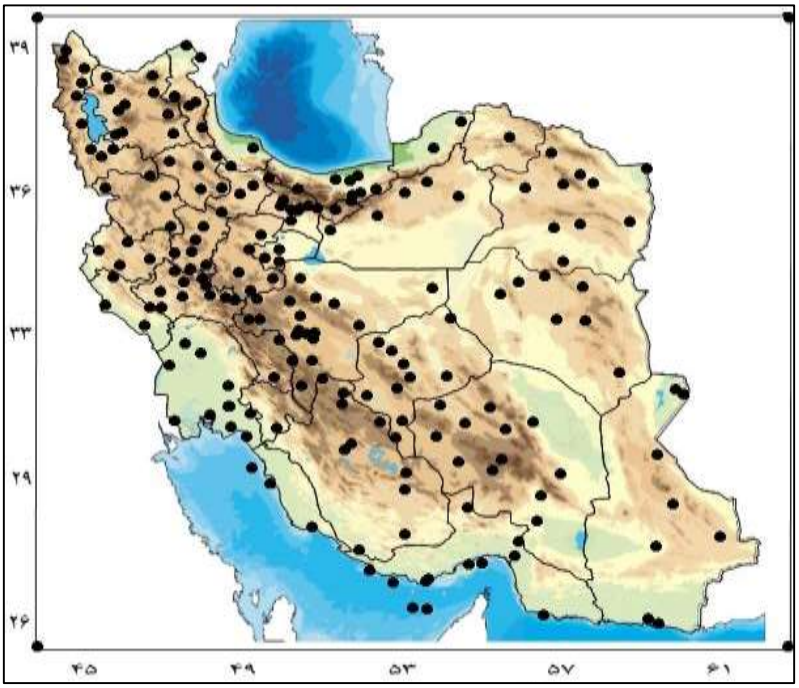
همان‌گونه که شکل ٤ نشان می‌دهد در خوشه بارشی نخست که شامل باران‌های فرین کمتر از ٤۷ روز است، از مجموع ۲۳٥ ایستگاه همدید موردبررسی، ۲۰٥ ایستگاه یعنی حدود ۸۷ درصد ایستگاه‌ها مشارکت دارند. این خوشه بارش از ایستگاه‌هایی همچون ایستگاه ساحلی بوشهر و کیش با ٤۷ روز فرین شروع شده و تا ایستگاه‌های زهک و شهداد با هیچ روز فرین به پایان رسیده است. همچنین این خوشه، از مجموع ٦۹۳۹ روز فرین بارشی که برای کل ایران شناسایی شد، ۲۲۷۸ روز یا به عبارتی، ۳۳ درصد روزهای باران فرین ایران را به خود اختصاص داده است.



شکل ٤- فراوانی رخداد باران‌های نسبتاً سنگین ایران

پراکنش مکانی باران‌های نسبتاً سنگین در خوشه یک حاکی از این است که در بخش بزرگی از ایران، این‌گونه بارش‌ها رخ می‌دهد ولی رخداد آن‌ها در نیمه غربی و شمالی کشور به دلیل وجود ایستگاه‌های همدید زیادتر و شرایط جوی مساعدتر، فراوان‌تر است. البته لازم به ذکر است که در نواحی داخلی و شرقی کشور در صورت فراهم آمدن شرایط خاص جوی به‌تبع توپوگرافی منطقه، ممکن است این نوع از بارش اتفاق بیفتد. به‌هرحال خوشه یک،

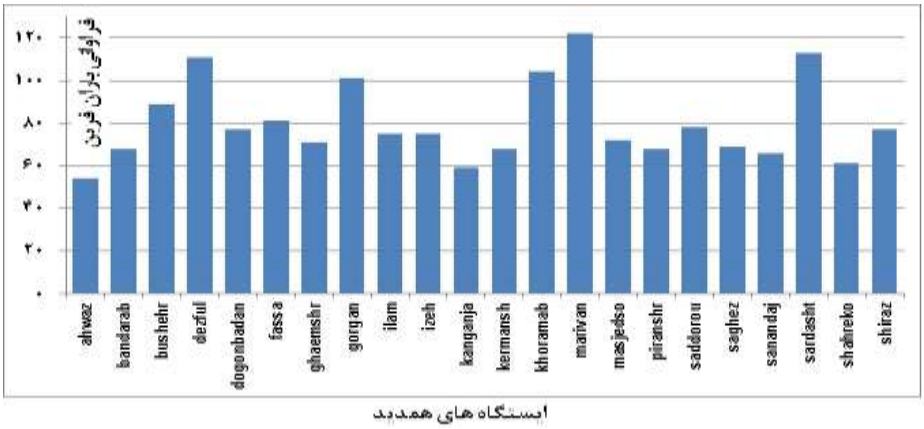
شـامل روزهای باران فرینی اسـت که پراکنش سـراسری در کشور دارند و در اغلب بخش‌های ایران مشاهده می‌شوند (شکل ۵).



شکل ۵- پراکنش مکانی باران‌های نسبتاً سنگین در ایران

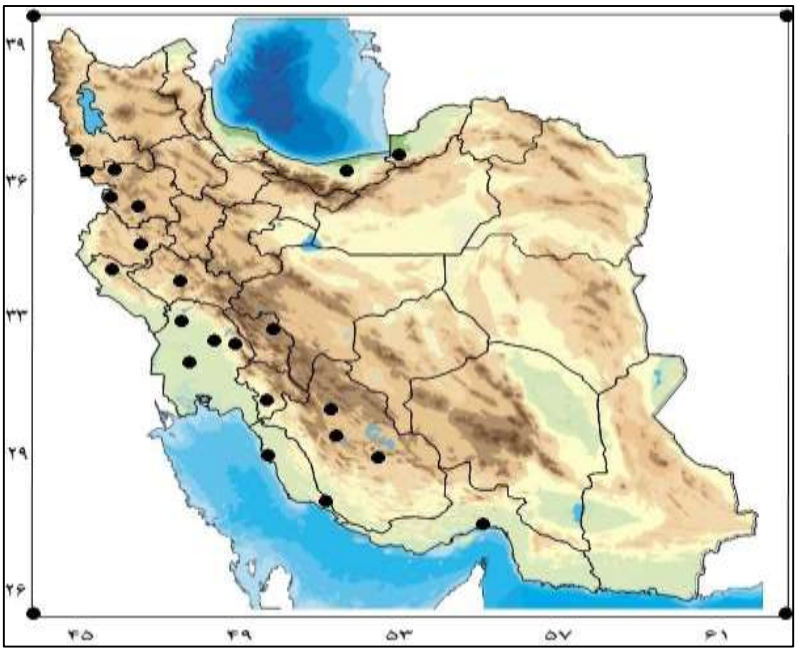
۳-۳- پراکنش مکانی روزهای باران فرین خوشه دو (باران‌های نیمه سنگین) در ایران

این خوشـه‌بارش که شـامل باران‌های نیمه‌سـنگین ایران می‌شـود، فقط ۹ درصـد و یا به عبارتی از مجموع ۲۳۵ ایسـتگاه همدید، ۲۲ ایسـتگاه نقش‌آفرینی دارند. بالاترین رخداد فرین این خوشـه با ۱۲۲ روز از آن مریوان در اسـتان کردسـتان و پایین‌ترین فراوانی نیز با ٥٤ روز به ایسـتگاه اهواز اختصاص دارد. همچنین مجموع فراوانی تعداد روزهای فرین این خوشه، ۱۷۵۹ روز یا معادل ۲۵ درصد از تعداد کل روزهای باران فرین کشور را در برمی‌گیرد (شکل٦).



شکل ٦- فراوانی رخداد بارانهای نیمه سنگین ایران

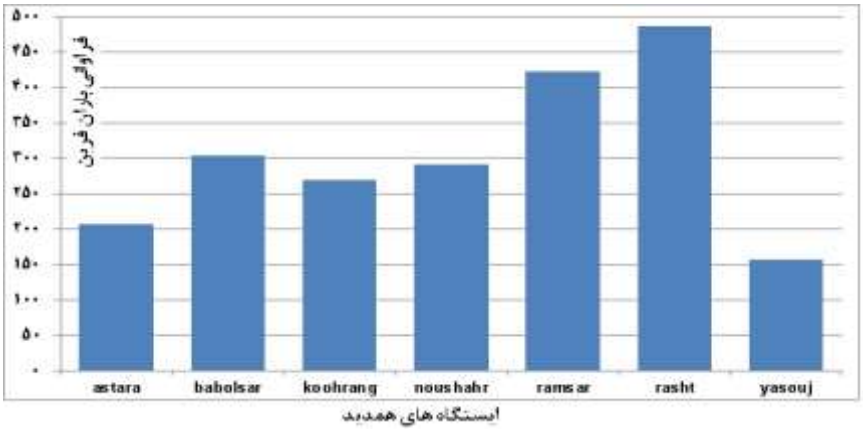
همچنان که در شکل ۷ مشاهده میشود، پراکنش مکانی روزهای همراه با بارشهای نیمه سنگین در ایران محدود به چند ایستگاه در کرانههای شرقی دریای خزر و بهویژه نیمه غربی ارتفاعات زاگرس است. چنین به نظر میرسد که بارشهای فرین کرانههای شرقی خزر به سبب تغذیه رطوبتی از دریا، به همراه سامانههای همرفتی یا مهاجر منطقه رخ میدهند ولی در نیمه غربی ایران علاوه بر شرایط توپوگرافی ویژه این مناطق، سامانههای غربی که مسیر آنها بر فراز دریای مدیترانه، خلیجفارس و حتی دریای سرخ میگذرد، مسبب تأمین رطوبت برای رخداد اینگونهبارشها هستند.



شکل ۷- پراکنش مکانی بارانهای نیمه سنگین در ایران

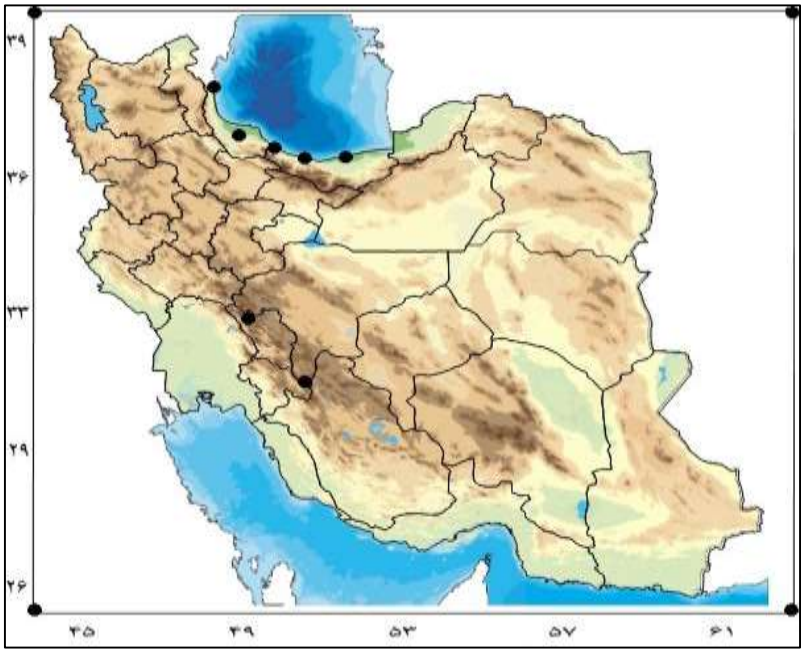
۳-٤- پراکنش مکانی روزهای باران فرین خوشه سه (باران‌های سنگین) در ایران

فراوانی رخداد باران‌های سنگین در ایران حاکی از این است که از مجموع ۲۳۵ ایستگاه همدید موردبررسی، فقط ۷ ایستگاه یا ۳ درصد از ایستگاه‌های دارای باران‌های سنگین در این گروه قرار می‌گیرند. بالاترین و پایین‌ترین رویداد فرین در این خوشه با ٤۸۷ و ۱۵۷ به ترتیب، به ایستگاه رشت و یاسوج اختصاص دارد. همچنین از مجموع ٦۹۳۹ روز فرین بارانی در کل ایران، ۲۱۳۷ روز یا معادل ۳۱ درصد آن، مربوط به این خوشه است (شکل ۸).



شکل ۸- فراوانی رخداد **باران‌های سنگین ایران**

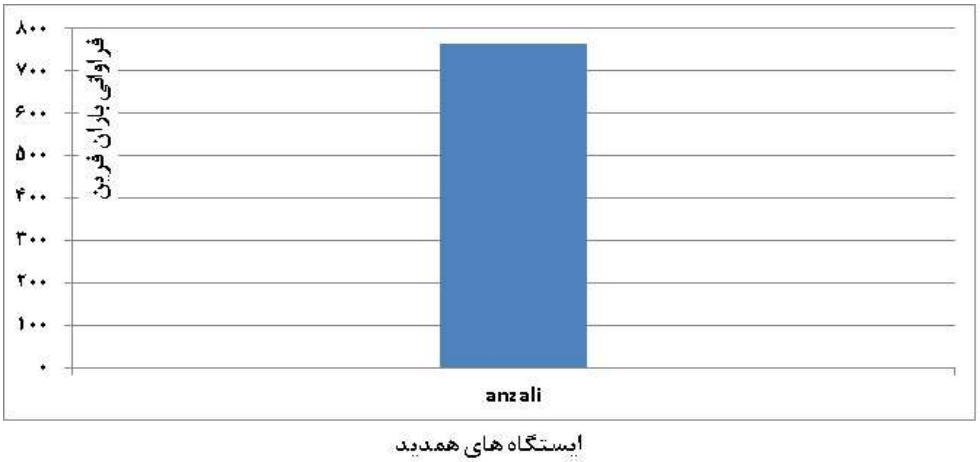
همچنین پراکنش مکانی تعداد روزهای همراه با باران سنگین در ایران نشان می‌دهد که از ۷ ایستگاه این خوشه، ۵ ایستگاه آستارا، بابلسر، نوشهر، رامسر و رشت در کرانه‌های جنوبی دریای خزر و دو ایستگاه کوهرنگ و یاسوج در غرب کشور واقع شده است. این شرایط نشان می‌دهد که ایستگاه‌های باران سنگین ایران در دو قلمرو ساحلی دریای خزر و مناطق کوهستانی زاگرس واقع شده‌اند. این قرارگیری به سبب نزدیکی به دریا و ورود سامانه‌های مهاجر بارانزا از یک سو و حالت بادسوی ارتفاعات غربی و ورود سامانه‌های مدیترانه‌ای از سوی دیگر، منجر به رخداد بارش‌های سنگین در این ایستگاه‌ها می‌شود (شکل ۹).



شکل ۹- پراکنش مکانی بارانهای سنگین در ایران

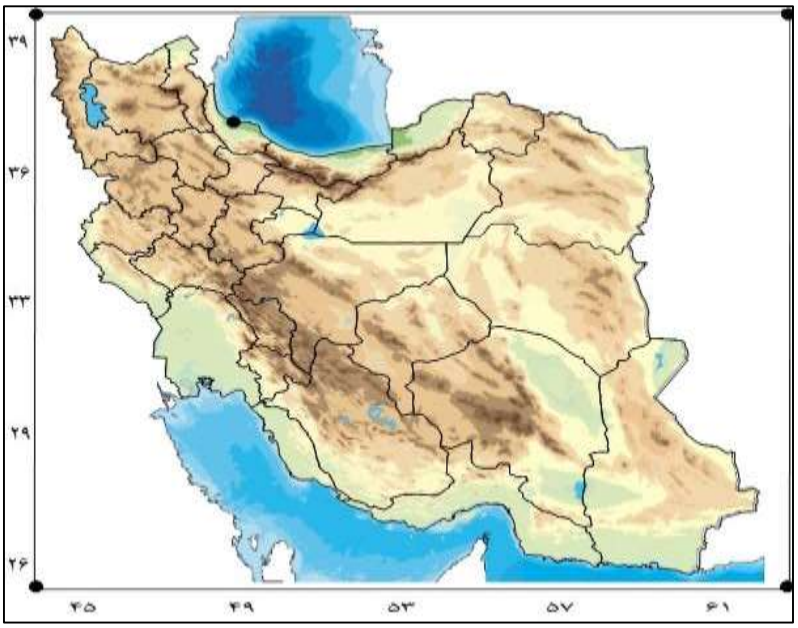
۳-۵- پراکنش مکانی روزهای باران فرین خوشه چهار (بارانهای ابرسنگین) در ایران

همانگونه که شکل ۱۰ نشان میدهد در این خوشه بارش که شامل بارانهای ابرسنگین کشور است، از ۲۳۵ ایستگاه موردبررسی در ایران، فقط ایستگاه بندرانزلی با فراوانی ۷٦۵ روز بارشی مشاهده میشود که کمتر از یک درصد ایستگاهها را شامل میشود. به دیگر سخن، هیچ ایستگاهی در ایران وجود ندارد که بیشتر یا نزدیک به تعداد روزهای باران فرین انزلی (۷٦۵ روز)، بارش فرین داشته باشد. برای اثبات این ادعا میتوان گفت که رتبه دوم باران فرین ایران مربوط به ایستگاه رشت با ٤۸۷ روز است که در خوشه سوم قرار گرفته و ۲۷۸ روز با بندرانزلی فاصله دارد؛ اما نکته جالب اینجاست که همین یک ایستگاه بهتنهایی، ۱۱ درصد از کل تعداد روزهای بارش فرین کشور (٦۹۳۹ روز) را به خود اختصاص داده است و این میزان برای یک ایستگاه کشور رقم بسیار بالایی محسوب میشود.



شکل ۱۰- فراوانی رخداد بارانهای ابرسنگین ایران

همچنین نقشه پراکنش مکانی بارشهای ابرسنگین ایران (خوشه چهار) نشان میدهد که در کرانههای جنوبی دریای خزر، فقط ایستگاه بندرانزلی دارای بیشترین روزهای باران فرین است و این ایستگاه بهتنهایی خوشه مجزایی را به خود اختصاص داده است. به نظر میرسد مجاورت این ایستگاه با دریای خزر، تقویت صعود همرفتی دریا و قرارگیری در مسیر چرخندی سامانههای کمفشار دریای سیاه و پرفشار سیبری، نقش مهمی در افزایش تعداد روزهای فرین این ایستگاه نسبت به دیگر ایستگاههای ایران دارند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- پراکنش مکانی بارانهای ابرسنگین در ایران

٤- نتیجه‌گیری

فراسنج باران، از مهم‌ترین سنجه‌های آب و هوایی است که رفتاری سرکش، آشوبناک و دارای وردش‌های مکانی- زمانی شدیدتری نسبت به بسیاری از سنجه‌های آب و هواشناختی است. نتایج واکاوی خوشه‌ای روزهای باران فرین ایران نیز نشان داد که می‌توان روزهای باران فرین را به چهار خوشه بارش مجزا تفکیک نمود که خوشه اول (روزهای همراه با باران نسبتاً سنگین)، بیشترین فراوانی را با ۸۷ درصد ایستگاه‌ها و ۳۳ درصد از کل روزهای فرین را از آن خود نموده است. این خوشه عموماً شامل روزهای باران فرینی است که پراکنش سراسری در کشور دارند و در اغلب بخش‌های ایران مشاهده می‌شوند. در خوشه دوم که شامل باران‌های نیمه سنگین ایران می‌شود، فقط ۹ درصد از ایستگاه‌ها و ۲۵ درصد از تعداد کل روزهای باران فرین مشارکت دارند که محدود به چند ایستگاه در کرانه‌های شرقی دریای خزر و به‌ویژه نیمه غربی ارتفاعات زاگرس است. فراوانی رخداد باران‌های سنگین (خوشه سوم) در ایران نیز حاکی از این است که در این خوشه، فقط ۷ ایستگاه یا ۳ درصد از ایستگاه‌ها، دارای باران‌های سنگین هستند که ۳۱ درصد روزهای فرین را تبیین می‌کنند و قلمرو این خوشه در کرانه‌های جنوبی دریای خزر و غربی ارتفاعات زاگرس محدود به ایستگاه‌های آستارا، بابلسر، نوشهر، رامسر، رشت، کوهرنگ و یاسوج است. درنهایت خوشه ٤ که خوشه روزهای همراه با باران‌های ابرسنگین ایران است، از ۲۳۵ ایستگاه موردبررسی در ایران، فقط ایستگاه بندرانزلی با فراوانی ۷٦۵ روز بارشی مشاهده می‌شود که نزدیک به یک درصد ایستگاه‌ها را در برمی‌گیرد؛ اما نکته جالب اینجاست که همین یک ایستگاه به‌تنهایی، ۱۱ درصد از تعداد روزهای بارش فرین کشور را به خود اختصاص داده است و این میزان برای یک ایستگاه کشور، رقم بسیار بالایی است که نیازمند تدوین اصول و برنامه‌های مدون جهت بهره‌برداری بهینه و ذخیره‌سازی حجم بارشی مازادی است که می‌تواند در مواقع کم‌آبی و خشکسالی، نقش منبع تغذیه کننده و جبران‌کننده‌ای را برای کشورمان ایفا نماید؛ بنابراین نتایج پژوهش حاضر با افزایش باران فرین در سواحل دریای خزر و جنوب‌غرب ایران (رحیمی و فاطمی، ۲۰۱۹)؛ افزایش باران فرین کرانه‌های خزری (مسعودیان، ۱۳۸۷؛ حسینی، ۱۳۸۸)؛ افزایش باران فرین در نواحی کوهستانی (سن‌روی، ۲۰۰۹) مطابقت دارد. ضمن اینکه با نتایج پژوهش حجازی‌زاده و همکارن (۱۳۹۹) که معتقد به کاهش نرخ باران سنگین در غرب ایران هستند، همخوانی ندارد زیرا پژوهش حاضر نشان داد که ایستگاه‌های واقع در غرب ایران به سبب موقعیت خاص جغرافیایی در سلسله جبال زاگرس و نفوذ بادهای غربی، دارای روزهای باران فرین زیادی هستند. همچنین کاربست تکنیک واکاوی خوشه‌ای در این پژوهش با روش کار برزو و عزیزی (۱۳۹۳) و لنا و همکاران (۲۰۰۷) همپوشانی زیادی دارد.

قدردانی و تشکر

این پژوهش، بخشی از پروژه تحقیقاتی است که با حمایت مادی و معنوی بنیاد ملی نخبگان کشور و سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح تدوین شده است. از حمایت‌های بی‌دریغ بنیاد نخبگان و سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح بی‌نهایت سپاسگزاریم.

کتابنامه

آزادی، مجید؛ رضازاده، وکیلی؛ ۱۳۸۲. پیش‌بینی عددی سامانه‌های زمستانی روی ایران: مطالعه مقایسه‌ای پارامترسازی‌های فیزیکی. هشتمین کنفرانس دینامیک شاره‌ها، دانشگاه تبریز.
https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=164881

آلیسون، گراهام؛ ۲۰۱۰. *مجله سیاست دفاعی*، برگرفته از کتاب *مدیریت بحران و تصمیم‌گیری*. انتشارات دانشگاه تهران. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=144723

امینی، حامد؛ مصطفی‌زاده، رئوف؛ احمدی، محمد؛ ۱٤۰۰. ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی بارش با استفاده از شاخص‌های تغییرپذیری بارش در ایستگاه‌های بارانسنجی اردبیل. *علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، شماره ۱، ۲٤۰–۲۲۷. 10.22034/JEST.2020.32551.4044

بابائیان، ایمان؛ کریمیان، مریم؛ مدیریان، راحله؛ نوخندان، مجیدحبیبی؛ ۱۳۸٦. شبیه‌سازی بارش ماه‌های سرد سال‌های ۱۳۷٦ و ۱۳۷۹ با استفاده از مدل اقلیمی RegCm3. *مجله جغرافیا و توسعه*، شماره ۱۰، ۷۲–۵۵.
10.22111/GDIJ.2007.3660

برزو، فرزانه؛ عزیزی، قاسم؛ ۱۳۹۳. پیشنهاد معیاری ساده برای برآورد بارش سنگین در مناطق مختلف ایران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، شماره ۳، ۳٦۵–۳٤۷. 10.22059/JPHGR.2015.55335

جهانبخش‌اصل، سعید؛ ساری‌صراف، بهروز؛ عساکره، حسین؛ شیرمحمدی، سهیلا؛ ۱۳۹۹. واکاوی تغییرات زمانی – مکانی بارش‌های بحرانی (فرین بالا) در غرب ایران طی سال ۲۰۱٦–۱۹۹۵. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، شماره ۱، ۱۰٦–۸۹. https://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2926-fa.html

جوانمرد، سهیلا؛ بابائیان، ایمان؛ بداق جمالی، جواد؛ شهاب‌فر، علیرضا؛ خزانه‌داری، لیلی؛ ۱۳۸۲. بررسی همبستگی بین تغییرات فشار قزاقستان– دریای عمان با نوسان‌های بارش ایران. *تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۷۱، ۱٤۹–۱۳٤.
http://ensani.ir/fa/article/97327/

حجازی‌زاده، زهرا؛ حلبیان، امیرحسین؛ کربلائی‌درئی، علیرضا؛ طولابی‌نژاد، میثم؛ ۱۳۹۹. واکاوی تغییرات مقادیر حدی بارش در گستره ایران‌زمین. *مخاطرات محیط طبیعی*، شماره ۲۳، ۱۵۰–۱۳۵.
https://jneh.usb.ac.ir/article_5035.html

حسینی، سید محمد؛ ۱۳۸۸. شرایط همدیدِ همراه با بارش در پهنه نیمه پربارش خزری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، استاد راهنما: دکتر سید ابوالفضل مسعودیان، دانشگاه اصفهان، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، گروه جغرافیای طبیعی. https://www.virascience.com/thesis/509874

حسینی، سید محمد؛ ۱۳۹۳. واکاوی همدید پرفشار دریای سیاه و نقش آن در تغییرات دما و بارش ایرانزمین. رساله دکتری اقلیم شناسی، استادان راهنما: دکتر سعید موحدی و دکتر سید ابوالفضل مسعودیان، دانشگاه اصفهان، دانشکده جغرافیا و برنامهریزی، گروه جغرافیای طبیعی. https://lib.ui.ac.ir/inventory/3/11756.htm

داداشیرودباری، عباسعلی؛ کاشکی، عبدالرضا؛ ۱۳۹۸. ارزیابی همدیدی بارش سنگین ۹ فروردین ۱۳۸٦ استان خراسان رضوی. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، شماره ۲۹، ۹۰-۷۵. http://ensani.ir/fa/article/491794

رحیمزاده، فاطمه؛ عسگری، احمد؛ ۱۳۸۵. مطالعه تغییرپذیری بارش دههای اخیر ایران. *مجله پژوهشهای جغرافیایی*، شماره ٦، ۸۰-٦۷. https://journals.ut.ac.ir/article_18090.html

رضایی بنفشه، مجید؛ جعفری شندی، فاطمه؛ حسینعلیپور، فرشته؛ ۱۳۹۹. واکاوی سینوپتیکی الگوهای فشار مرتبط با بلاکینگهای مؤثر بر رخداد بارشهای مداوم و سنگین تبریز. *نشریه علمی جغرافیا و برنامهریزی*، شماره ۷۱، ۱۲۳-۱۰۵. 10.22034/GP.2020.10533

صادقی، حدیث؛ محمدی، حسین؛ شمسیپور، علیاکبر؛ بازگیر، سعید؛ کریمی احمدآباد، مصطفی؛ صوفی زاده، سعید؛ ۱۳۹۸. دورنمای تغییرات نمایههای بارش سواحل جنوبی دریای خزر در دوره ۲۰۵۰-۲۰۲۱ برای کاهش مخاطرات. *مدیریت مخاطرات محیطی*، شماره ٤، ٤۲۱-۳۹۵. 10.22059/JHSCI.2020.297979.540

عزیزی، قاسم؛ روشنی، محمود؛ ۱۳۸۲. مطالعه تغییر اقلیم در کرانه جنوبی دریای خزر به روش من کندال. *مجله پژوهشهای جغرافیایی*، شماره ٦٤، ۲۸-۱۳. https://jphgr.ut.ac.ir/article_26903.html

علیجانی، بهلول؛ خسروی، محمود؛ اسماعیل نژاد، مرتضی؛ ۱۳۸۹. تحلیل همدیدی بارش سنگین ششم ژانویه ۲۰۰۸ در جنوب شرق ایران. *مجله پژوهشهای اقلیمشناسی*، شماره ۳ و ٤، ۱٤-۳. https://library.tebyan.net/fa/53915/

علیجانی، بهلول؛ هوشیار، محمد؛ ۱۳۸۷. واکاوی الگوی سینوپتیکی سرماهای شدید شمال غرب ایران. *مجله پژوهشهای جغرافیای طبیعی*، شماره ٦۵، ۱٦-۱. 10.22111/JNEH.2017.20401.1268

محمدی، بختیار؛ ۱۳۹۲. تحلیل روند سالانه آستانه بارشهای سنگین ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۱۰۸، ۱۷٦-۱٦۳. https://georesearch.ir/article-1-513-fa.html

محمدی، پروین؛ ملکیان، آرش؛ ۱۳۹۹. سنجش و تحلیل ظرفیت سازگاری جوامع محلی به مخاطرات اقلیمی (روستاهای سفیدبرگ و بیوندسفلی، شهرستان جوانرود). *مدیریت مخاطرات محیطی*، شماره ۱، ٥٤-۳۹. 10.22059/JHSCI.2020.299401.549

مسعودیان، سید ابوالفضل؛ ۱۳۸۳. روند بارش در نیم سده اخیر. *فصلنامه جغرافیا و توسعه ناحیهای*. شماره ۲، ۷۲-٦۳. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=29684

مسعودیان، سید ابوالفضل؛ ۱۳۸٦. واکاوی تیپهای هوای اصفهان، طرح پژوهشی، دانشگاه اصفهان. https://civilica.com/doc/71501/

مسعودیان، سید ابوالفضل؛ ۱۳۸۷. واکاوی شرایط همدید همراه با بارشهای ابرسنگین ایران. سومین کنفرانس مدیریت منابع ایران، ۲۳ الی ۲۵ مهرماه، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تبریز. https://elmnet.ir/article/2128293-19427/

منتظری، مجید؛ ۱۳۸۸. تحلیل زمانی- مکانی بارش‌های فرین روزانه در ایران. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، شماره ۲، ۱۴۰-۱۲۵. 20.1001.1.20085362.1388.20.2.7.6

میریان، مینا؛ کرم‌پور، مصطفی؛ مرادی، محمد؛ قائمی، هوشنگ؛ ۱۳۹۹. شناخت الگوهای دینامیکی و ترمودینامیکی بارش‌های سنگین فراگیر زمستانهٔ ایران در بازه زمانی ۱۹۶۰-۲۰۱۰. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، شماره ۱، ۱۱۱-۹۵. 10.22059/jphgr.2020.286988.1007428

نصرآبادی، اسماعیل؛ مسعودیان، سید ابوالفضل؛ ۱۳۹۲. واکاوی روند نیم سده بارش شبکه‌ای پایگاه آفرودیت در ایران. *مجله اندیشه جغرافیایی*، شماره ۱۳، ۲۸-۹. http://geonot.znu.ac.ir/article_20840.html

Agel L, Barlow M, Colby F, Binder H, Catto J, Hoell A, Cohen J., 2018. Dynamical analysis of extreme precipitation in the US northeast based on large-scale meteorological patterns, Journal of Climate Dynamics. 52: 1739–1760. https://doi.org/10.1007/s00382-018-4223-2

Arora VK, Boer GJ., 2001. Effects of Simulated Climate Change on the Hydrology of Major River Basins, Journal of Geophysics Research. 106 :3335-3348. https://DOI:10.1029/2000JD900620

Becker S, Hartmann H, Zhsng Q, Wu Y, Tiang T., 2007. Cyclist analysis of Precipitation regimes in the Yangtze River Basin, China. International Journal Climatology. 33: 225-238. https://doi.org/10.1002/joc.1572

Ching-Sen C, Lin Chuan-Yao, Chuang Yin-Jin, Yeh Hsi-Chyi., 2002. A study of afternoon heavy rainfall in Taiwan during the mei-yu season, Atmospheric Research. 65: 129–149. DOI:10.1016/S0169-8095(02)00061-3

Church JA, Gregory JM, Huybrechts P, Kuhn M, Lambeck K, Nhuan MT, Qin D, Woodworth PL., 2001. Changes in sea level. In: Houghton, the Scientific Basis. Cambridge University Press, Cambridge. 639-693. hdl:10013/epic.15081.d001

DannebergJ., 2012. Changes in Run off Time Series in Thuringia, Germany Mann-Kendall Trend Test and Extreme Value Analysis, Advance Geosci. 31: 49–56. https://doi.org/10.5194/adgeo-31-49-2012

Feidas H, Noulopoulou Ch, Makrogiannis T, Bora-Senta E., 2007. Trend Analysis of Precipitation Time Series in Greece and their Relationship with Circulation using Surface and Satellite Data: 1955–2001, Theoretical and Applied Climatology. 87:155–177. https://doi.org/ 10.1007/s00704-006-0200-5

Feng S, Saralees N, Qi Hu., 2007. Modeling Annual Extreme Precipitation in China Using the Generalized Extreme Value Distribution, Journal the Meteorological Society of Japan. 5: 599-613. https://doi.org/10.2151/jmsj.85.599

Haylock MR, Peterson TC, Alves LM, Ambrizzi T, Anunciacao YM, Baez J, Barros VR, Berlato MA, Bidegain M, Coronel G, Corradi V, Garacia VJ, Grimm AM, Karoly D, Marengo JA, Marino MB, Moncunill DF, Nechet D, Quintan J, Rebello E, Rusticucci M, Santos JL, Trebejo I, Vincent LA., 2005. Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960–2000 and Links with Sea Surface Temperature, Journal of Climate. 19: 1490-1512. https://doi.org/10.1175/JCLI3695.1

Hidalgo C, Brunetti1 M, Luis M., 2010. Precipitation Trends in Spanish Hydrological Divisions, 1946–2005, Climate Research. 43: 215–228. DOI:10.3354/cr00937

Hidalgo C, Luis M, Raventos J, Sanchez JR. 2003. Daily Rainfall Trend in the Valencia Region of Spain, Theoretical and Applied Climatology. 75: 117–130. DOI:10.1007/s00704-002-0718-0

Hofmann ME, Hinkel J, Wrobel M., 2011. Classifying Knowledge on Climate Change Impacts, Adaptation, and Vulnerability in Europe for Informing Adaptation Research and Decision-Making: A Conceptual Meta-Analysis, Global Environmental Change. 21:1106-1116. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.03.011

Jessen M, Thomas E, Andre S, Bernd M., 2005. Analysis of heavy rainfall events in North Rhine–Westphalia with radar and rain gauge data, Atmospheric Research. 771:337–346. DOI:10.1016/j.atmosres.2004.11.031

Kai Y, Zhiwei Z, Li M., 2018. A pair of new moisture dynamic diagnostic parameters for heavy rain location, Meteorology and Atmospheric Physics. 130: 325–331. https://doi.org/10.1007/s00703-017-0522-0

Kpanou M, Laux P, Brou T, Vissin E, Camberlin P, Rocou P., 2021. Spatial patterns and trends of extreme rainfall over the southern coastal belt of West Africa. Theoretical and Applied Climatology. 143: 473–487. https://doi.org/10.1007/s00704-020-03441-8

Kumar A, Dudhia J, Rotunno R, Mohanty UC., 2008. Analysis of the 26 July 2005 heavy rain event over Mumbai, India using the Weather Research and Forecasting WRF) model, Q. J. R. Meteorol. Soc. 134: 1897–1910. https://doi.org/10.1002/qj.325

Kunkel KE., 2003. North American Trends in Extreme Precipitation, Natural Hazards, 29: 291–305. https://doi.org/10.1023/A:1023694115864

Lana AJ, Campins A, Jans A., 2007. Atmospheric patterns for heavy rain events in the Balearic Islands, J. Geosciences. 12: 27-32. DOI:10.5194/adgeo-12-27-2007

Lee Dong-Kyou, Jeo-ngGyun PJ., 2008. Heavy rainfall events Lasting 18 days from July 31 to August 17, 1998, over Korea, J. Meteorological Society of Japan. 2: 313-333. https://doi.org/10.2151/jmsj.86.313

Mondal A, Kundu S, Mukhopadhyay A., 2012. Rainfall Trend Analysis by Mann-Kendall Test: A Case Study of North-Eastern Part of Cuttack District, Orissa, International Journal of Geology, Journal of Earth and Environmental Sciences. 2: 70-78. https://www.scirp.org/

Pattanaika DR, Rajeevan M., 2010. Variability of Extreme Rainfall Events over India during Southwest Monsoon Season, Theoretical and Applied Climatology. 17:88-104. https://doi.org/10.1002/met.164

Radinović D. Ćurić M., 2012. Measuring Scales for Daily Temperature Extremes, Precipitation and Wind Velocity, Meteorological Applications. 21: 461-465. https://doi.org/ 10.1002 /met.1356

Rahimi M, Fatemi SS., 2019. Mean versus Extreme Precipitation Trends in Iran over the Period of 1960–2017. Pure and Applied Geophysics. 3: 1-19. DOI:10.1007/s00024-019-02165-9

SenRoy, S., 2009. A spatial analysis of extreme hourly precipitation patterns in India". International Journal Climatol. 29:45-355. https://doi.org/10.1002/joc.1763

Silver, J., 2008. Global Warming and Climate Change Demystified, McGrow Hill Companies. https://www.amazon.com/

Svensson, C., Jakob, D and Reed, D., 2001. Diurnal Characteristics of Heavy Precipitation According to Weather Type at an Upland in Scotland. International of climatology. 22, 569-585. https://doi.org/10.1002/joc.672

Wakazuki, Y., 2011. New Distribution Functions for Hourly and Daily Precipitation Intensities during the Snowless Season in Japan, Journal of the Meteorological Society of Japan. 89:29-45. https://doi.org/10.2151/jmsj.2011-103

William, H., Hand, Neil I., F, Christopher. G. Collier., 2004. A Study of Twentieth-Century Extreme Rainfall Events in the United Kingdom with Implications for Recasting, Meteorology Apply. 11: 15-31. 10.1017/S1350482703001117

Yarnal, B., 1993. Synoptic climatology in environmental analysis, Belhaven Press, London. https://doi.org/10.1002/joc.3370140116

Yu, P. S., Yang, T. C., Wu, C. K., 2002. Impact of Climate Change on Water Resources in Southern Taiwan, Journal of Hydrology. 2:161-175. https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00614-X

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp.163-183 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2021.71958.1096 Open access

Comparative Study of the Best Methods for Estimating Maximum Annual Precipitation in Selected Stations of Haraz River

Abbas Gholami*

Assistant Professor, Faculty of Engineering ,Shomal University,Amol, Mazandaran, Iran

Received: 31 August 2021 ***Revised: 8 October 2021*** ***Accepted: 21 October 2021***

Abstract

The purpose of this study was to compare the statistical parameters of maximum annual precipitation in the watershed of Haraz River located in the central part of the Alborz Mountains. After reviewing the data of precipitation in Haraz watershed and considering lack of long-term statistics in the study area, Panjab-Haraz, Karsang-Haraz and Mahmoudabad-Haraz stations in different parts of the river from mountain to plain in 44-year statistical period from the water year of 1968-69 to 2011-2012 were selected. The annual precipitation frequency analysis of the selected stations was performed and the results of the Residual sum of squares (RSS) test were extracted by the method of ordinary moments and the maximum likelihood at this stage to be compared with the linear moments method. Residual sum of the squares in the linear moment method were also calculated by a computer program for the studied distributions. The results showed that in general, normal moment and maximum likelihood methods in selected stations have better fit and less RSS. The results of scoring and ranking the best selected method and distribution also showed that in all three selected stations, the maximum likelihood method with the minimum RSS was the best fit with the annual maximum precipitation data.

Keywords: Maximum Annual Precipitation, Maximum Likelihood, Linear Moment, Haraz River

*. E-mail: Gholami@shomal.ac.ir Tel: + 9809113202197

How to cite this Article: Gholami, A. (2022). Comparative Study of the Best Methods for Estimating Maximum Annual Precipitation in Selected Stations of Haraz River. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 163-183.

DOI: 10.22067/geoeh.2021.71958.1096

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant with open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71958.1096

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۱۸۳-۱۶۳

مقاله پژوهشی

بررسی مقایسه‌ای بهترین روش برآورد بارش حداکثر سالانه در ایستگاه‌های منتخب رودخانهٔ هراز

عباس غلامی[1]- استادیار دانشکده فنی و مهندسی،دانشگاه شمال،آمل،مازندران،ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۷/۱۶ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۸/۲۹

چکیده

با توجه به اهداف پژوهش حاضر پس از بررسی آمار و اطلاعات بارش‌های حوزهٔ آبخیز هراز و با توجه به کمبود آمار طولانی‌مدت در منطقه موردمطالعه، درنهایت ۳ ایستگاه پنجاب- هراز، کرسنگ- هراز و محمودآباد- هراز در بخش‌های مختلف این رودخانه از کوهستانی تا جلگه‌ای در دوره مشترک آماری ٤٤ ساله از سال آبی ٤٨-١٣٤٧ تا ٩١-١٣٩٠ انتخاب شدند. پس از تجزیه‌وتحلیل تغییرات بارش‌های سالیانه ایستگاه‌های انتخاب شده نتایج آزمون حداقل مربعات به روش گشتاورهای معمولی و بیشینهٔ درستنمائی برای مقایسه با روش گشتاورهای خطی استخراج شدند. مجموع مربعات باقیمانده در روش گشتاورهای خطی نیز با برنامه کامپیوتری نوشته شده برای توزیع‌های موردپژوهش، محاسبه گردیدند. با توجه به نتایج این پژوهش و با استفاده از روش نمره دهی و رتبه‌بندی مشخص می‌شود در ایستگاه پنجاب- هراز روش بیشینهٔ درستنمائی دارای کمترین مجموع مربعات خطا، یعنی مجموع نمره ٦ دارای بهترین برازش با داده‌های بارش سالیانه بوده است و روش گشتاورهای معمولی و خطی با دارا بودن نمرهٔ کل ١٥ به‌صورت مساوی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در ایستگاه کرسنگ- هراز روش بیشینهٔ درستنمائی دارای مجموع نمرهٔ ١٠ و بهترین برازش با داده‌های بارش سالانه بوده است و پس‌ازآن به ترتیب روش گشتاور معمولی با مجموع نمرهٔ ١٤ و روش گشتاور خطی با مجموع نمرهٔ ١٥ قرار دارند. در ایستگاه محمودآباد هم روش بیشینهٔ درستنمائی با به دست آوردن مجموع نمرهٔ ٣ بهترین روش منتخب در این ایستگاه بوده است و پس‌ازآن روش گشتاور معمولی و روش گشتاور خطی به ترتیب با مجموع نمرات ٦ و ١٥ قرار دارند.

۱ نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۱۳۲۰۲۱۹۷ Email:gholami@shomal.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:

غلامی، عباس. (١٤٠١). بررسی مقایسه‌ای بهترین روش برآورد بارش حداکثر سالانه در ایستگاه‌های منتخب رودخانهٔ هراز. جغرافیا و مخاطرات محیطی.١١(١). صص١٨٣-١٦٣

https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71958.1096

کلیدواژه‌ها: بارش حداکثر سالانه، بیشینه درستنمائی، گشتاور خطی، رودخانهٔ هراز.

۱- مقدمه

حوادث بارندگی و در نتیجه آن سیل‌ها می‌توانند سبب خسارت‌های فراوانی در نقاط مختلف دنیا شوند. مدیریت دشت‌های سیلابی و طراحی برای فعالیت‌های کنترل سیلاب، سدها، پل‌ها و دیگر پژوهش‌های موردنیاز در امکان وقوع یا احتمال هر یک از حوادث منعکس می‌شود. (استدینگر[1] و همکاران، ۱۹۹۳). مشکل عمده تجزیه‌وتحلیل نوسانات بارندگی کمبود آمار و داده‌های هیدرولوژی در نقاط مختلف است. در عمل توزیع احتمال واقعی داده‌ها در یک مکان، مجهول است و با روش پارامتری ساختار تابع چگالی احتمال معلوم می‌شود و فقط باید پارامترها را با استفاده از داده‌ها برآورد نمود. برای تخمین پارامترها از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. (فیضی و اسلامیان[2]، ۱۳۸٤). تجربیات طولانی نشان داده است و بر اهل‌فن پوشیده نیست که بدون استفاده از قوانین آمار و احتمالات و قبل از تجزیه‌وتحلیل داده‌های هیدرولوژی و هواشناسی استفاده از داده‌های خام در طراحی ساختمان‌های آبی خالی از اشکال نیست و ممکن است خطرناک باشد. (سیمافر[3]، ۱۳۷۰). یکی از روش‌های آماری استفاده از انواع توزیع‌های فراوانی یا آماری جهت مشخص کردن فراوانی وقوع یا تعداد دفعاتی است که به‌طور متوسط یک متغیر در مدت‌زمان مشخص اتفاق می‌افتد(علیزاده[4]، ۱۳۷٦). با در نظر گرفتن اینکه دوره‌های آماربرداری کوتاه می‌باشند سعی می‌گردد تا منحنی به دست آمده را با یکی از توزیع‌های آماری تطابق داده و بهترین منحنی را انتخاب کنند. سپس با مشخص بودن منحنی تطابق یافته، دبی سیلاب‌ها یا کم‌آبی‌ها با دوره‌های برگشت متفاوت تعیین می‌گردند. تطابق توزیع فراوانی داده‌های موجود با یکی از توزیع‌های آماری این حسن را دارد که آمار محدود موجود را می‌توان توسعه داد و احتمالات بسیار کم را نیز از روی امتداد منحنی‌های توزیع تئوری به دست آورد و ضمناً می‌توان توزیع حاصله را با دو و یا سه پارامتر بیان نمود (مهدوی[5]، ۱۳۷۱). در این پژوهش برای برآورد پارامترهای آماری از سه روش گشتاور معمولی، بیشینه درستنمائی و روش جدیدتر روش گشتاورL (گشتاورهای خطی) استفاده شده است. لازم به توضیح است که پارامترهای آماری محاسبه شده از روش گشتاور L نسز می‌توانند مانند روش گشتاور خطی و بیشینهٔ درستنمائی برای محاسبهٔ بارش‌های حداکثر سالانه مورداستفاده قرار گیرند و درنهایت با استفاده از آزمون‌های برازش نکوئی، بهترین توزیع برای ایستگاه‌های مختلف به دست می‌آید. در این پژوهش نیز کارایی این سه روش برای محاسبه پارامترهای آماری بارش حداکثر سالانه مقایسه شده است که این موارد ازجمله اهداف اصلی تحقیق می‌باشند. سؤال اصلی این پژوهش به‌صورت زیر است:

1 Stedinger
2 Feizei and Islamyan
3 Simafar
4 Alizadeh
5 Mahdavi

استفاده از کدام روش محاسبه پارامترهای آماری و کدام توزیع در ایستگاه‌های انتخاب شده دارای خطای کمتر و دقت بالاتری در محاسبه بارش سالیانه این منطقه است؟

پاسخ صحیح به این سؤال ازجمله اهداف اصلی این تحقیق است.

فیضی و اسلامیان[1] (۱۳۸٤) تحلیل فراوانی منطقه‌ای حداکثر بارش ماهانه را با. استفاده از روش گشتاور خطی در ۹۰ ایستگاه حوضه زاینده‌رود موردبررسی قرار دادند و مشاهده کردند که توابع توزیع مقادیر حدی تعمیم یافته و پیرسون نوع سه، بهترین برازش را به داده‌های حداکثر بارش ماهانه دارند.حقیقت جو[2] (۱۳۸۱) روش‌های غیرپارامتری را برای تحلیل فراوانی پنج ایستگاه قدیمی اصفهان، بوشهر، جاسک، تهران و مشهد انجام داده و نتایج را با روش گشتاور معمولی مقایسه کرد.

در ابتدا وقتی گشتاورهای L (هاسکینگ[3]،۱۹۹۰) به‌وسیلهٔ محققان مختلف توصیه شد آن‌ها از آن برای برازش نکوئی توزیع‌های احتمالاتی مختلف در نمونه‌های منطقه‌ای جریان‌ها و بارش‌ها استفاده کردند. پیرسون[4] (۱۹۹۵) نمودارهای گشتاور L را برای نزدیک به ۵۰۰ سری جریان حداقل سالانه در نیوزیلند بکار برد. او پی برد که تنها مدل‌های ۲ پارامتری برای مشاهده روابط گشتاور L در نیوزیلند کافی نیست. با استفاده از اطلاعات جریانات متوسط سالانه در ۹٤۷ منطقه در اطراف جهان، مک ماهون[5] وهمکاران (۱۹۹۲) و فینلیسون و مک ماهون[6] (۱۹۹۲) ثابت کردند که تقریباً ٦۰٪ رودخانه‌های جهان توزیع‌هایی دارند که اختلاف معنی‌داری از توزیع نرمال ندارند (براساس آزمون چولگی با حدود اعتماد ۵٪). یک آزمایش محدودتر بوسیلهٔ مک ماهون[7] و همکاران (۱۹۹۲) نشان داد که تنها بالغ بر ۳۱٪ مناطق در استرالیا و آفریقای جنوبی تقریباً نرمال هستند که با ۷۱٪ مناطق در رابطه با داده‌های جهانی قابل‌مقایسه است. مشابه آن در مطالعات پیش‌تر و محدودتر با استفاده از ۱۳۷ و ۱٤۰ حوزه آبخیز در اطراف جهان کالینین[8] (۱۹۷۱) و یوجویچ[9] (۱۹٦۳) به ترتیب پی بردند که جریانات سالانه در بالغ بر ۷۰٪ مناطق تقریباً دارای توزیع نرمال هستند. مارکوویچ[10] (۱۹٦۵) از روش آماری برازش نکوئی حداقل مربعات برای برازش توزیع‌های N، LN 2، LN 3، GAM و P 3 در توالی جریانات متوسط سالانه در ٤٤٦ منطقه در غرب ایالات‌متحده استفاده کرد. مارکوویچ استفاده از توزیع گام‌ها را توصیه کرد اگرچه نتایج نشان داد که توزیع‌های P 3، LN 2 و LN 3 به‌صورت متغیرهای مناسبی بکار می‌روند. مشابه با آنچه در مطالعات قبلی ذکر شد، توزیع نرمال متغیر مناسبی در ۷۲٪ مناطق در نظر

1 Feizei and Islamyan
2 Haghighatjoo
3 Hosking
4 Pearson
5 McMahon
6 Finlaysonand Mc Mahoon
7 McMahon
8 Kalinin
9 Yevjevich
10 Markovich

گرفته شـده به‌وسـیله مارکوویچ است. لف و هاردیسون[1] (۱۹٦٦) از پلات‌های احتمالی برای حدس‌زدن برازش نکوئی توزیع‌های نرمال، لوگ نرمال، ویبول برای جریانات متوسـط سـالانه در ۲۲ منطقه منابع آب در ایالات‌متحده اسـتفاده کردند آن‌ها توزیع نرمال را برای حوزه‌های آبخیز نیوانگند، اوهایو، تنسـی، می‌سـی‌سـی‌پی. میسـوری. کلرادو و شـمال غرب اقیانوس آرام انتخاب کردند توزیع لوگ نرمال را برای حوزه‌های آبخیز دلاور، هادسـون، جنوب شرق، ریوگرانده بـالـایی، پسـوس و اقیـانوس آرام مرکزی و توزیع ویبول را برای باقیمانده حوزه‌های آبخیز انتخاب کردند. ووگل[2] و همکاران (۱۹۹۵) با اسـتفاده از نمودارهای گشـتاور L و هاسـکینگ[3] (۱۹۹۰) با آزمایش نرمال‌بودن گشـتاور L و آزمایش‌های متقارن‌بودن ضـریب تناسب پلات احتمالی نشان دادند که جریانات متوسط سالانه در ۱٦٦ منطقه در شمال شـرق ایالات‌متحده برازش نسـبتاً خوبی با یک توزیع نرمال دارند. ایگلسون[4] (۱۹۷۸) توزیع احتمالی جریان سالانه را با فرض یک تابع سـاده بارش– بازده به‌وسـیله رگبارهای رسـیده بر طبق روش پوآسن و عمق رگبار مطابق با یک توزیع گاما نتیجه گرفت. فایرینگ[5] (۱۹٦۷) یک مدل تعادلی آبی سـاده بارندگی هرز آب را بکار برد که شامل ۲ معادله است: یکی برای جریان رودخانه‌ای و یکی برای ذخیره آب زیرزمینی. سـالاس و اسـمیت[6] (۱۹۸۱) خاطر نشان کردند که این مجموعه مدل بارندگی– رواناب شـاید به‌مانند یک میانگین متحرک رگرسـیونی تفسـیر شـود (مدل تجربی جریان رودخانه‌ای به همراه روش‌های معمول براسـاس سـری‌های بارش). در یک ارزیابی اخیر ازسـری‌های زمانی بارش متوسـط سـالانه در کل ایالات‌متحده با استفاده از نمودارهای گشتاور L، گوتمن[7] و همکاران (۱۹۹۳) مدل‌بندی pt را به همراه یک توزیع p۳ توصـیه می‌کنند. مارکوویچ[8] (۱۹٦۵) توزیع گاما را برای جریان‌های سـالانه توصـیف می‌کند و همین‌طور جای تعجب نیسـت که بیشـتر سـری‌های جریان سالانه که به‌وسیله کالینین[9] و همکاران (۱۹۷۱)، یوجویچ[10] (۱۹٦۳) و ووگـل[11] و همکـاران (۱۹۹۵) ارزیـابی شـد برازش نسـبتاً خوبی بـا یـک توزیع نرمال دارند. بر طبق پژوهش‌های لل[12] و همکاران (۱۹٦۳) با افزایش اندازه نمونه، انتخاب روش پارامتری مناسـب، آسـان‌تر اسـت و هم‌چنین، در این‌گونه نمونه‌ها پارامترهای برآورد شـده توأم با خطای کم‌تری هسـتند. در تحقیقی که بوسـتالا[13] و همکاران (۲۰۱۱) روی چهار زیر حوزه در ایرلند انجام دادند به بررسـی تأثیر تغییر اقلیم روی دبی سـیلاب پرداخته و

1 Lof and Hardison
2 Vogel
3 Hosking
4 Eagleson
5 Fiering
6 Salas and Smith
7 Guttman
8 Markovich
9 Kalinin
10 Yevjevich
11 Vogel
12 Lall
13 Bastola

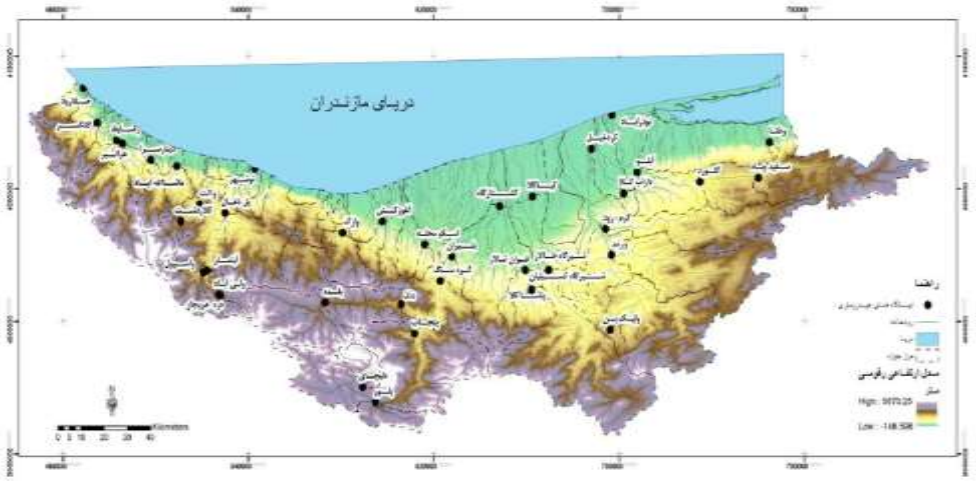
ابتدا با آنالیز حساسیت دبی‌های سیلابی نسبت به پارامترهای دما، بارش و تبخیر و تعرق دریافتند که دبی پیک بیشترین حساسیت را نسبت به بارش دارد، سپس با استفاده از گشتاورهای خطی به جداسازی مناطق همگن پرداخته و به تعیین دبی پیک در آینده با استفاده از پارامتر بارش پرداختند بتول[1] (۲۰۱۰) در تحقیقی که در یکی از حوزه‌های آبخیز ترکیه انجام داد به بررسی اثر ایستگاه‌های غیرهمگن(ناجور) در یک منطقه و تأثیری که روی پیش‌بینی دبی پیک با دوره بازگشت‌های مختلف می‌گذارد پرداخت .به این منظور ابتدا با استفاده از گشتاورهای خطی به جداسازی مناطق همگن پرداخته و دو شاخص ناجوری را با استفاده از توزیع ٤ پارامتره کاپا به دست آوردند نتایج خطای مربعات استاندارد فراوانی سیل نشان داد که مناطق با شاخص همگنی قوی بسیار دقیق‌تر از مناطقی با شاخص همگنی ضعیف بودند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

رودخانه هراز، رودی است در استان مازندران در شمال ایران که از دره لار در جنوب کوه دماوند سرچشمه گرفته و به دریای خزر می‌ریزد. پس از سرازیر شدن رود هراز از دره لار، رواناب‌های دره قاضی‌کلا و جنگل‌دره از کوه‌های شمیم‌کوه، آب زیارو و لاسم از کوه‌های غربی قزقان‌چای فیروزکوه و آب رودهای جاری از دهکده‌های دلارستاق، نیز به این رود وارد می‌شوند. آب زراعی کشاورزان آمل، فریدونکنار، بخشی از بابل و نور نیز از این رودخانه تأمین می‌گردد. مهم‌ترین شهرهایی که بر روی مخروط افکنه رودخانه هراز توسعه یافته‌اند عبارتند از آمل و فریدونکنار. شیب رودخانه هراز در محدوده کوهستانی بسیار متغیر است. شیب رودخانه هراز از مرز کوهستان تا شمال شهر آمل ۱۳ در هزار و در محدوده شهر آمل ۷ در هزار است. رودخانه هراز در محدوده کوهستانی، در دره‌ای نسبتاً باریک جریان دارد. با نزدیک شدن به پهنه ساحلی، پهنای آن افزایش یافته و رودخانه به دلیل افت شیب بستر به چندین شاخه تفکیک می‌گردد مهم‌ترین سرچشمه رود هراز، از قله ٤۳۷۵ متری پالان گردن در ٦٦ کیلومتری جنوب شرقی چالوس، با نام لار جاری می‌شود و پس از دریافت آب‌های مهم دیگری (مثل: آب سفید، الرم، آب چهل بره، آب سیاه پلاس، آب امام پهنک، سه سنگ، دیو آسیاب، ورارود، دلی چای و چشمه ملک) و عبور از ده پلور با نام هراز، به سمت دریای مازندران جاری می‌گردد. البته در راه باز رودها و چشمه‌هایی به آن می‌پیوندند که مهم‌ترین آن‌ها لاسم، تلخ رود، آب رزان، آب مشک انبار، پنجاب (نمارساق)، هراز، آب پردمه، شیرکلارود، چلورود و هلی‌چال) هستند. طول رود هراز ۱۸۵ کیلومتر است و از کنار بلندترین قله ایران، دماوند می‌گذرد. قسمت زیادی از این مسیر لاریجان نام دارد، که نام خود را از روی سرچشمه اصلی هراز، لار گرفته است. در مسیر این رودخانه دو سد زیبای لار و هراز قرار دارد. شکل(۱) موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری موردبررسی در بخش مرکزی استان مازندران را نشان می‌دهد.

1 Betül



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری موردبررسی در بخش مرکزی استان مازندران

۲-۲-روش انجام پژوهش

۲-۲-۱- ایستگاه‌های هیدرومتری منطقه

پس از بررسی آمار بارندگی کلیه ایستگاه‌های تحت پوشش حوزه آبخیز هراز از نظر مدت آماری، یکنواختی آمار سال‌های مختلف و عدم وجود سال‌های بدون آمار در منطقه، ۳ ایستگاه با مشخصات ذیل برای بررسی انتخاب شدند. جدول (۱) جزئیات ایستگاه‌های باران‌سنجی انتخاب شده در این پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های باران‌سنجی انتخاب شده در منطقه موردمطالعه

رودخانه / ایستگاه	مشخصات جغرافیایی		
	طول	عرض	ارتفاع
پنجاب- هراز	۵۲-۱۶-۱۴	۳۶-۰۵-۵۰	۹۲۰
کره سنگ-هراز	۵۲-۲۲-۰۵	۳۶-۱۶-۲۵	۳۷۵
محمودآباد-هراز	۵۲-۱۵-۳۱	۳۶-۳۷-۵۷	۲۵-

با توجه به مطالعات انجام شده بر روی آمار ایستگاه‌های منتخب و با توجه به استقرار این ایستگاه‌ها در مکان‌های مختلف حوزه و با توجه به اینکه آزمون‌های مورداستفاده در این تحقیق نیاز به وجود یک سری آماری بارشی مداوم دارد، بنابراین سال آماری ۴۹- ۱۳۴۸ تا سال آماری ۹۱-۱۳۹۰ به مدت ٤٤ سال به‌عنوان یک دوره آماری مشترک انتخاب شد. نکته دیگری که در انتخاب این ایستگاه‌ها موردتوجه قرار گرفت، توزیع این ایستگاه‌ها در ارتفاعات مختلف و تأثیر این موضوع بر نوسانات بارش ناشی از مناطق دارای برف، باران یا برف و باران بود. با توجه به اینکه

توزیع بارندگی ماهانه، فصلی و یا سالیانه در طول سال می‌تواند نقشی تعیین کننده در محاسبات هیدرولوژیکی و دبی خروجی رودخانه‌های منطقه داشته باشد، بنابراین مطالعه آن از اهمیت بسیاری برخوردار است. توزیع بارندگی ماهانه، فصلی و سالانه در جهان منجر به ظهور رژیم‌های ویژه بارشی شده است که می‌توان به رژیم‌های استوایی، گرمسیری، مدیترانه‌ای اشاره کرد.

۲-۲-۲- روش‌های مختلف برآورد پارامترهای توابع توزیع آماری

۲-۲-۲-۱- روش بیشینهٔ درستنمای (Maximum Likelihood Method)

روش بیشینه درستنمایی، که اولین بار توسط فیشر در بین سال‌های ۱۹۱۲ تا ۱۹۲۲ توسعه یافت و متداول‌ترین روش تخمین پارامترهای احتمالاتی است، بر این اساس استوار است که بهترین مقدار برای پارامترهای توزیع احتمالی بر اساس بیشینه درست- نمایی برای رخدادهای مشاهداتی به دست می‌آید پیفانزل (۱۹۹٤). اصل بیشینهٔ درستنمایی ماکزیمم می‌کند که برای یک توزیع یا تابع چگالی احتمال $p(\alpha,\beta,....)$ که در آن α و β پارامترهای توزیع بوده و باید برآورد شوند احتمال به دست آوردن مقداری از X مانند x_i متناسب با $p(x_i;\alpha,\beta,....)$ و احتمال توأم، L، برای به دست آوردن نمونه‌ای از n مقدار X1, X2, ….., Xn که متناسب است با حاصل‌ضرب زیر:

$$L=\prod_{i=1}^{n} p(x_i;\alpha,\beta,....) \qquad (۱)$$

که آن را تابع درستنمایی می‌گویند. روش بیشینهٔ درستنمایی پارامترهای α و β و … را طوری برآورد می‌کند که L ماکزیمم شود. این ماکزیمم از مشتقات نسبی L نسبت به هر یک از پارامترها که مساوی صفر قرار گرفته باشند به دست می‌آیند. اغلب برای سادگی از LnL بجای L در محاسبات استفاده می‌شود.

۲-۲-۲-۲- روش کمترین مربعات (Minimumsquare method)

روش برآورد کمترین مربعات عبارت از برازش یک تابع نظری با یک توزیع تجربی است. پس‌ازاین برازش مجموع مربعات تمام انحراف‌های نقاط مشاهده شده از تابع برازش را مینیمم می‌کنند. پس‌ازاین برازش تابعی به‌صورت:

$$\hat{y}=p(x;\alpha,\beta,....) \qquad (۲)$$

حاصل جمع

$$S=\sum_{i=1}^{n}(yi-\hat{y}i)^2 \qquad (۳)$$

یا

$$S=\sum_{i=1}^{n}(yi-f(xi;\alpha,\beta,...))^2 \qquad (٤)$$

را باید مینیمم سازیم، که در آن xi و yi مختصات نقاط مشاهده شده، α و β پارامترها و n حجم نمونه است. برای به دست آوردن مینیمم مجموع مربعات، مشتقات نسبی معادلهٔ (۳) را نسبت به برآورد پارامترها، α و β محاسبه می‌کنیم:

$$\partial \sum_{i=1}^{n} \left((y_i - y_i \right)^2 / \partial_a = 0 \qquad (۵)$$

از این مشتقات نسبی به تعداد پارامترهایی که باید برآورد شوند معادله به دست می‌آید.

$$\partial \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \hat{y_i} \right)^2 / \partial_b = 0 \qquad (٦)$$

۲-۲-۲-۳- روش گرافیکی (Graphical Method)

روش گرافیکی عبارت از برازش نظری تابع $\hat{y} = p(x; \alpha, \beta, ...)$ به نقاط مختصات است برای برآورد m پارامتر، روی منحنی m نقطه اختیار می‌کنیم تا m معادله برای حل کردن به دست آید. این فرایند را می‌توان با استفاده از انواع کاغذ گراف و استفاده از تغییر مختصات تا حدی که برازش یک خط راست امکان‌پذیر شود ساده‌تر کرد.

۲-۲-۲-٤- روش گشتاورهای معمولی (Ordinary Moments Method)

قدیمی‌ترین و گسترده‌ترین روش شناخته شده برای برازش فرکانس توزیع‌های مشاهداتی، روش گشتاورهاست (ووگل و همکاران، ۱۹۹۳). در روش گشتاورها معادلهٔ کلی برای محاسبهٔ گشتاور مرتبهٔ r ام حول مبدأ یک توزیع، P (x) به کار می‌رود:

$$\mu_r^{'} = \int_{-\infty}^{\infty} x^r \,.\, p(x).dx \qquad (۷)$$

یا معادلهٔ متناظر برای گشتاورهای مرکزی توزیع مورداستفاده قرار می‌گیرد:

$$\mu_r^{'} = \int_{-\infty}^{\infty} \left(x - \mu_L^{'} \right)^r \,.\, p(x).dx \qquad (۸)$$

که در آن $\mu_L^{'}$ گشتاور مرتبهٔ اول حول مبدأ است. روش گشتاورها، رابطهٔ بین گشتاورها و پارامترهای توزیع را مشخص می‌سازد. عموماً روش گشتاورها بوسیلهٔ ایجاد معادلهٔ گشتاورهای تئوریکی قابل کاربرد است:

$$\begin{aligned} \mu &= E[x] \\ \delta^2 &= Var[x] = E\left[(x-\mu)^2\right] \\ \nu &= \frac{E\left[(x-\mu)^3\right]}{\delta^3} \\ K &= \frac{E\left[(x-\mu)\right]}{\delta^4} \end{aligned} \qquad (۹)$$

برای ایجاد گشتاورهای نمونه:

$$m=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}xi \qquad (۱۰) \qquad S^2=\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(xi-m)^2\right] \qquad (۱۱)$$

$$K=\frac{1}{s^4}\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(xi-m)^4\right] \qquad (۱۲) \qquad G=\frac{1}{s^3}\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(xi-m)^3\right] \qquad (۱۳)$$

که κ,ν,δ^2,μ به ترتیب میانگین، واریانس، چولگی و کشیدگی تعریف می‌شوند و K , G , s^2 , m به ترتیب میانگین نمونه، واریانس، چولگی و کشیدگی تعریف می‌شود. این موارد جزء اصولی‌ترین مشخصات آماری می‌باشند، معمولاً تمایل مرکزی توسط میانگین بیان می‌گردد و برای بیان پراکندگی و درجهٔ تقارن از واریانس[1] و ضریب چولگی[2] و ضریب کشیدگی[3] استفاده می‌شود. در غالب کارهای هیدرولوژیکی امکان دستیابی به مشخصات آماری کل جامعه وجود ندارد. به همین دلیل در بررسی این‌گونه جوامع، مشخصات آماری نمونه‌هایی از جامعه حساب شده و براساس آن، مشخصات آماری کل جامعه تخمین زده می‌شود. هرچه بر تعداد اعضای جامعهٔ نمونه افزوده شود، مشخصات آماری حساب شده به مقدار واقعی آن در کل جامعه نزدیک‌تر خواهد شد. تمایل مرکزی داده‌ها توسط سه کمیت آماری بیان می‌شود. متوسط حسابی داده‌ها یا میانگین قابل‌اعتمادترین شاخص تمایل مرکزی آن‌هاست. این شاخص از رابطهٔ (۱۰) به دست می‌آید که در آن n تعداد نمونه‌ها و m میانگین داده‌هاست. هرگاه n به سمت بی‌نهایت میل کند مقدار $\bar{x}$ نیز سمت میانگین جامعهٔ، μ، میل خواهد کرد میزان پراکندگی داده‌ها توسط واریانس آن‌ها مشخص می‌گردد این معیار معرف میانگین مربع انحرافات داده‌ها از میانگین است و از رابطهٔ (۱۱) تعیین می‌شود. جذر واریانس، انحراف معیار[4] نامیده می‌شود و در مسائل آماری مورد استفادهٔ فراوان قرار می‌گیرد. هر چه انحراف معیار داده‌ها کمتر باشد، پراکندگی آن‌ها در اطراف میانگین کمتر خواهد بود. درحالی‌که میانگین و واریانس، گشتاورهای اول و دوم داده‌ها را تشکیل می‌دهند، برای بررسی تقارن آن‌ها از گشتاور سوم استفاده می‌شود و ضریبی به نام ضریب چولگی تعریف می‌شود که آن‌هم از رابطهٔ (۱۲) به دست می‌آید. اگر یک توزیع نسبت به یک توزیع متقارن انحراف داشته باشد آن توزیع را توزیع چوله می‌نامیم. گشتاور چهارم حول میانگین کشیدگی است که بلندی یا کوتاهی آن نسبت به یک توزیع متقارن است. کشیدگی یک توزیع از رابطهٔ (۱۳) به دست می‌آید. برای مقایسهٔ دو جمعیت باید از ضریبی استفاده شود که بعد نداشته باشد مثلاً" برای مقایسهٔ دو جمعیت نمی‌توان از انحراف معیار استفاده نمود. زیرا ممکن است دو صفت از لحاظ واحد اندازه‌گیری یکی نباشد. برای این منظور از مشخص‌کننده‌های نسبی پراکندگی استفاده می‌کنیم. مشخص‌کننده‌های نسبی پراکندگی از نسبت یک مشخص کنندهٔ

1 Variance
2 Coeficient of skewness
3 Coeficient of kurtosis
4 Standard deviation

پراکندگی به یک مشخص کنندهٔ مرکزی هم بعد و یا از نسبت یک مشخص کنندهٔ پراکندگی به یک مشخص کنندهٔ پراکندگی دیگر هم بعد به دست می‌آید. از نظر کارایی این چهار روش برآوردکردن را می‌توان به‌صورت صعودی به ترتیب گرافیکی، کمترین مربعات، روش گشتاورها و روش بیشینهٔ درستنمایی ردیف نمود. با وجود بیشترین کارایی استفاده از روش بیشینهٔ درستنمایی در عمل بسیار مشکل است. این چهار روش با کارایی متفاوت، پارامترهای یک توزیع را از یک نمونهٔ خاص داده‌ها محاسبه می‌کنند. این نمونه ممکن است شاخصی از جامعهٔ اصلی باشد یا نباشد و استفادهٔ از پارامترهای برآورد شده ممکن است باعث اریب (کج شدگی) نتایج شود. روش جدید دیگری که در سال ۱۹۹۰ بوسیلهٔ دکتر هاسکینگ از مرکز تحقیقات I.B.M ابداع شد روش گشتاورهای خطی است که ذیلاً" در این مورد بحث می‌شود.

۲-۲-۲-۵- روش گشتاورهای L

گشتاورهای L و گشتاورهای وزنی احتمالی شبیه به گشتاورهای عادی هستند که به‌صورت خلاصه توزیع‌های تئوریکی احتمالی برای نمونه‌های مشاهداتی تعریف می‌شود. مشابه با ایجاد گشتاورهای عادی، گشتاورهای L نیز می‌توانند برای اندازه‌گیری پارامترها، فواصل برآوردها و تست مجانبی قابل استفاده باشند. اگرچه تئوری و کاربرد گشتاورهای L موازی با گشتاورهای رایج است، اما گشتاورهای L دارای چندین اختلاف مهم نیز می‌باشند اندازه‌گیرهای نمونهٔ گشتاورهای L همیشه ترکیبات خطی از مشاهدات تصادفی هستند، آن‌ها کمیت‌هایی هستند که نسبت به تولید گشتاورهای عادی کمتر اریب هستند. این به خاطر آن است که اندازه‌گیرهای ایجاد کنندهٔ گشتاور عادی به‌مانند S^2 و G بایستی به ترتیب مربع و مکعب مشاهدات باشند که سبب می‌شود به آن‌ها وزن بیشتری داده شود همراه با مشاهداتی که دور از میانگین هستند که باعث اریب بودن واقعی و واریانس می‌شود. گشتاورهای L می‌توانند گشتاورهای وزنی – احتمالی تعریف شوند.

PWMs یا گشتاورهای وزنی احتمالی را می‌توان به‌صورت زیر نمایش داد:

$$\beta_r = E\left[x[F_x(x)]^r\right] \qquad (۱۴)$$

که F(x)، تابع توزیع تجمعی (cdf) **برای x** است. گشتاورهای وزنی – احتمالی مورد انتظار x، مطابق با توان‌های F(x) هستند. وقتی r =0 باشد β_0 میانگین جریان یا μx است و اندازه‌گیرهای گشتاور L در ساده‌ترین تعریف توابع خطی از اندازه‌گیرهای $PWMs$ هستند. اندازه‌گیرهای نمونهٔ غیر اریب $PWMs$ برای هر توزیعی می‌تواند از روابط زیر به دست آیند:

$$b_0 = m = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_{(j)} \qquad (۱۵)$$

$$b_1 = \sum_{j=1}^{n-1}\left[\frac{n-j}{n(n-1)}\right]x_{(j)} \qquad (۱۶)$$

$$b_2 = \sum_{j=1}^{n-2}\left[\frac{(n-j)(n-j-1)}{n(n-1)(n-2)}\right]x_{(j)} \qquad (۱۷)$$

$$b_3 = \sum_{j=1}^{n-3}\left[\frac{(n-j)(n-j-1)(n-j-2)}{n(n-1)(n-2)(n-3)}\right]x_{(j)} \qquad (۱۸)$$

که X(j) جریان‌های منظم رودخانه‌ای را با X(1) که بزرگ‌ترین مشاهده و X(n) کوچک‌ترین مشاهده است نمایش می‌دهد. اندازه‌گیرهای PWM را می‌توان به‌صورت معادلهٔ کلی زیر نمایش داد:

$$b_r = \frac{1}{n}\sum_{j=i}^{n-r}\begin{bmatrix} n-j \\ r \\ \dfrac{n-j}{r} \end{bmatrix}x_{(j)} \qquad (۱۹)$$

برای هر توزیعی، چهار گشتاور ابتدائی L می‌تواند به‌آسانی با استفاده از PWMs به دست آید:

$$\lambda_1 = \beta_0 \qquad (۲۰)$$

$$\lambda_2 = 2\beta_1 - \beta_0 \qquad (۲۱)$$

$$\lambda_3 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \qquad (۲۲)$$

$$\lambda_4 = 30\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0 \qquad (۲۳)$$

اندازه‌گیرهای نمونهٔ چهار گشتاور ابتدائی L بوسیلهٔ اندازه‌گیرهای نمونهٔ b_r از معادلهٔ (۱۹) به دست می‌آیند و در معادلات گشتاورL که در معادلات (۲۰) تا (۲۳) نمایش داده شده است قرار می‌گیرند. معادلات (۲۰) تا (۲۳) به‌صورت معادلهٔ عمومی زیر نمایش داده می‌شود:

$$\lambda_{r+1} = \sum_{K=0}^{r}\beta_r(-1)^{r-k}\binom{r}{k}\binom{r+k}{k} \qquad (۲٤)$$

مشابه با ایجاد نسبت‌های گشتاور L، ضریب تغییرات $C\nu = \frac{\delta}{\mu}$، چولگی γ و کشیدگی κ، Hosking (۱۹۹۰) نسبت‌های گشتاور L را تشریح کرد:

$$\tau_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad = \text{L ضریب تغییرات (L – Cv)} \qquad (۲۵)$$

$$\tau_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_2} \quad = \text{L چولگی (L- Skewness)} \qquad (۲٦)$$

$$\tau_4 = \frac{\lambda_4}{\lambda_2} \quad = \text{L کشیدگی (L- Kurtosis)} \qquad (۲۷)$$

که λ_r ، ٤ ,....,4 = 1 گشتاور ابتدایی L هستند و τ_2 ، τ_3 ، τ_4 به ترتیب ضریب تغییرات L (L-CV)، چولگی L و کشیدگی L هستند. اولین گشتاور L معادل با میانگین جریان است (μ). از این نسبت‌های بی‌بعد

می‌توان برای مقایسهٔ دو جمعیت استفاده کرد. لازم به ذکر است که در این تحقیق برای برآورد پارامترهای توابع توزیع آماری از روش‌های گشتاور معمولی و بیشینهٔ درست نمایی استفاده شد و نتایج استخراج شده از آن با استفاده از نرم‌افزار Hyfa با روش گشتاور L مقایسه شد. سؤالی که به‌طور طبیعی پیش می‌آید این است که برای داده‌های یک نمونهٔ خاص کدام‌یک از توزیع‌ها را به کار ببریم برای انتخاب بهترین توزیع فراوانی برای داده‌های موجود از آزمون‌های مختلف مانند آزمون مربع کای یا کای اسکوئر، آزمون کلموگراف–اسمیرنوف، آزمون حداقل مربعات، استفاده می‌شود. از میان این روش‌ها، روش حداقل مربعات یا مجموع مربعات باقیمانده که در این پژوهش مورداستفاده قرار گرفته است را می‌توان با استفاده از فرمول زیر به دست آورد. آن توزیعی مناسب‌تر است که دارای مجموع مربعات باقیماندهٔ کوچک‌تری باشد.

$$R.S.S=\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{Ei}-Q_i)^2}{n-m}\right]^{1/2} \qquad (۲۸)$$

در این فرمول داریم:

R.S.S مجموع مربعات باقیمانده Q_{Ei} مقدار برآورد شدهٔ متغیر

Q_{0i} مقدار مشاهده شدهٔ متغیر n تعداد نمونه

به‌منظور استفاده از این روش لازم است Q_{Ei} یا دبی بر آورد شده از روش گشتاور L برای هریک از ایستگاه‌ها محاسبه شود و بدین منظور ضریب فراوانی یا تناوب نیز بایستی به دست آید که از روابط خاصی که برای هر توزیعی وجود دارد استفاده می‌شود. به دلیل محاسبات طولانی این روش برای هریک از توزیع‌های آماری استفاده شده در این تحقیق، برنامه کامپیوتری در نرم‌افزار EXCEL نوشته شد که این برنامه‌ها درنهایت مجموع مربعات باقیمانده برای هریک از ایستگاه‌ها را محاسبه می‌کنند.

۳- نتایج و بحث

جهت دستیابی به اهداف این پژوهش در ابتدا داده‌های ایستگاه‌های انتخاب شده هراز در دورهٔ مشترک آماری برای انجام تجزیه‌وتحلیل آماده شدند. با توجه به اینکه هدف اصلی این پژوهش مقایسهٔ روش‌های برآورد پارامترهای آماری جهت محاسبه بارش حداکثر سالیانه از لحاظ کارایی آن‌ها و داشتن حداقل خطا در محاسبه آن‌ها بوده است لذا در ابتدا از نرم‌افزار Hyfa به‌منظور آنالیز فرکانس بارندگی‌های سالیانهٔ ایستگاه‌های منتخب استفاده شد. در این پژوهش به دلیل اینکه توزیع نرمال معمولاً تطابق خوبی با روش گشتاورهای L دارد موردمحاسبه قرار نگرفت ولی در نرم‌افزار Hyfa و به روش گشتاورهای عادی و بیشینهٔ درستنمائی محاسبه شد. این مراحل برای ۳ ایستگاه انتخاب شدهٔ بارندگی حداکثر سالیانه انجام شد. نتایج آزمون حداقل مربعات به روش گشتاورهای معمولی و بیشینهٔ

درستنمائی در این نرم‌افزار برای مقایسه با روش گشتاورهای L استخراج شده‌اند. پس از این مراحل به‌منظور برآورد گشتاورهای L برنامهٔ کامپیوتری در محیط کوئیک بیسیک نوشته شد. نحوهٔ محاسبه در این برنامه بدین صورت است که نخست داده‌های هر ایستگاه را به‌صورت نزولی مرتب می‌کند و سپس نسبت‌های گشتاور L شامل b0 و b1 و b2 و b3 (اندازه‌گیرهای نمونهٔ مرتبه‌های اول و دوم و سوم و چهارم گشتاور L) را محاسبه می‌کند و n_j را که همان تعداد داده‌های هر ایستگاه است، در نظر می‌گیرد و سپس گشتاور مراحل اول و دوم و سوم و چهارم (λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4) که به ترتیب همان میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی است را محاسبه کرده و پس از این مرحله τ_2 , τ_3 , τ_4 (به ترتیب ضریب تغییرات L، چولگی L و کشیدگی L) را محاسبه می‌کند که این مراحل برای بارش‌های حداکثر سالانهٔ کلیهٔ ایستگاه‌ها و لگاریتم بارش‌های مذکور انجام شده است. جدول (۲) محاسبهٔ نسبت‌های گشتاور خطی برای ایستگاه‌های منتخب موردپژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۲- محاسبهٔ نسبت‌های گشتاور خطی برای بارش‌های حداکثر سالانهٔ ایستگاه‌های منتخب موردپژوهش

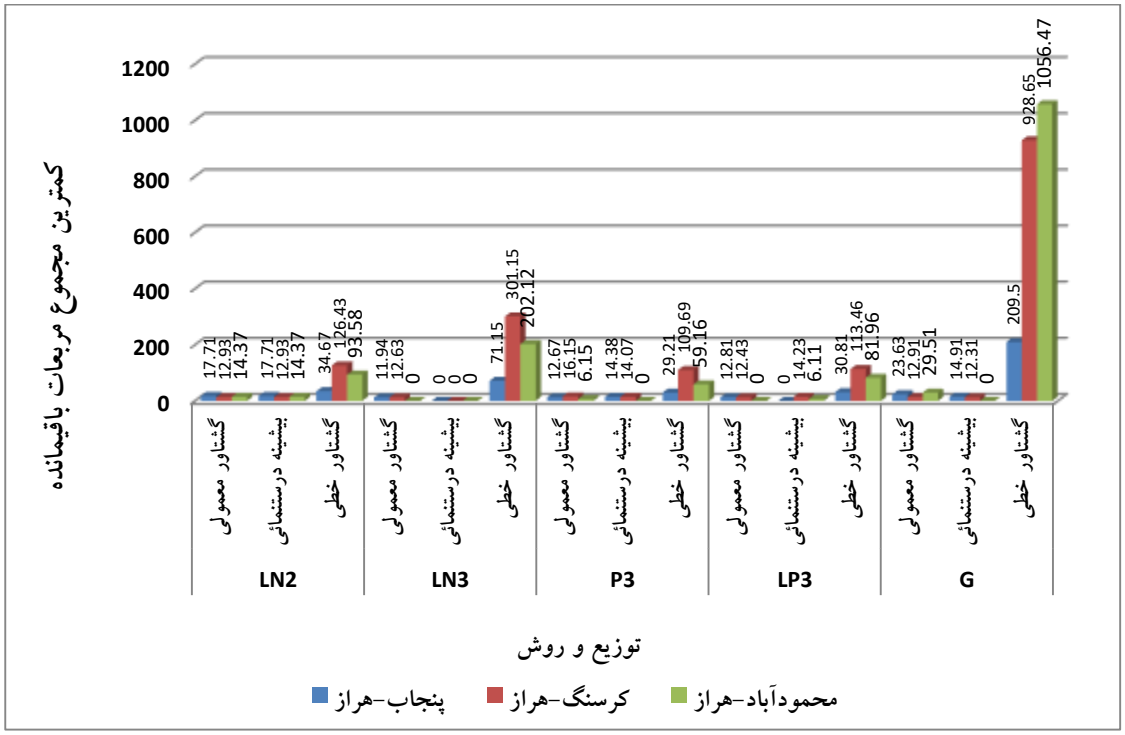
نام ایستگاه			
پارامترهای آماری	پنجاب-هراز	محمودآباد-هراز	کرسنگ-هراز
b0	۲۰۳/۷۱	۱۰۳۱/۳۸	۹۰٤/۵۸
nj	٤٤	٤٤	٤٤
b1	۱۲۰/۰٦	٥٦٤/٦۱	٥۱۲/۷۳
b2	۸٦/۹۱	۳۹۱/٥٤	۳٦٥/٥٦
b3	٦۸/۷٤	۳۰۰/٦۱	۲۸۷/۲٦
λ۱	۲۰۳/۷۱	۱۰۳۱/۳۸	۹۰٤/۵۸
λ۲	۳٦/٤۱	۹۷/۸۳	۱۲۰/۸۹
λ۳	٤/۷۸	-۷/۰٤	۲۱/٥٤
λ٤	٤/۷۰	۹/۹٦	۲٦/٥۸
τ2	۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۱۳
τ3	۰/۱۳	-۰/۰۷	۰/۱۸
τ4	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۲۲

با توجه به اینکه برای محاسبهٔ پارامترهای آماری توزیع‌های لگاریتمی نیاز به به دست آوردن لگاریتم داده‌ها و محاسبات بر روی آن‌ها است لذا جدول (۳) پارامترهای آماری داده‌های لگاریتمی را نشان می‌دهد.

جدول ۳- محاسبهٔ نسبت‌های گشتاور خطی برای لگاریتم بارش‌های حداکثر سالانهٔ ایستگاه‌های منتخب موردپژوهش

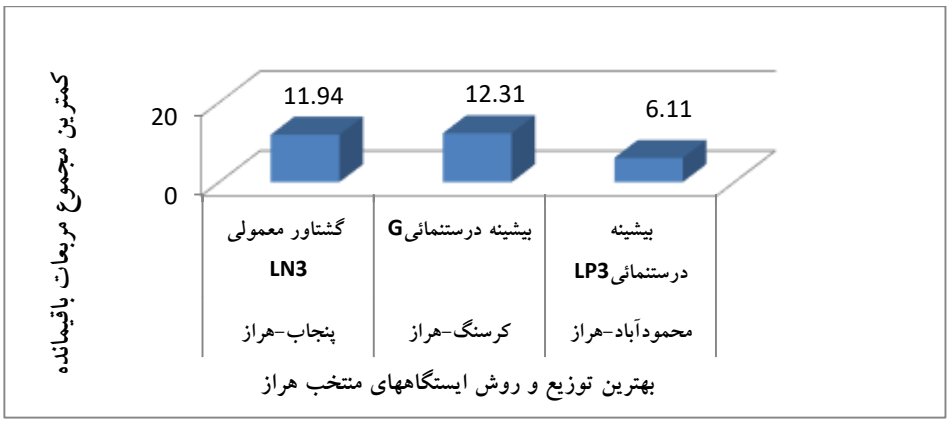
نام ایستگاه			
پارامترهای آماری	پنجاب-هراز	محمودآباد-هراز	کرسنگ-هراز
b0	۲/۲۹	۳/۰۰	۲/۹۵
nj	٤٤	٤٤	٤٤
b1	۱/۱۸	۱/۵۳	۱/۵۰
b2	۰/۸۰	۱/۰۲	۱/۰۱
b3	۰/٦۱	۰/۷۷	۰/۷٦
λ۱	۲/۲۹	۳/۰۰	۲/۹۵
λ۲	۰/۰۸	۰/۰٤	۰/۰٦
λ۳	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰٦	۰/۰۰۳
λ٤	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۰۱
τ2	۰/۰۳٤	۰/۰۱٤	۰/۰۲۰
τ3	-۰,۰۲۰	-۰/۱٤۳	۰/۰٤۵
τ4	۰/۱۱۸	۰/۱۱۲	۰/۱۹۸

در مرحلهٔ بعد به‌منظور انتخاب بهترین توزیع فراوانی از روش گشتاور L از روش مجموع مربعات باقیمانده یا R.S.S استفاده شد... پس از محاسبهٔ R.S.S برای کلیهٔ بارش‌های سالیانهٔ ایستگاه‌های منتخب، نتایج آن برای مقایسه با روش‌های گشتاورهای معمولی و بیشینهٔ درستنمائی استخراج شدند. شکل(۲) مقایسهٔ بین کمترین مجموع مربعات باقیمانده برای بارش حداکثر سالانهٔ ایستگاه‌های منتخب به وسیلهٔ ۵ توزیع مورداستفاده در این تحقیق را با سه روش گشتاور معمولی، بیشینهٔ درستنمائی و گشتاور خطی را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه آن توزیع و روشی در این شکل بهترین نتیجه را دارد که دارای کمترین R.S.S است؛ لذا مشخص می‌شود که در کل روش‌های گشتاور معمولی و بیشینهٔ درستنمائی در ایستگاه‌های منتخب برازش بهتر و مجموع مربعات خطای کمتری را دارا است البته باید یادآوری شود که در بعضی از توزیع‌های آماری مانند پیرسون نوع سوم در ایستگاه محمودآباد- هراز روش بیشینهٔ درستنمائی اصلاً برازشی را با داده‌ها نشان نمی‌دهد ولی روش لوگ پیرسون نوع سوم با همین روش و در همین ایستگاه دارای مجموع مربعات ٦/۱۱ است که دارای برازش خوبی با داده‌ها است.



شکل ۲- مقایسه کمترین مجموع مربعات باقیمانده برای بارش حداکثر سالیانه ایستگاه‌های منتخب رودخانه هراز به سه روش گشتاور معمولی، بیشینه درستنمائی و گشتاور خطی

در مرحلهٔ بعد با اســـتفاده از نتایج این نمودار و با توجه به کمترین مقدار R.S.S، توزیع و روش مناســـب برای هر ایستگاه به‌صورت شکل (۳) آورده شده است.

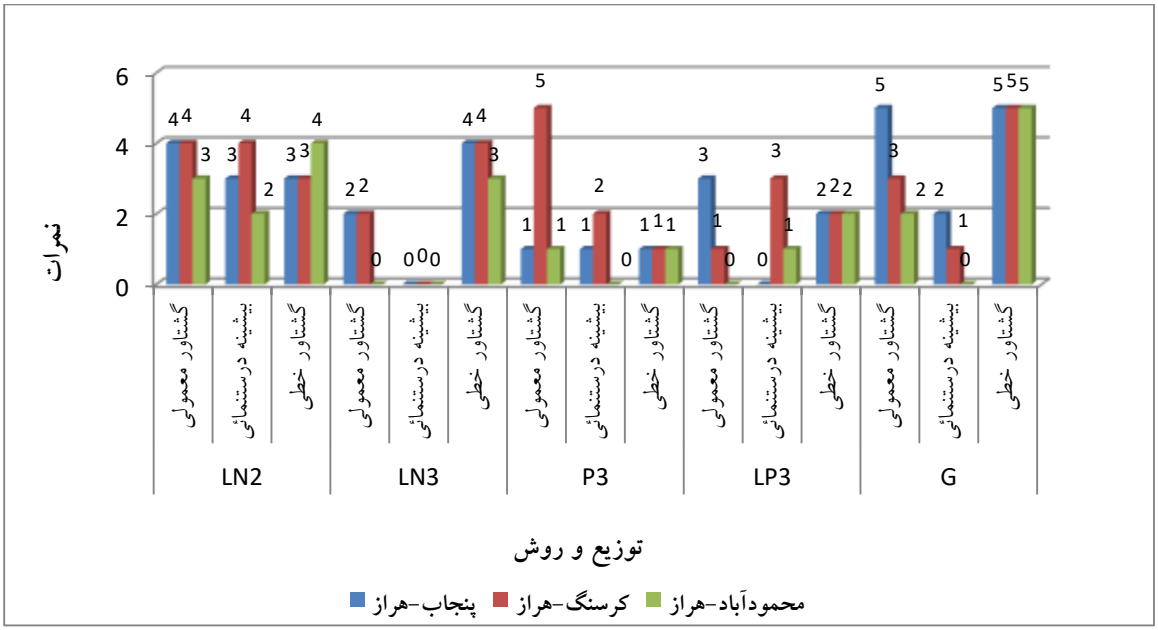


شکل ۳- بهترین توزیع و روش انتخاب شده برای بارش حداکثر سالانه از روی کمترین مجموع مربعات باقیمانده (R.S.S) برای ایستگاه‌های منتخب رودخانه هراز

٤- جمع‌بندی

همان‌گونه که از شکل (۳) مشخص می‌گردد در ایستگاه پنجاب- هراز که در قسمت بالادست رودخانه و در ارتفاعات کوه‌های البرز قرار دارد توزیع لوگ نرمال سه متغیره و روش گشتاور معمولی با مجموع مربعات باقیماندهٔ ۱۱/۹٤ بهترین روش و توزیع آماری بوده است. با توجه به اینکه در این بخش از رودخانه رژیم بارشی غالب، برف است؛ لذا این مسئله قابل‌توجه است. یکی از دلایلی که روش گشتاور خطی در این مناطق و دیگر مناطق تطابق مناسبی را با داده‌های بارش حداکثر سالیانه نشان نمی‌دهد، احتمالاً می‌تواند به خاطر نوسانات بارشی سالیان اخیر و حساسیت این روش به تعداد داده‌های مورداستفاده بوده است که باعث شده است بارش حداکثر سالیانهٔ ایستگاه‌های منتخب موردپژوهش دارای تغییرات زیادی باشد و نتیجهٔ آن اریب زیاد پارامترها و تأثیر روی آن‌ها مانند میانگین، انحراف معیار و چولگی داده‌ها بوده است. در ایستگاه کرسنگ- هراز که تقریباً در انتهای رشته‌کوه البرز از تهران به سمت مازندران و تقریباً در ابتدای دهانهٔ جلگهٔ مازندران در شهرستان آمل قرار دارد نیز توزیع گمبل و روش بیشینهٔ درستنمائی با عدد ۱۲/۳۱ توزیع و روش غالب این منطقه و کمترین مجموع مربعات خطا بوده است. با توجه به رژیم بارشی غالب این منطقه که به‌صورت بارندگی است این موضوع قابل تحقیق و پژوش است. در ایستگاه محمودآباد- هراز که در بخش انتهائی رودخانهٔ هراز و در محل اتصال این رودخانه به دریای خزر قرار دارد نیز از بررسی ۵ توزیع مورداستفاده در این پژوهش شامل توزیع‌های لوک نرمال دو متغیره، لوگ نرمال سه متغیره، پیرسون نوع سوم، لوگ پیرسون نوع سوم و گمبل با استفاده از سه روش گشتاور معمولی، بیشینهٔ درستنمائی و گشتاور خطی، توزیع لوگ پیرسون نوع سوم و روش بیشینهٔ درستنمائی با کمترین مجموع مربعات خطا یعنی ٦/۱۱ توزیع و روش غالب بوده است. با توجه به قرارگیری این ایستگاه در منطقه‌ای کاملاً جلگه‌ای که کشت غالب آن برنج است و رژیم بارشی اکثر

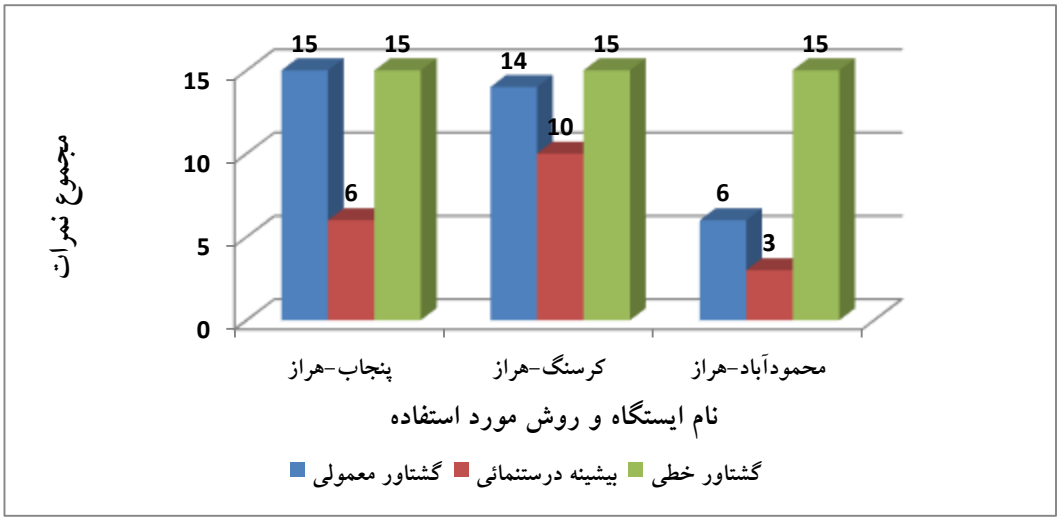
مواقع سال آن بارندگی است و با توجه به تغییرات اقلیمی و نوسانات بارشی سال‌های اخیر این موضوع قابل‌بررسی و پژوهش است. به‌منظور مقایسهٔ بهتر توزیع‌ها از روش نمره دهی به بهترین روش و توزیع نیز استفاده شده است و در این مقایسه به توزیعی که کمترین مجموع مربعات باقیمانده را دارد نمرهٔ ۱ و به توزیعی که بیشترین مجموع مربعات باقیمانده را دارد نمرهٔ ۵ داده شد. همچنین به توزیعی که اصلاً برازش خوبی با داده‌ها نداشته است نمرهٔ صفر داده شده است و مجموع این نمرات برای هریک از توزیع‌ها به دست آمد. به‌جز نمرات صفر که مربوط به روش و توزیع‌های بدون تطابق است در بقیهٔ موارد آن توزیعی که کمترین نمره را دارد بهترین توزیع منتخب است که نتایج آن به‌صورت شکل (٤) ارائه شده است.



شکل ٤- رتبه‌بندی نمرات کمترین مجموع مربعات باقیمانده برای بارش حداکثر سالیانه ایستگاه‌های منتخب رودخانه هراز به سه روش گشتاور معمولی، بیشینه درستنمائی و گشتاور خطی

از بررسی این شکل مشخص می‌شود که در ایستگاه پنجاب- هراز در مورد روش گشتاور معمولی توزیع پیرسون نوع سوم و بعدازآن توزیع لوگ نرمال سه متغیره دارای برازش بهتری با داده‌های بارش سالیانه می‌باشند و در مورد روش بیشینهٔ درستنمائی نیز توزیع پیرسون نوع سوم و پس‌ازآن توزیع گمبل در رتبه‌های بعدی برازش مناسب قرار دارند و در مورد روش گشتاور خطی نیز کمترین مجموع مربعات خطا مربوط به توزیع پیرسون نوع سوم و پس‌ازآن توزیع لوگ پیرسون نوع سوم قرار دارد. در ایستگاه کرسنگ- هراز در مورد روش گشتاور معمولی توزیع لوگ پیرسون نوع سوم و بعدازآن توزیع لوگ نرمال سه متغیره دارای برازش بهتری با داده‌های بارش سالیانه می‌باشند و در

مورد روش بیشینهٔ درستنمائی نیز توزیع گمبل و پس‌ازآن توزیع پیرسون نوع سوم برازش مناسب‌تری با داده‌ها را نشان دادند و در مورد روش گشتاور خطی کمترین مجموع مربعات خطا مربوط به توزیع پیرسون نوع سوم و پس‌ازآن توزیع لوگ پیرسون نوع سوم قرار دارد. در ایستگاه محمودآباد- هراز در مورد روش گشتاور معمولی توزیع پیرسون نوع سوم و بعدازآن توزیع گمبل برازش بهتری را با داده‌های بارش سالیانه نشان دادند و در مورد روش بیشینهٔ درستنمائی نیز توزیع لوگ پیرسون نوع سوم گمبل و پس‌ازآن توزیع لوگ نرمال سه متغیره برازش بهتری را با داده‌ها را نشان دادند و در مورد روش گشتاور خطی نیز کمترین مجموع مربعات خطا مربوط به توزیع پیرسون نوع سوم و پس‌ازآن توزیع لوگ پیرسون نوع سوم قرار دارد. با توجه به نتایج بالا کارایی هریک از روش‌های محاسبهٔ پارامترهای آماری و هریک از توزیع‌ها در ایستگاه‌های منتخب منطقه مشخص شد و معلوم نمود که برای استفاده از آن‌ها باید دقت بیشتری نمود تا روش و توزیعی را انتخاب نمود که دارای خطای کمتر و برازش بهتری با داده‌های بارش سالیانه است. به‌منظور دست یافتن به بهترین روش و توزیع از میان نتایج بالا برای هریک از ایستگاه‌های منتخب موردپژوهش در مرحلهٔ بعد مجموع نمرات برای هریک از روش‌ها و توزیع‌ها به دست آمد که نتایج آن در شکل(۵) آمده است.



شکل ۵- مجموع نمرات کمترین مجموع مربعات باقیمانده برای بارش حداکثر سالیانه ایستگاه‌های منتخب رودخانه هراز به سه روش گشتاور معمولی، بیشینه درستنمائی و گشتاور خطی

همان‌گونه که از نتایج شکل (۵) مشخص است در ایستگاه پنجاب- هراز در قسمت کوهستانی حوزهٔ آبخیز هراز روش بیشینهٔ درستنمائی در بین توزیع‌های آماری مختلف دارای کمترین مجموع مربعات خطا یعنی مجموع نمره ٦ دارای بهترین برازش با داده‌های بارش سالیانه بوده است و روش گشتاورهای معمولی و خطی با دارا بودن نمرهٔ کل

۱۵ به‌صورت مساوی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در ایستگاه کرسنگ- هراز در ابتدای دهانهٔ جلگهٔ مازندران در رودخانهٔ هراز در بین توزیع‌های آماری مختلف روش بیشینهٔ درستنمائی دارای مجموع نمرهٔ ۱۰ و بهترین برازش با داده‌های بارش سالانه بوده است و پس‌ازآن به ترتیب روش گشتاور معمولی با مجموع نمرهٔ ١٤ و روش گشتاور خطی با مجموع نمرهٔ ۱۵ قرار دارند که این موضوع نیز نشانهٔ غالب بودن روش بیشینهٔ درستنمائی از نظر دارا بودن کمترین مجموع مربعات خطا در ایستگاه مذکور است. در ایستگاه محمودآباد هم که در بخش انتهائی رودخانهٔ هراز و در محل اتصال این رودخانه به دریای خزر قرار دارد از بررسی مجموع مربعات خطا برای توزیع‌ها و روش‌های موردپژوهش نیز روش بیشینهٔ درستنمائی با به دست آوردن مجموع نمرهٔ ۳ بهترین روش منتخب در این ایستگاه بوده است و پس‌ازآن روش گشتاور معمولی و روش گشتاور خطی به ترتیب با مجموع نمرات ٦ و ۱۵ قرار دارند. نتایج این پژوهش را می‌توان با یافته‌های سایر محققان در دیگر مناطق دنیا مورد مقایسه قرار داد. ازجمله پیل[1] و همکاران(۲۰۰٤) با استفاده از روش گشتاورهای خطی علل تفاوت‌های منطقه‌ای و اقلیمی، تغییرات رواناب سالانه را در مناطق معتدله و خشک آفریقایی جنوبی بررسی کردند و تفاوت میزان بارش، درصد پوشش گیاهی و درجه حرارت را علل عمده این تفاوت‌ها اعلام داشتند و همان‌گونه که این پژوهش نیز در اقلیم مرطوب شمال کشور انجام شده است که می‌تواند تأثیر این عوامل را در انتخاب روش و توزیع مناسب منطقه‌ای تائید نماید. در پژوهشی دیگر جینگای و هال[2] (۲۰۰٤) روش گشتاور خطی را در آنالیز منطقه‌ی سیلاب حوزه آبخیز رودخانه مینگ مورداستفاده قرار دادند و با استفاده از این روش مناطق همگن و توزیع پیرسون نوع سوم را به‌عنوان توزیع آماری مناسب مشخص کردند. با توجه به نتایج پژوهش حاضر پیشنهادهای ذیل می‌تواند برای سایر محققین راهگشا باشد:

۱ - پیشنهاد می‌شود که در به‌کارگیری و استفاده از روش‌های مختلف محاسبهٔ پارامترهای آماری برای مناطق مختلف احتیاط‌های لازم صورت گیرد و با توجه به تغییرات اقلیمی سالیان اخیر و تأثیر آن بر روی نوسانات بارشی مناطق مختلف که می‌تواند روی نتایج تحقیق تأثیر شایان توجهی را داشته باشد؛ ازاین‌رو انجام پژوهش‌های بیشتری در این زمینه موردنیاز است.

۲-طول دورهٔ آماری مورداستفاده در این پژوهش، دورهٔ آماری مشترک ٤٤ ساله بوده است و با توجه به اینکه نوسانات بارشی سالیانهٔ ایستگاه‌های مختلف تأثیر زیادی را در انتخاب توزیع و روش مناسب داشته است، لازم است در سایر مناطق با طول دورهٔ آماری متفاوت موردبررسی قرار گیرد تا اثر آن در انتخاب توزیع مناسب به‌صورت واضح‌تری مشخص گردد.

1 Peel
2 Jingyi and Hall

۳- در این پژوهش برای انتخاب بهترین توزیع آماری از روش مجموع مربعات باقیمانده استفاده شده است؛ توصیه می‌گردد آزمون‌های دیگر انتخاب بهترین توزیع آماری مانند آزمون کلموگراف-اسمیرنوف، آزمون کای اسکوئر نیز بکار گرفته شده تا تأثیر آن بر انتخاب بهترین توزیع آماری مشخص شود.

٤- منطقهٔ موردپژوهش، رودخانهٔ هراز در بخش مرکزی کوه‌های البرز بوده است و نظر به اینکه این رودخانه در جریان خود از چند بخش مختلف با آب‌وهوای گوناگون کوهستانی و جلگه‌ای عبور می‌کند تا به دریای خزر برسد و با توجه به قرارگیری بخشی از این رودخانه در کوهستان البرز با رژیم بارشی غالب برف و بخش دیگری در پائین‌دست رودخانه با رژیم بارشی غالب باران بوده است که تأثیر زیادی در انتخاب توزیع و روش مناسب داشته است؛ پیشنهاد می‌شود این روش مقایسه‌ای در حوزه‌های آبخیز دیگر ایران با آب‌وهوای متفاوت نیز موردبررسی و مقایسه قرار گیرد تا تأثیر آن در انتخاب روش و توزیع آماری مناسب برای بارش‌های حداکثر سالانه ارزیابی شود.

تشکر و قدردانی

از سازمان آب منطقه‌ای استان مازندران به خاطر همکاری‌های صمیمانه‌شان جهت تهیه آمار و اطلاعات منابع آبی مورداستفاده در این پژوهش، کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

کتابنامه

Alizadeh,A., 1995. principals of applied hydrology,Imam reza university press.

Bastola, S.C. Murphy and John Sweeney., 2011. The sensitivity of fluvial flood risk in Irish catchments to the range of IPCC AR4climate change scenarios, Science of the Total Environment, STOTEN journal- 12863; 13 pp. https:// doi.org/ 10.1016/ j.scitotenv. 2011. 08.042

Betül, S., 2010. Assessment of the effects of discordant sites on regional floodfrequency analysis, Journal of Hydrology, 380: 362-375. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.11.011

Eagleson P. S., 1978. Climate, soil, and vegetation: 7. A derived distribution of annual water yield.Water Resources Research.14(5).765-776.https://doi.org/10.1029/WR014i005p00765

Feizei,H. Islamyan S, S., 2005.Comparing Regional and At-site L-moments for Estimation of Maximum Monthly Rainfall in the Zayandehroud Basin. Isfahan Water and Sewage Journal. 16(54).54-64.

Fiering, M. B., 1964.A Markov model for low-flow analysis. Bull. Int. Assoc. Sci. Hydrol., 9(2), 37-47.

Finlayson,B.L.,and Mc Mahoon.T.A.,1992. Global runoff.Encyclopedia of earth system science, Volume2. Academic prees Inc.San Diego,California.

Guttman N.B., Hosking J.R.M. and Wallis J.R., 1993. Regional precipitation quantile values for the continental United States computed from L-moments.J. of climte 6(12).2326-2340.

Haghighatjoo.p., 2002. Comparative evaluation of parametric and non-parametric methods for analyzing the frequency of precipitation. PhD Thesis, Department of Water Science Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz.

Hosking, J. R. M., 1990. L-moments: analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics J. Royal Statistical Soc., Ser. B, London, England, Vol. 52, 105-124.

Jingyi, Z. and M.J. Hall., 2004. Regional Flood Frequency Analysis for the Gan- Ming River Basin in China, Journal of Hydrology, 296: 98-117. https://doi.org/ 10.1016/ j.jhydrol.2004. 03.018

Kalinin.G.P., 1971.Global Hydrology.Nat.Tech.information service,springfield, va.

Lall, U., Y.I. Moon and K. Bosworth.1993.A comparison of tail probability estimstion for floodfrequency analysis. Water Resource Research, 30(11): 3095-3103.

Lof, G. 0. C. and Hardison CH., 1966. Storage Requirements for Water in the United States. Water Resources Research 2(3):323- 354. https://doi.org/10.1029/WR002i003p00323

Mahdavi,m., 1992. Applied Hyrology.Tehran university press,Volume2

Markovich, RD .1965. Probability of best fit to distributions of annual precipitation and run off. Hydro.Paper.no. 8, Colorado State University, Fort Collins, Co.

McMahon,T.A.,Finlayson,B.L.,Haines,A.T.,and Srikhatan,R., 1992. Global runoff-continental comparisons of annual flows and peak discharges.Catena Verlage, Cremlingen-Destedt, Germany.

Pearson,C.P. 1995.Regional Frequncy analysis of low flowss in New Zeland rivers. J.Htdro-New Zeland,33(2),94-122.

Peel, M.C., T.A. McMahon and B.L. Finlayson., 2004. Continental Dfferences in the Variability of Annual Runoff- Update and Reassessment. Journal of Hydrology, (295): 185-197. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.03.004

Pfanzle J., 1994. Parametric Statistical Theory. Berlin: de Gruyter textbook, New York.

Salas, JD and Smith, RA.1981.Physical basis of stochastic models of annual flows', Water Resources Research, 17(2), pp 428-430. https://doi.org/10.1029/WR017i002p00428

Simafar, Shojaodin.,1991.hydrology engineering,sahand polytechnic university press,Tabriz.

Stedinger, J.R., R.M. Vogel and E. Foufoula-Georgiou, Frequency Analysis of Extreme Events, Chapter 18, Handbook of Hydrology, McGraw-Hill Book Company, David R. Maidment, Editor-in-Chief, 1993.

Vogel, R.M., N.M. Fennessey (1993). L Moment Diagrmas Should Replace Product Moment Diagrams. WATER RESOURCES RESEARCH.29(6).1745-1752.
https://doi.org/10.1029/93WR00341

Vogel, R.M., N.M. Fennessey, and R.A. Bolognese., 1995. Storage-Reliability-ResilienceYield Relations for Northeastern United States. Journal of Water Resources Planning and Management 121, 365—374.

Yevjevich, . V.,1963. Fluctuations of wet and dry years, 1. Colo. State Univ., Fort Collins, Colo., Hydrol. Pap. No.1.

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp.185-200 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI:10.22067/geoeh.2021.71200.1082 Open access

Routing Dust Storms using Suspended Particulates Concentration and Meteorological Models in Hamadan Province

Kamran Shayesteh[a*], Shiva Gharibi[b], Mohammad Parsimehr[c]

[a] *Assistant Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran*
[b] *PhD Candidate in Environmental Science, Malayer University, Malayer, Iran*
[c] *PhD Candidate in Environmental Science, Malayer University, Malayer, Iran*

Received: 27 June 2021 ***Revised: 19 October 2021*** ***Accepted: 21 October 2021***

Abstract

Dust is one of the natural hazards that occur mainly in arid and semi-arid areas of the world such as Iran. In recent years, dust storms have been one of the most important air pollution crises in Hamadan province. Identifying the dust and sand sources is the first step in controling this phenomenon. Thus, this study tried to identify dust sources of Hamadan province using Aerosol Optical Depth (AOD) from the MODIS satellite images and numerical modeling to predict airflow from 2008 to the end of 2018. In the next step, using HYSPLIT model, the path of particles' moves and their source were determined at three levels of 500, 1000 and 1500 meters for 48 hours before the storm for external sources and 18 hours for internal sources. The meteorological data of the model was obtained from a 0.5-degree GDAS. Finally, its movement from source to Hamadan urban area was monitored using GIS and Spatial Analysis Tools. The results showed that the origin of the dust phenomena in this city are three sources including internal parts the province (Famenin, Malayer and Razan county), outside the province (such as Kurdestan, Markazi, and Khuzestan province) and out of Iran (Western parts of Iraq, Syria, Jordan and northern Saudi Arabia). So, it is necessary to monitor the spatial patterns of dust sources in the western regions of Iran for different years. The combination of remote sensing data, Hysplit model, and field based data could well show dust transport corridors.

Keywords: Dust, Modis, AOD, Hamadan

[*] Corresponding autho: Kamran Shayesteh E-mail: k.shayesteh@malayeru.ac.ir Tel: + 989123784864

How to cite this Article: Shayesteh, K., Gharibi, S., & Parsimehr, M. (2022). Routing Dust Storms using Suspended Particulates Concentration and Meteorological Models in Hamadan Province. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 185-200.
DOI:10.22067/geoeh.2021.71200.1082

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71200.1082

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۲۰۰-۱۸۵

مقاله پژوهشی

مسیریابی حرکت گردوغبار بر اساس غلظت ذرات معلق و مدل هواشناسی در استان همدان

کامران شایسته[1]- استادیار گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
شیوا غریبی- دانشجوی دکتری، ارزیابی و آمایش سرزمین، گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر
محمد پارسی‌مهر- دانشجوی دکتری، ارزیابی و آمایش سرزمین، گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۶/۲۷ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۷/۲۹

چکیده

گردوغبار یکی از مخاطرات طبیعی است که عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان ازجمله ایران رخ می‌دهد. در سال‌های اخیر، طوفان‌های گردوغبار به یکی از مهم‌ترین چالش‌های آلودگی هوای استان همدان تبدیل شده است و شناسایی کانون‌های تولیدکننده این پدیده اولین گام در مدیریت و کنترل آن به شمار می‌رود. ؛ ازاین‌رو در این مقاله به شناسایی کانون‌های تولید گردوغبار در استان همدان با استفاده از شاخص عمق اپتیکی اخذشده از تصاویر سنجنده مادیس و همچنین، مدل‌سازی عددی پیش‌بینی جریان هوا در بازه زمانی سال ۲۰۰۸ تا پایان سال ۲۰۱۸ پرداخته شده است. مسیر باد در ۴۸ ساعت قبل از طوفان برای منشأ خارجی و ۱۲ ساعت برای منشأ داخلی تعیین شد. داده‌های هواشناسی مدل نیز از سامانه یکپارچه‌سازی داده‌های جهانی دریافت شد. درنهایت با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و ابزارهای تحلیل مکانی، نمایش حرکت گردوغبارها از منشأ شکل‌گیری تا داخل محدوده استان همدان ردیابی شد. نتایج نشان داد که منشأ پدیده‌های گردوغبار ورودی به این استان دارای سه منشأ داخل استان (شهرستان‌های فامنین، ملایر و رزن)، خارج از استان (استان‌های کردستان، خوزستان و مرکزی) و خارج از کشور (غرب عراق، سوریه، اردن و شمال عربستان) است که بیانگر لزوم مطالعه پایش مکانی

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۷۸۴۸۶۴ Email: k.shayesteh@malayeru.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:
شایسته، کامران؛ غریبی، شیوا؛ پارسی مهر، محمد. (۱۴۰۱). مسیریابی حرکت گردوغبار بر اساس غلظت ذرات معلق و مدل هواشناسی در استان همدان. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ۱۰(۴). صص ۲۰۰-۱۸۵
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71200.1082

گردوغبارهای این منطقه است. درنهایت، ترکیب روش‌های سنجش‌ازدوری و مدل های‌اسپلیت به همراه اطلاعات زمینی گردوغبار می‌تواند دالان‌های تحت تأثیر گردوغبار را به‌خوبی نشان دهد.

کلیدواژه‌ها: گردوغبار، مادیس، عمق اپتیکی آئروسل، همدان.

۱- مقدمه

تحقیقات نشان داده است که قدمت پدیده گردوغبار به بیش از ۷۰ میلیون سال می‌رسد (خان[1] و همکاران، ۲۰۰٤). سازمان جهانی هواشناسی نیز پدیده گردوغبار را کاهش سطح دید به زیر ۱۰۰۰ متر در اثر غبار برخاسته از بادهای شدید تعریف می‌کند (تقوی[2] و همکاران، ۲۰۱۷) که دارای تأثیرات منفی بسیار بزرگ اجتماعی-اقتصادی، بهداشتی و محیط‌زیستی است (ژانگ[3] و هکاران، ۲۰۱۵)؛ به‌طوری‌که گردوغبار منجر به ایجاد اختلال در توازن تشعشعات، دمای هوا، مشخصات اپتیکی، طول عمر ابرها (ونگ و دسلر[4]، ۲۰۰۵)، فرآیند بارش، ژئوشیمی خاک نواحی تحت تأثیر (مندز[5] و همکاران، ۲۰۰۷)، چرخه‌های بیوشیمیایی محیط‌های آبی، فرآیندهای هیدرولوژیکی و ویژگی‌های زیبایی‌شناختی می‌شوند. ذرات گردوغبار علاوه بر تأثیرگذاری بر شرایط جوی و تولیدات کشاورزی، بر سلامت انسان و اکوسیستم‌ها نیز اثرگذار هستند (هانبرگ و نیکول[6]، ۲۰۱۲) به‌طوری‌که در بعضی از موارد ذرات گردوغبار موجب انتقال باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌های بیماری‌زا نیز می‌گردد (جانسون[7] و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین با تأثیر بر محصولات کشاورزی، خاک، علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها به‌طورکلی کشاورزی و امنت غذایی را تحت تأثیر قرار داده است که خود منجر به مهاجرت به شهرها و ایجاد مشکلات بعدی شده است (ممتاز و همکاران، ۲۰۱۹). به‌طورکلی، اکوسیستم‌های خشکی و سلامت جوامع تحت تأثیر گردوغبار قرار دارند (فاربردر[8] و همکاران، ۲۰۱۷؛ حیدریان[9] و همکاران، ۲۰۱۸). پدیده گردوغبار بر اساس شدت و اثرگذاری بر سطح دید افقی به سه دستهٔ طوفان گردوغبار[10] (بادهای شدید و کاهش دید افقی از صفر به ۱۰[3] متر)، گردوغبار وزشی[11] (بادهای ملایم‌تر و کاهش دید افقی تا ۱۰[3]-۱۰[4]) و گردوغبار معلق[12] (کمترین شدت و کاهش دید افقی به کمتر از ۱۰[4] متر) تقسیم‌بندی می‌شود (کنه[13] و همکاران، ۱۹۹۸). با وجود اینکه گردوغبار یک پدیده طبیعی و شایع در مناطق خشک و

1 Xuan
2 Taghavi
3 Zhang
4 Wong and Dessler
5 Menéndez
6 Hahnenberger and Nicoll
7 Johanston
8 Farebrother
9 Heidarian
10 Dust storm
11 Blowing dust
12 Floating dust
13 Kenneth

نیمه‌خشک است (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۵) اما در برخاستگاه نشان‌دهنده یک فاجعه طبیعی است (تقوی و همکاران، ۲۰۱۷) و ایجاد کانون‌های تولید گردوغبار نشان‌دهنده وخامت و وضعیت قهقرایی محیط‌زیست در آن محدوده است.

در سال‌های اخیر فعالیت‌های انسانی مانند جنگ، مشکلات اقتصادی، مدیریت ناصحیح منابع طبیعی، تالاب‌ها و دریاچه‌ها همانند تغییرات اقلیمی بر روی پوشش زمین تأثیرات گسترده‌ای داشته و باعث تشدید خشکسالی‌ها و کاهش ذخیره آب و رطوبت در برخی از کشورها بخصوص ایران و همسایگان غربی آن مانند سوریه و عراق شده است (نوری[1] و همکاران، ۲۰۱۹). ایران علاوه بر اینکه در نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته که خود موجب ایجاد مناطق بیابانی شده است، در مجاورت آن نیز منابع اصلی ریزگردها مانند بیابان‌های عراق، عربستان و اردن قرار دارند (باغبانان[2] و همکاران، ۲۰۲۰). در یک دهه گذشته گردوغبار به یک پدیده غالب و شایع تبدیل شده (باغبانان و همکاران، ۲۰۲۰) و استان همدان نیز در ارتباط با این پدیده وضعیت بحرانی داشته است. استان همدان در سال‌های اخیر کاهش در میانگین سالانه رطوبت، میانگین عمق برف و میانگین بارش سالیانه و افزایش در میانگین تبخیر سالانه و تعداد روزهای همراه با غبار را تجربه کرده است (ممتاز[3] و همکاران، ۲۰۱۹). با این وجود همه آثار و نشانه‌های این پدیدهٔ پیش‌رونده، پژوهش‌های کافی در این زمینه بخصوص در مقیاس محلی انجام نشده است و این تغییرات اقلیمی-محیط‌زیستی آثار ویرانگر خود را روی مردم این نواحی گذاشته است؛ ازاین‌رو شناسایی برخاستگاه گردوغبار برای مقابله با این پدیده حائز اهمیت است و منجر به اتخاذ رویکردهای مدیریتی می‌شود (اسماعیلی[4] و همکاران، ۲۰۰۶).

مطالعات مشابهی نیز در خصوص بررسی وضعیت و منشأ یابی طوفان‌های گردوغباری در سایر استان‌های ایران صورت گرفته است. ازجمله، فاریابی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از سنجه غبار آلودگی و داده‌های طیفی سنجنده مادیس به شناسایی گردوغبار در نواحی غرب و جنوب غرب ایران پرداختند. ارجمند و همکاران (۱۳۹۷) نیز در منطقه جازموریان طوفان‌های گردوغباری را به لحاظ مکانی و زمانی پایش و بررسی کردند. دانیالی و همکاران (۱۳۹۷) نیز جهت تحلیل مکانی گردوغبار استان خوزستان از تصاویر مودیس، شاخص عمق اپتیکی آئروسل و مدل های‌اسپلیت استفاده کردند. یارمرادی و همکاران (۱۳۹۸) مسیرهای ورود طوفان‌های گردوغباری در نیمه شرقی ایران را با استفاده از مدل های‌اسپلیت ردیابی کردند. جبالی و همکاران (۱۳۹۹) تغییرپذیری مکانی دید افقی مناطق درگیر با طوفان‌های گردوغبار در استان یزد را با سنجنده مودیس و الگوریتم دیپ‌بلو ارزیابی کردند. رایگانی و خیراندیش (۱۳۹۶) با بهره‌گیری از سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای به اعتبارسنجی کانون‌های گردوغبار در استان البرز پرداختند. به‌طورکلی، اجرا و به‌کارگیری روش‌های کنترل نیازمند شناسایی دقیق منابع تولید ریزگرد است؛ زیرا

1 Nouri
2 Baghbanan
3 Momtaz
4 Esmaili

خصوصیات فیزیکی- شیمیایی گردوغبار در منبع تولید وابسته به خصوصیات سطح زمین است (ونگ[1] و همکاران، ۲۰۱۵) و این رویکرد منجر به درک مکانیسم‌های تولید و انتشار گردوغبار و انتخاب بهترین استراتژی مدیریتی منطقه می‌شود (کا[2] و همکاران، ۲۰۱۵). بر اساس مطالعات صورت گرفته در سال‌های اخیر، روش‌های مختلفی جهت شناسایی کانون‌های گردوغبار ازجمله تحلیل داده‌های هواشناسی (زو[3] همکاران، ۲۰۲۰)، فن‌آوری RS-GIS (بلورانی[4] و همکاران، ۲۰۲۰)، اطلاعات زمین‌شناسی (موه[5]، ۲۰۱۳) و مدل‌سازی (اشرفی[6] و همکاران، ۲۰۱٤) استفاده شده است. بااین‌حال در پژوهش‌های گذشته این نکته وجود دارد که در بیشتر آن‌ها منبع گردوغبار در سطح منطقه‌ای و جهانی بررسی و شناسایی شده است، درصورتی‌که این رویکرد نمی‌تواند پاسخگوی نیازهای مدیریتی در سطح محلی باشد (حیدریان و همکاران، ۲۰۱۸). در این راستا، با توجه به نیاز مبرم بخش‌های مدیریتی به درک شرایط و وضعیت بحرانی محدوده موردمطالعه، برای اولین بار با یک رویکرد جامع در سناریوهای مختلف، شناسایی کانون‌ها و مسیرهای تولید گردغبار در داخل استان همدان موردبررسی قرار گرفت.

سنجنده مادیس با دارا بودن ۱٦ باند حرارتی برای پایش گردوغبار در سراسر جهان کاربردی و قابل‌استفاده است. هر تصویر رده آئروسل سنجنده مادیس حاوی طیفی از شاخص‌های عمق اپتیکی[7] در طول‌موج‌های مختلف بوده که عموماً توسط الگوریتم‌های دیپ بلو[8]، هدف‌های تیره[9] و یا ترکیب آن‌ها تهیه گردیده است. باندهای ۷-۱ برای مطالعه آئروسل‌ها تعبیه‌شده و باندهای ۱، ۳ و ۷ در بازیابی اطلاعات گردوغبار پرکاربردتر هستند. شاخص عمق اپتیکی آئروسل نیز یک پارامتر کمی بدون بعد جهت نشان دادن تراکم و تمرکز ذرات موجود و معیاری از ممانعت ذرات معلق گردوغبار در برابر رسیدن نور خورشید به زمین است (رجبلو و همکاران، ۱۳۹۷). این شاخص در طول یک مسیر عمودی بر روی تصاویر مادیس محاسبه می‌شود و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ذرات، اندازه و روشنایی قابل‌اندازه‌گیری است. مقدار عمق اپتیکی می‌تواند با تراکم تعداد آئروسل‌ها و ویژگی‌های آن ذرات متفاوت باشد (ارجمند و همکاران، ۱۳۹۷). به‌طورکلی، سنجنده مادیس دارای چهار محصول برای تعیین AOD است.

پروداکت Aerosol Optical Depth (1km) اطلاعات روزانه چگالی گردوغبار را برای نواحی آبی و خشکی با توان تفکیک یک کیلومتری برای محصول و توان تفکیک ۱۰ کیلومتری برای الگوریتم ارائه‌شده در اختیار کاربر قرار می‌دهد که از سال ۲۰۰۰ برای ماهواره ترا و سال ۲۰۱۲ برای آکوا در دسترس است.

1 Wang
2 Cao
3 Xu
4 Boloorani
5 Muhs
6 Ashrafi
7 Aerosol Optical Depth: AOD
8 Deep Blue: DB
9 Dark Target: DT

پروداکت Aerosol Optical Depth (3km) از سال ۲۰۰۲ برای ماهواره آکوا و سال ۲۰۰۰ برای ماهواره ترا در دسترس است. توان تفکیک ۳ کیلومتری الگوریتم ارائه‌شده در این محصول امکان مطالعه گردوغبارها را در مناطق شهری به‌صورت بسیار مطلوب و کاربردی ارائه می‌دهد.

پروداکت Merged DT/DB AOD با ترکیب دو الگوریتم DT و DB امکان مطالعه بهتری از تغییرات AOD را در مقیاس جهانی و در هر دو محیط خشکی و آبی فراهم می‌آورد که از سال ۲۰۰۰ برای ماهواره ترا و آکوا در دسترس است. این پروداکت با توان تفکیک دو کیلومتری تصاویر و ۱۰ کیلومتری الگوریتم برای نواحی خشکی، اقیانوسی و پوشش گیاهی مورداستفاده قرار می‌گیرند.

پروداکت Deep Blue AOD از سال ۲۰۰۰ در دسترس اما تنها برای نواحی خشکی قابل‌استفاده است. مقدار آئروسل توسط الگوریتم DB برآورد شده که مختص نواحی خشکی و بیابانی است. توان تفکیک این الگوریتم ۱۰ کیلومتری و توان تفکیک پروداکت‌ها دو کیلومتری است.

از طرفی دیگر، ازجمله مهم‌ترین مدل‌های شناسایی مناطق خاستگاه و پیش‌بینی گردوغبار می‌توان به مدل‌های MM5، RegCM، HYSPLIT، WRF، CALIPSO، COAMPS، NAPPS، DREAM اشاره کرد. مدل پخش اتمسفری‌های اسپیلت[1] جهت شبیه‌سازی خطوط سیر گردوغبار و شناسایی برخاستگاه‌ها و کانال‌های گردوغبار به کار گرفته می‌شود که از مدل‌های معروف جهت محاسبات انتقال جرم در اتمسفر است و کاربرد گسترده‌ای جهت مدل‌سازی‌های مربوط به نحوه پخش و پراکنش بسته‌های هوا و محاسبات غلظت دارد. از ویژگی‌های این مدل، قابلیت استفاده از داده‌های هواشناسی جهانی، مدل‌سازی انتقال آلاینده‌ها در فواصل بسیار زیاد (بیش از ۱۰۰ کیلومتر) و محاسبات پخش و پراکنش گردوغبار است.

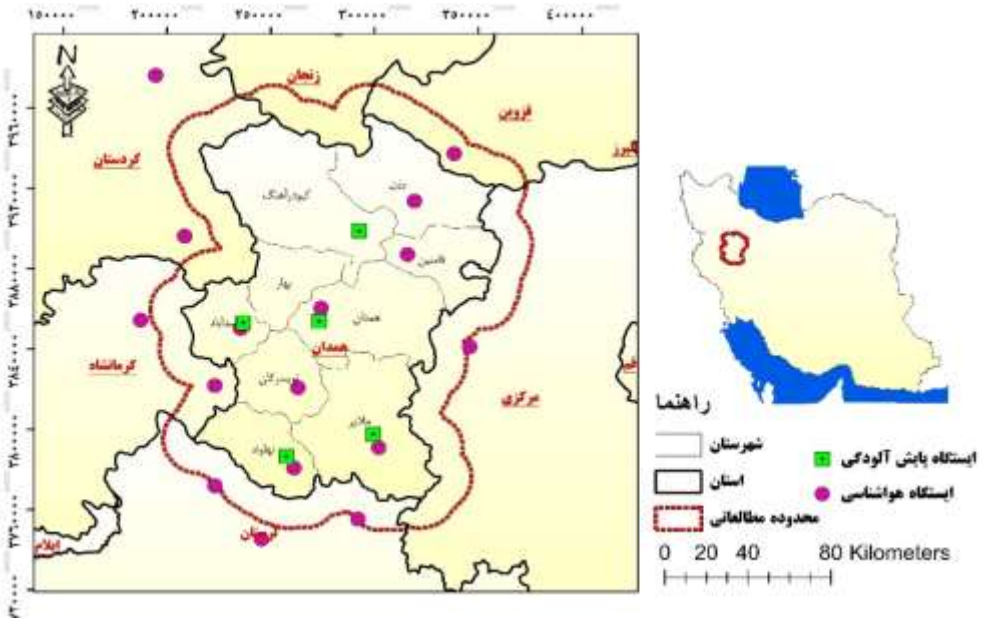
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مطالعاتی

استان همدان در گستره‌ای به مساحت ۱۴۹۴۱ کیلومترمربع، منطقه‌ای کوهستانی و همراه با رودخانه‌های متعددی است که در غرب ایران قرار گرفته است. آثار خشکسالی‌های چندساله و تشنگی زمین در استان همدان در سال ۱۳۸۸ آغاز شده و مناطق شمال غربی تقریباً جزء مناطقی هستند که با خشکسالی مواجه است. وضعیت کیفی هوای استان همدان توسط پنج دستگاه سنجش کیفیت هوای اداره محیط‌زیست در ایستگاه‌های همدان، نهاوند، ملایر، کبودرآهنگ و اسدآباد موردسنجش قرار می‌گیرد. اطلاعات هواشناسی از ایستگاه‌های سینوپتیک همدان، ملایر، تویسرکان، نهاوند، اسدآباد، فامنین و رزن دریافت و برای تکمیل اطلاعات هواشناسی از ایستگاه‌های مجاور و خارج از استان نیز استفاده می‌شود. همچنین، جهت تحلیل پدیده گردوغبار در سطح استان، محدوده‌ای فراتر از مرزهای

1 HYSPLIT

سیاسی استان همدان (محدوده ۱۵ کیلومتری) به‌عنوان محدوده اثرگذار در نظر گرفته شد که بخش‌هایی از استان‌های کردستان، کرمانشاه، لرستان، مرکزی، زنجان و قزوین را شامل می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱- منطقه موردمطالعه؛ موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک و سنجش ذرات معلق در محدوده استان همدان

۲-۲- روش پژوهش

دریافت اطلاعات مورد نیاز از ایستگاه‌های سینوپتیک و سازمان محیط‌زیست

در ابتدا روزهای همراه با گردوغبار از ایستگاه‌های هواشناسی و سپس داده‌های غلظت ساعتی ذرات معلق (Pm10 و Pm2.5) در ایستگاه‌های سنجش و پایش کیفیت هوای سازمان حفاظت محیط‌زیست برای ۱۰ سال اخیر (۲۰۱۸-۲۰۰۸) در محدوده استان همدان دریافت شد. موقعیت و مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک و سنجش ذرات معلق در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک و سنجش ذرات معلق در استان همدان و سال شروع ثبت اطلاعات

ایستگاه سینوپتیک-سال شروع ثبت داده- موقعیت جغرافیایی ایستگاه				ایستگاه سنجش ذرات معلق- سال شروع ثبت داده- موقعیت جغرافیایی ایستگاه			
نام ایستگاه	سال	طول	عرض	نام ایستگاه	سال	طول	عرض
همدان	۲۰۰۷	٤٨/٥٣	٣٤/٨٦	همدان	۲۰۱۰	٤٨/٥٢	٣٤/٨٠
نهاوند	۲۰۰۷	٤٨/٤١	٣٤/١٤	نهاوند	۲۰۱۲	٤٨/٣٧	٣٤/١٩
ملایر	۲۰۰۷	٤٨/٨٥	٣٤/٢٤	ملایر	۲۰۱۳	٤٨/٨٢	٣٤/٢٩

ایستگاه سینوپتیک–سال شروع ثبت داده– موقعیت جغرافیایی ایستگاه				ایستگاه سنجش ذرات معلق– سال شروع ثبت داده– موقعیت جغرافیایی ایستگاه			
نام ایستگاه	سال	طول	عرض	نام ایستگاه	سال	طول	عرض
تویسرکان	۲۰۰۷	٤٨/٤٢	٣٤/٥٠	کبودرآهنگ	۲۰۱۳	٤٨/٧٢	٣٥/٢١
اسدآباد	۲۰۱۱	٤٨/١١	٣٤/٧٦	اسدآباد	۲۰۱٥	٤٨/١٢	٣٤/٧٩
فامنین	۲۰۱۱	٤٨/٩٨	٣٥/١١				
رزن	۲۰۱۱	٤٩/٠١	٣٥/٣٥				

تعیین سناریوهای موردبررسی جهت شناسایی کانون‌ها و مدل‌سازی جهت حرکت گردوغبار

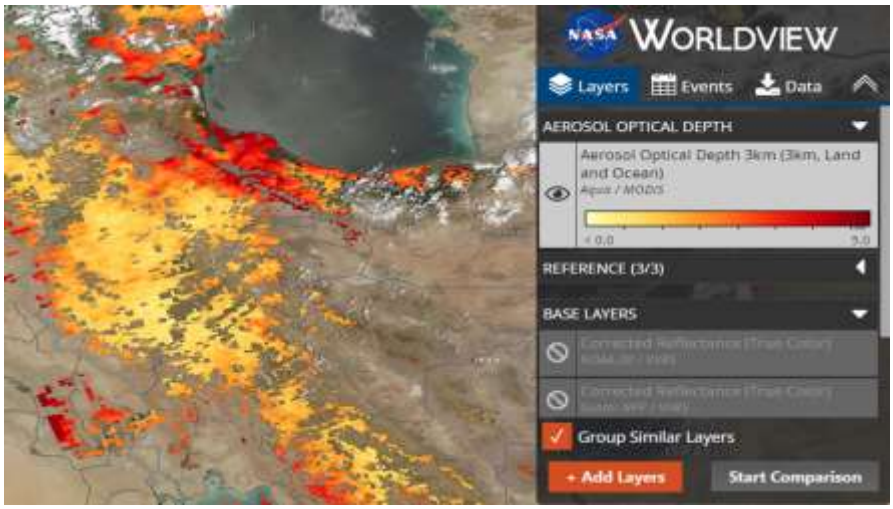
سناریو اول– شامل روزهایی از ۱۰ سال اخیر که مقدار هر دو شاخص PM10 و PM2.5 بالاتر از استاندارد است (استاندارد PM10 برابر ۱۵۰ و استاندارد PM2.5 برابر ۳۵ است) و همزمان توسط اداره هواشناسی نیز به‌عنوان روز آلوده (قابلیت دید زیر ۱۰۰۰ متر) ثبت شده است. سناریو دوم– شامل روزهایی از ۱۰ سال اخیر است که در آن مقدار هر دو شاخص PM10 و PM2.5 به‌طور هم‌زمان بالاتر از استاندارد هستند. سناریو سوم– این سناریو شامل روزهایی از ۱۰ سال اخیر است که به‌صورت پیوسته (بیش از دو روز) دارای مقادیر بالاتر از استاندارد در هر دو شاخص Pm10 و Pm2.5 هستند.

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

در مرحله بعد اقدام به دانلود تصاویر سنجنده مادیس از ماهواره‌های ترا و آکوا مربوط به روزهای آلوده در سه سناریو فوق گردید. جهت تعیین چگالی ذرات معلق و همچنین تعیین کانون‌های احتمالی گردوغبار بر روی تصاویر مادیس از پروداکت Aerosol Optical Depth (3km) استفاده و برای هر روز دو تصویر دانلود شد. استخراج اطلاعات مربوط به شاخص AOD با استفاده از نرم‌افزار ENVI 5.3 و افزونه MCTK انجام شد. از الگوریتم Optical Depth Land and Ocean جهت بازسازی غلظت ذرات معلق استفاده و خروجی به فرمت dat تهیه شد. سپس، چگالی ذرات معلق در هر تصویر مشخص شد. مقدار شاخص AOD در محدوده ۰/۵–۰/۱ است؛ ازاین‌رو محدوده ۰/۲–۰/۱ به‌عنوان شاخص آسمان صاف و کاملاً آبی و بدون گردوغبار و شفاف و با حداکثر قابلیت دید در نظر گرفته می‌شود. با افزایش شاخص از ۰/۱ به سمت ۰/۵ و ۱ میزان تراکم آئروسل نیز افزایش یافته و قابلیت دید کاهش و عمق اپتیکی افزایش می‌یابد. فراوانی عمق اپتیکی بالاتر از ۰/۵ نیز به‌عنوان معیاری از وقوع طوفان گردوغباری در نظر گرفته می‌شود (ناسا[1]، ۲۰۱۹)؛ بنابراین، آستانه ۰/۳ به بالا بیانگر آسمانی کدر و تار با حجم متراکمی از آئروسل‌ها در جو و حداقل دید است؛ ازاین‌رو مقادیر بالاتر از ۰/۳ بر روی تصاویر به‌عنوان منشأ و کانون گردوغبار در نظر گرفته

1 NASA

شـدند. در شـکل (۲) تصـویری از چگونگی بازسـازی میزان غلظت ذرات با اسـتفاده از تصاویر ماهوارهای مادیس بر روی سایت ناسا نشان داده شده است (تصویر مربوط به ۱۲ ژوئن ۲۰۱٤ است).



شکل ۲- بازسازی گردوغبار با استفاده از سنجنده مادیس؛ با حرکت از طیف رنگی زرد به سمت قرمز شاخص AOD افزایش می‌یابد

مدل‌سازی به روش های‌اسپلیت

به‌منظور بررسـی خط سـیر ذرات گردوغبار در مدت‌زمان وقوع طوفان گردوغباری در ۱۰ سـال اخیر نیز از مدل های‌اسـپلیت اسـتفاده شد. مدل های‌اسپلیت مدلی دوگانه برای شناسایی مسیرهای گردوغبار، پراکندگی و ته‌نشینی آن با اسـتفاده از رویکردهای PUFF و ذرات و با اسـتفاده از حداقل پارامترهای هواشناسی است. این مدل یک سیستم مبتنی بر وب اسـت که توسـط اداره ملی اقیانوسی و جوی آمریکا[1] در سال ۱۹۹۷ راه‌اندازی گردید. شیوه محاسباتی این مدل ترکیبی میان دیدگاه‌های اویلری[2] و لاگرانژی[3] اسـت (شـن[4] و همکاران، ۲۰۰۹). مناسـب‌ترین رویکرد برای مسـیرهای گردوغبـار رهیافت لاگرانژینی اسـت، به‌طوری‌که هر ذره در زمان‌های مختلف موقعیت‌های متفاوتی خواهد داشـت، بنـابراین رهیـافـت لـاگرانژینی این امکـان را فراهم می‌کنـد کـه مدل‌های پایه لاگرانژی پس از انتخاب ذره در موقعیت مکانی و زمانی خاص، حرکت آن را در گام‌های زمانی دلخواه به سـمت پیش‌بینی آینده روش[5] (پیشـرو) و یا به سمت

1 NOAA
2 Eulerian
3 Lagrangian
4 Shen
5 Forward

زمان‌های گذشته[1] (روش پسگرد) ردیابی نمایند (اسکادرو[2] و همکاران، ۲۰۰۶). برای ردیابی مسیر ورود گردوغبار در روزهای همراه با این پدیده و همچنین شناسایی کانون‌های گردوغباری، با مراجعه به تارنمای NOAA، داده‌های روزانه تهیه شده توسط این سازمان با فرمت BIN دریافت و با استفاده از مدل های‌اسپلیت مسیر حرکت ذرات و منشأ آن‌ها در سه ارتفاع مختلف از سطح ایستگاه موردنظر (۱۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ متری) مورد ردیابی قرار گرفت. داده‌های هواشناسی مدل نیز از سامانه یکپارچه‌سازی داده‌های جهانی[3] و نیم درجه به‌عنوان ورودی مدل انتخاب شدند. با روش پسگرد، همزمان با آغاز اولین گردوغبار در منطقه موردمطالعه، مسیر باد در ٤٨ ساعت قبل از طوفان برای منشأ خارجی و ۱۲ ساعت قبل از طوفان برای منشأ داخلی تعیین شد. مدل برای تمامی تصاویر در هر سه سناریو اجرا و خروجی آن با نقشه‌های همدیدی و تصاویر ماهواره‌ای مقایسه شد. خروجی مدل منشأ شکل‌گیری و نحوه‌ی انتشار و حرکت طوفان‌ها را با دقت بسیار زیادی بازیابی می‌کند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تعیین روزهای آلوده و تصاویر ماهواره‌ای در هر سه سناریو

بر اساس سناریو اول، در ۵ ایستگاه همدان، نهاوند، ملایر، تویسرکان و اسدآباد ۳۰۷ روز دارای مقدار بالاتر از استاندارد در هر دو شاخص PM10 و PM2.5 بودند (ایستگاه همدان ۱۹ روز، نهاوند ٦٦ روز، ملایر ۸۷ روز و کبودرآهنگ ۱۳۵ روز). بر اساس گزارش اداره هواشناسی نیز تعداد رخدادهای ریزگرد گزارش‌شده با قابلیت قدرت دید کمتر از ۱۰۰۰ متر ٤٢٠ روز شناسایی شد (شکل ۳). تعداد روزهای آلوده به ترتیب برای سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۰۹، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱، ۲۰۱۲، ۲۰۱۳، ۲۰۱٤، ۲۰۱۵، ۲۰۱٦، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ به ترتیب ٤٨، ٦٥، ٥٦، ٤٢، ٤٩، ٣٦، ١٥، ٣٣، ٢٩، ١٧ و ١٦ روز ثبت شده است. با مطابقت اطلاعات هواشناسی و محیط‌زیست تنها ٢٤ روز در هر دو ارگان به‌عنوان روز آلوده ثبت شده است. در سناریو دوم، ۳۰۷ روز گردوغباری در ۱۰ سال اخیر دارای ذرات معلق بالاتر از استاندارد بوده و توسط دستگاه‌های سنجش کیفیت هوای اداره محیط‌زیست ثبت شده است (ایستگاه همدان ۱۹ روز، نهاوند ٦٦ روز، ملایر ۸۷ روز، کبودرآهنگ ۱۳۵ روز). در سناریو سوم، ۲۳۱ روز آلوده ثبت شده است که در ایستگاه همدان ٤ روز، در ایستگاه نهاوند ٤٩ روز (به‌صورت ۱۹ دوره چندروزه)، ایستگاه ملایر ۷۹ روز (به‌صورت ٦ دوره چندروزه) و ایستگاه کبودرآهنگ ۹۹ روز (به‌صورت ۱۲ دوره چندروزه) مشاهده شده است. جهت تهیه نقشه رقومی شدت غلظت ذرات در برخاستگاه‌های استان و محدوده اثرگذار، درمجموع، برای سناریو اول ٤٨ تصویر، برای سناریو دوم ٦١٠ تصویر و برای سناریو سوم ۳۲۲ تصویر از ماهواره‌های ترا و آکوا دانلود و پردازش شد. سایر تصاویر به دلیل پوشش ابر و یا عدم وجود ذرات معلق بر روی تصاویر حذف شدند.

1 Backward
2 Escudero
3 GDAS: Global Data Administration System

۳-۲- غلظت ذرات معلق، شناسایی برخاستگاه و مدل‌سازی حرکت طوفان‌های گردوغبار با تصاویر مادیس

نتایج مربوط به بازسازی غلظت ذرات معلق (شاخص AOD) بر روی تصاویر پردازش شده در بازه زمانی ۱۰ ساله نشان داد که چگالی ذرات در محدودهٔ ۰/۹۸- ۰/۲ متغیر است. تراکم آئروسل زیر ۰/۳ نشان‌دهنده آسمانی صاف و شفاف و فاقد گردوغبار و تراکم بالاتر از ۰/۵ بیانگر وقوع گردوغبار، کاهش دید و افزایش عمق اپتیکی است. برآیند مسیر حرکت ذرات برای تمام‌روزهای گردوغباری در هر سه سناریو به‌عنوان مسیر حرکت طوفان‌های گردوغبار تعیین شد. نتایج تحلیل تصاویر ماهواره‌ای در سناریوهای مختلف و مدل‌سازی روند حرکت ذرات گردوغبار با مدل های‌اسپلیت نشان داد که به‌طورکلی تمامی مسیرهای گردوغبار استان همدان از سه الگوی داخل استان، خارج استان و خارج از کشور تبعیت می‌کنند. -خطوط رنگی (آبی، قرمز و سبز) مسیرهای پیش‌بینی‌شده حرکت طوفان‌های گردوغبار را در تاریخ‌های مشخصی نشان می‌دهند؛ به‌طوری‌که مدل های‌اسپلیت برای هر روز آلوده سه مسیر طوفان گردوغباری را پیش‌بینی می‌کند و برآیند مسیرهای پیش‌بینی شده به‌عنوان کانون مولد گردوغبار معرفی می‌شوند.

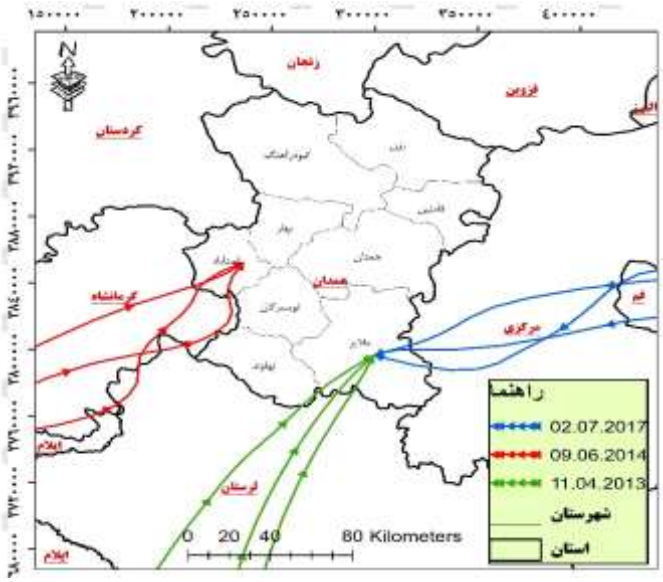
الگوی داخل استان: با توجه به برآیند تحلیل‌های انجام شده، جهت‌های وزش باد، سطح اثرگذاری رخدادهای گردوغبار و مدل‌سازی انجام شده موارد معدودی از رخدادهای گردوغباری استان همدان دارای منشأ داخل استانی هستند. عمده‌ترین احتمال وقوع الگوی داخل استان در شکل (۳) نمایش داده شده است.



شکل ۳- الگوی حرکت ذرات در مدل های‌اسپلیت برای روز وقوع طوفان گردوغبار در داخل استان (الگوی اول)

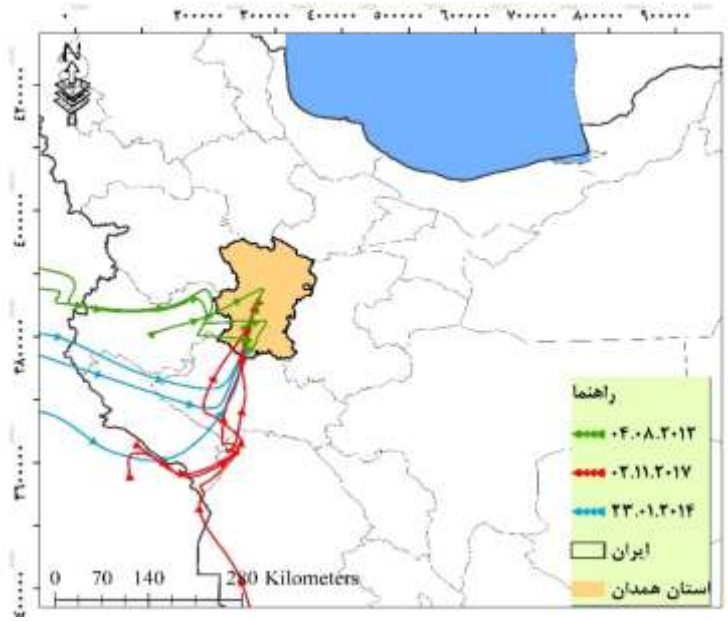
الگوی خارج از استان: بخش مهمی از گردوغبارهای استان همدان از استان‌های مجاور و استان‌های دورتر منشأ می‌گیرند. مدل‌سازی های‌اسپلیت نشان داد که بخش اعظم گردوغبارها از استان‌های واقع در غرب و جنوب غربی

استان همدان وارد می‌شوند. بخش دیگری نیز از استان‌های واقع در شرق و شمال شرقی محدوده مطالعاتی و نواحی مرکزی ایران منشأ می‌گیرند. الگوی کلی این حرکت‌ها در شکل (٤) نشان داده شده است.



شکل ٤- الگوی حرکت ذرات در مدل های‌اسپلیت برای روز وقوع طوفان گردوغبار در خارج از استان (الگوی دوم)

الگوی خارج از کشور: در چند سال اخیر به دلیل وفور احداث سد در کشورهای ترکیه، سوریه و ایران و همچنین تغییرات رژیم آبی و همچنین خشکسالی حاکم در منطقه سبب خشک شدن بسیاری از تالاب‌ها، از بین رفتن پوشش گیاهی و خشک شدن منطقه گردیده است. از طرفی در اثر تماس باد با خاک، گردوغبار به‌صورت ریزدانه از سطح زمین بلند و به سمت ایران منتقل می‌شوند. بررسی مسیرهای حرکت ذرات گردوغبار با استفاده از داده‌های هواشناسی نشان داد که دو مسیر، گردوغبار را با منشأ خارجی به داخل استان همدان منتقل می‌کنند (شکل ٥). مسیر اول از غرب که گردوغبار را از عراق به ایران منتقل می‌کند ممکن است دارای منشأ عراق، سوریه، اردن، یا بخش‌هایی از ترکیه باشد که از طریق مرز عراق وارد ایران و نهایتاً وارد استان همدان می‌شوند. مسیر دوم از جنوب غرب گردوغبار را از شبه‌جزیره عربستان و یا بخش‌های جنوبی کشور عراق (در مجاورت استان خوزستان) منتقل می‌کنند و دلیل اصلی این طوفان‌ها می‌تواند خشک شدن تالاب‌های مرزی و عدم مدیریت صحیح مناطق خشک در کشورهای همسایه است.



شکل ۵- الگوی حرکت ذرات در مدل های‌اسپلیت برای روز وقوع طوفان گردوغبار در خارج از ایران (الگوی سوم)

٤- نتیجه‌گیری

به‌طورکلی سالانه استان همدان در معرض طوفان‌های متعددی با منشأ محلی منطقه‌ای و همچنین فرامنطقه‌ای است. وقوع طوفان در مناطق خشک ازجمله استان همدان سبب افزایش ذرات معلق نسبت به حد آستانه شده و این موضوع اثرهای منفی بر سلامت انسان دارد؛ بنابراین، یکی از راهکارهای اساسی در کنترل آلودگی‌هایی نظیر طوفان‌های گردوغباری شناسایی منبع آلودگی است. ازجمله روش‌های شناسایی برخاستگاه‌ها استفاده از روش‌های سنجش‌ازدور و مدل‌های عددی مسیر انتقال جریان هوا است. سنجش‌ازدور با فراهم آوردن تصاویر با پوشش وسیع و تکرار زیاد مطالعات گردوغبار را با سرعت و دقت زیاد عملی نموده است و در حال حاضر مناسب‌ترین ابزار برای بررسی این پدیده است؛ به‌طوری‌که اطلاعات زیادی را در زمینه مشخصات طیفی گردوغبار ازجمله شناسایی گردوغبار، پایش و ردیابی مسیر گردوغبار، شناسایی کانون‌های ایجاد گردوغبار و برآورد شدت گردوغبار فراهم می‌کنند. لذا در این پژوهش به استفاده از سنجش‌ازدور و اطلاعات هواشناسی جهت مسیریابی طوفان‌های گردوغباری غرب کشور پرداخته شد. در پژوهش حاضر از شاخص AOD در شناسایی کانون‌های گردوغبار استفاده شد که مشاهدات میدانی صحت بالای آن را نشان دادند. میری و همکاران (۱۳۹٦) و دانیالی و همکاران (۱۳۹۷) نیز در پژوهش خود در سال ۱۳۹٦ به این امر اشاره کرده‌اند که عمق اپتیکی آئروسل شاخصی توانمند در نشان دادن ذرات معلق به‌خصوص گردوغباراست. از طرفی دیگر، فاریابی و همکاران (۱۳۹۸) نیز نشان دادند که نقشه‌های AOD با استفاده از روش مستقیم، توزیع مکانی بسیار خوب الگوی آئروسل محلی در مقایسه با روش‌های دیگر را نشان

می‌دهد؛ اما مشابه پژوهش رایگانی و خیراندیش (۱۳۹۶) تصاویر مادیس به دلیل مشکلاتی ازجمله توان تفکیک پایین ممکن است در مقایسه با تصاویری با توان تفکیک بالا در شناسایی دقیق کانون تولید ریزگرد کارآمد نباشد. همچنین، در این پژوهش مشابه گزارش ناسا مقدار ۰/۳ به‌عنوان آستانه گردوغبار در نظر گرفته شده است؛ درصورتی‌که در پژوهش دانیالی و همکاران (۱۳۹۷) عمق اپتیکی بالاتر از ۰/۵ به‌عنوان معیاری از وقوع طوفان گردوغباری در نظر گرفته شده است. درمجموع ۲۵۰ رخداد گردوغبار در بازه زمانی موردمطالعه بررسی شد که این رخدادها از موارد وسیع که تمام یا بخش‌های عمده‌ای از استان را در برمی‌گرفت تا مواردی با دامنه بسیار محدود را شامل شده است. نتایج به دست آمده در این پژوهش نیز با نتایج سایر پژوهش‌های میری و همکاران (۱۳۹۳)؛ دانیالی و همکاران (۱۳۹۷) که مسئله مسیریابی گردوغبار با استفاده از مدل‌سازی های‌اسپلیت را بررسی کرده‌اند مطابقت دارد و نشان دهنده این موضوع است که این مدل در مسیریابی گردوغبار موفق عمل کرده است؛ ازاین‌رو نتایج حاصل از خروجی مدل‌سازی های‌اسپلیت نیز نشان داد که منشأ گردوغبارهای استان همدان در طوفان‌های بررسی شده دارای چهار مسیر کلی است. عمده‌ترین بخش ورودی استان، از محور جنوب و جنوب غرب استان است که منتقل کنندهٔ گردوغبارهای با منشأ خارج از استان و خارج از کشور است. در این پژوهش نیز با توجه به تحقیقات مشابهی ازجمله فلاح زوزولی و همکاران (۱۳۹۳) نواحی غربی و جنوب غربی ایران ازجمله ترکیه، عراق، سوریه، اردن و عربستان کانون‌های اصلی ورود گردوغبار به داخل کشور هستند که متعاقباً استان‌های مرزی متأثر از این پدیده می‌گردند. دیگر مسیر ورودی از شرق استان و بخشی نیز از شمال شرق و از استان قزوین به داخل استان وارد می‌شود. به‌طورکلی، عمده رخدادهای گردوغبار منشأ خارج از استان دارند ولی می‌توان مواردی (حداکثر ۱۸ مورد) در داخل محدوده مطالعاتی دانست. به‌طورکلی، بخش قابل‌توجهی از کانون‌های شناسایی‌شده در خارج از مرز سیاسی استان و در داخل بافر ۱۵ کیلومتری در استان‌های مجاور قرار گرفته است که به‌هرحال تأثیر آن در بروز پدیده گردوغبار در داخل استان همدان انکارناپذیر است. ازاین‌رو بخش‌هایی از استان‌های کردستان، مرکزی، خوزستان و همچنین استان زنجان از مهم‌ترین بخش‌های تأثیرگذار در بروز و انتقال گردوغبار به داخل استان هستند. در داخل استان نیز بخش‌هایی از شهرستان‌های فامنین، ملایر و رزن نیازمند مدیریت جدی جهت کنترل پدیده گردوغبار در آینده هستند. مشاهدات میدانی نیز نشان از صحت بالای تصاویر و مدل‌های هواشناسی در شناسایی برخاستگاه‌های گردوغبار است؛ ازاین‌رو امروزه ترکیب مدل‌های هواشناختی و مسیریابی یکی از روش‌های متداول در مطالعات عددی طوفان‌های گردوغبار است و از کاربردی‌ترین مدل‌ها مدل های‌اسپلیت است و نقطه قوت این پژوهش استفاده از پروداکت‌های تصویر مادیس در شناسایی کانون‌های گردوغبار است.

کتابنامه

ارجمند، مریم؛ راشکی، علیرضا؛ سرگزی، حسین. (۱۳۹۷). پایش زمانی و مکانی پدیده گردوغبار با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در جنوب شرق ایران با تأکید بر منطقه جازموریان. فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۷، شماره ۱۰۶، ۱۵۳- ۱۶۸ DOI: 10.22131/SEPEHR.2018.32339

جبالی، عاطفه؛ زارع، محمد؛ اختصاصی، محمدرضا؛ جعفری، رضا. (۱۳۹۹). بررسی گستره تغییرپذیری دید افقی مناطق متأثر از رخدادهای گردوغبار در استان یزد. نشریه مدیریت بیابان، شماره ۱۵، ۲۱-۳۶.
DOI: 10.22034/JDMAL.2020.44927

دانیالی، محمد؛ محمدنژاد، بایرامعلی؛ کریمی، نعمت‌الله. (۱۳۹۷). تحلیل مکانی گردوغبار استان خوزستان به کمک تصاویر ماهواره‌ای. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دوره ۹، شماره ۱، ۷۳-۵۷.
https://girs.bushehr.iau.ir/article_540416.html

رایگانی، بهزاد؛ خیراندیش، زهرا. (۱۳۹۶). بهره‌گیری از سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای به‌منظور اعتبارسنجی کانون‌های شناسایی شده تولید گردوغبار استان البرز. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، دوره ٤، شماره ٤، ۱-۱۸. http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2683-fa.html

رجبلو، علی؛ آقا محمدی، حسین؛ رحیم زادگان، مجید؛ رجایی، محمدعلی. (۱۳۹۷). تجزیه‌وتحلیل و تولید نقشه پهنه‌بندی کیفی هوای شهر تهران با استفاده از داده پایش زمینی و RS. مجله کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور در برنامه‌ریزی، دوره ۹، شماره ٤، ٦۹-۸۲.
https://gisrs.semnan.iau.ir/article_665875.html

زولی، فلاح؛ وفایی نژاد، علیرضا؛ خیرخواه زرکش، میرمسعود؛ احمدی دهکا، فریبرز. (۱۳۹۳). منشأ یابی گردوغبار غرب و جنوب غرب ایران و تحلیل سینوپتیکی آن با استفاده از سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، دوره ۵، شماره ٤، ۷۸-٦۱.
https://girs.bushehr.iau.ir/article_516681.html

فاریابی، آذر؛ متین فر، حمیدرضا؛ علوی پناه، سید کاظم؛ نوروزی، علی‌اکبر. (۱۳۹۸). شناسایی گردوغبار در نواحی غرب و جنوب غرب ایران بر مبنای الگوریتم سنجه DAI و داده‌های طیفی سنجنده مودیس. فصلنامه علوم محیطی، دوره ۱۷، شماره ۳، ۱٦۲- ۱۵۱ https://dx.doi.org/10.29252/envs.17.3.151

میری، پروین؛ راشکی، علیرضا؛ سپهر، عادل. (۱۳۹٦). بررسی تغییرات زمانی و مکانی شاخص‌های گردوغبار در شرق خراسان بر پایهٔ داده‌های ماهواره‌ای. جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲۳، ۲۰-۱.
https://dx.doi.org/10.22067/geo.v6i3.54464

میری، مرتضی؛ عزیزی، قاسم؛ شمسی‌پور، علی‌اکبر. (۱۳۹۳). شناسایی الگوهای گردش جوی تابستانه و زمستانه ورود گردوغبار به غرب ایران. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دوره ۲۵، شماره ٤(٥٦)، ۲۲۰-۲۰۳.
https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085362.1393.25.4.12.0

یارمرادی، زهرا؛ نصیری، بهروز؛ محمدی، غلامحسین؛ کرم‌پور، مصطفی. (۱۳۹۸). تحلیل و ردیابی مسیرهای ورود طوفان‌های گردوغبار به شرق ایران با استفاده از مدل پخش ذرات لاگرانژی ذرات HYSPLIT. پژوهش‌های فرسایش محیطی، دوره ۹، شماره ۱، ٤٤-۲۷. http://dorl.net/dor/20.1001.1.22517812.1398.9.1.3.7

Air Resources Laboratory., 2021. https://www.ready.noaa.gov/hypub-bin/ trajsrc.pl? trjtype=4

Ashrafi K, Shafiepour-Motlagh M, Aslemand A, Ghader S., 2014. Dust storm simulation over Iran using HYSPLIT. Journal of environmental health science and engineering, 12(1):9 DOI: 10.1186/2052-336X-12-9

Baghbanan P, Ghavidel Y, Farajzadeh M., 2020. Temporal long-term variations in the occurrence of dust storm days in Iran. Meteorology and Atmospheric Physics, 1–14. DOI: 10.1007/s00703-020-00728-3

Boloorani AD, Samany NN, Mirzaei S, Bahrami HA, Alavipanah SK., 2020. Remote Sensing and GIS for Dust Storm Studies in Iraq. In: Environmental Remote Sensing and GIS in Iraq. Springer, 333–75 p. DOI: 10.1007/978-3-030-21344-2_14

Cao H, Amiraslani F, Liu J, Zhou N., 2015. Identification of dust storm source areas in West Asia using multiple environmental datasets. Science of the Total Environment, 502:224–35.DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.09.025

Escudero M, Stein A, Draxler RR, Querol X, Alastuey A, Castillo S, Avila A., 2006. Determination of the contribution of northern Africa dust source areas to PM10 concentrations over the central Iberian Peninsula using the Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory model (HYSPLIT) model. Journal of Geophysical Research, 111. DOI: 10.1029/2005JD006395

Esmaili O, Tajrishy M, Arasteh PD., 2006. Evaluation of dust sources in Iran through remote sensing and synoptical analysis. Int. J,Vol. x, No. x.

Farebrother W, Hesse PP, Chang H-C, Jones C., 2017. Dry lake beds as sources of dust in Australia during the Late Quaternary: A volumetric approach based on lake bed and deflated dune volumes. Quaternary Science Reviews, 161:81–98. DOI: 10.1016/j.quascirev.2017.02.019

Hahnenberger M, Nicool K., 2012. Meteorological characteristics of dust storm events in the eastern Great Basin of Utah, U.S.A. Atmospheric Environment, 60: 601-612. DOI:10.1016/j.atmosenv.2012.06.029

Heidarian P, Azhdari A, Joudaki M, Khatooni JD, Firoozjaei SF., 2018.Integrating Remote Sensing, GIS, and Sedimentology Techniques for Identifying Dust Storm Sources: A Case Study in Khuzestan, Iran. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 46(7):1113–24. DOI: 10.1007/s12524-018-0774-2

Johanston F, Hanigan I, Henderson S, Morgan G, Bowman D., 2011. Extreme air pollution events from brushfires and dust storms and their association dust events (2005-2010) over South-Eastern Spain. Journal of Atmospheric Chemistry and Physics, 12(3), 59-622. DOI: 10.1016/j.envres.2011.05.007

Kenneth W, Warner CF, Davis W., 1998. Air pollution, its origin and control. Third Edition, Eddison Wesley, USA, 168.

Menéndez I, Diaz-Hernandez JL, Mangas J, Alonso I, Sánchez-Soto PJ., 2007. Airborne dust accumulation and soil development in the North-East sector of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). Journal of Arid Environments, 71(1):57–81. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2007.03.011

Momtaz AM, Choobchian S, Farhadian H., 2019. MEASURING THE AMOUNT OF FARMERS'RESILIENCE IN FACING CLIMATE CHANGE IN IRAN (CASE OF: HAMEDAN PROVINCE). Plant Archives, 19(2):1698–704.

Muhs DR. 2013. The geologic records of dust in the Quaternary. Aeolian Research, 9:3–48. DOI:10.1016/J.AEOLIA.2012.08.001

NASA, 2019. https:// worldview. earthdata .nasa. gov/ ?v=-67. 8269580447 3344,-42.12246 791905239, 162.48166343467085, 57. 73791092553308&t =2021-04-13-T13%3 A40%3 A26Z

Nouri H, Faramarzi M, Sadeghi SH, Nasseri S., 2019. Effects of regional vegetation cover degradation and climate change on dusty weather types. Environmental Earth Sciences, 78(24):723. DOI: 10.1007/s12665-019-8763-5

Shan W, Yin Y, Lu H, Liang S., 2009. A meteorological analysis of ozone episodes using HYSPLIT model and surface data. Atmospheric Research, 93(4):767-76 DOI: 10.1016/j.atmosres.2009.03.007

Taghavi F, Owlad E, Ackerman SA., 2017. Enhancement and identification of dust events in the south-west region of Iran using satellite observations. Journal of Earth System Science, 126(2):28. DOI: 10.1007/s12040-017-0808-0

Wang H, Jia X, Li K, Li Y., 2015. Horizontal wind erosion flux and potential dust emission in arid and semiarid regions of China: A major source area for East Asia dust storms. Catena, 133:373–84. DOI: 10.1016/j.catena.2015.06.011

Wong S, Dessler AE., 2005. Suppression of deep convection over the tropical North Atlantic by the Saharan Air Layer. Geophysical research letters, 32(9). DOI: 10.1029/2004GL022295

Xu C, Guan Q, Lin J, Luo H, Yang L, Tan Z., 2020. Spatiotemporal variations and driving factors of dust storm events in northern China based on high-temporal-resolution analysis of meteorological data (1960–2007). Environmental Pollution, 260:114084. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.114084

Xuan J, Sokolik IN, Hao J, Guo F, Mao H, Yang G., 2004. Identification and characterization of sources of atmospheric mineral dust in East Asia. Atmospheric Environment, 38(36):6239–52. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2004.06.042

Zhang Y, Liu Y, Kucera PA, Alharbi BH, Pan L, Ghulam A., 2015. Dust modeling over Saudi Arabia using WRF-Chem: March 2009 severe dust case. Atmospheric Environment, 119:118–30. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2015.08.032

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp. 201-216 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2021.70712.1068 Open access

Analysis of Geopotential Altitude Trend on Iran under the Influence of Climate Change

Zahra Hejazizadeh [a], Bohloul Alijani[b], Hossien Asakere [c], Mokhtar Fatahian [d*]

[a] *Professor in Meteorology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran*
[b] *Professor in Meteorology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran*
[c] *Professor in Meteorology, Faculty of Humanities, Department of Geography, Zanjan University, Zanjan, Iran*
[d] *Department in Geography, Faculty of Literature, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran*

Received: 31 May 2021 ***Revised: 19 June 2021*** ***Accepted: 25 July 2021***

Abstract

Trend variations in large-scale atmospheric systems like subtropical high pressure play a significant role in climate change. In this study, to achieve the objectives, mid-level atmospheric geopotential altitude data were employed based on the European Center Database of Atmospheric Medium-Term Forecasting. The data that have a spatial resolution of 1*1 degree of curveand are collected on a daily average. The statistical period of the research ranges from 1980 to 2018 for Iran and included 155 cells. Mann-Kendall trend test was used to explore the geopotential altitude trend on Iran. The results showed that the atmospheric geopotential altitude on Iran in June, July, and August has an increasing (positive) trend which is at the significant level of 1.96. The decreasing trend of geopotential altitude in the eastern and southeastern regions of Iran is remrkable. Moreover, in all the investigated months, Iranian atmosphere altitude in the central, western and northwestern regions had an upward trend, which is generally influenced by the high-pressure subtropical level. These changes cause abnormalities in climatic patterns of the regions. The study also showed that continuing subtropical pressure stack on top of ever-increasing trend in the region is significant.

Keywords: Geopotential Altitude, Trend Analysis, Climate Change, Iran

* Corresponding author: mukhtar fatahian E-mail: mukhtar.fatahian@gmail.com Tel: + 0989192556845

How to cite this Article: Hejazizadeh, Z., Alijani, B., Asakere, H., & Fatahian, M. (2022). Analysis of Geopotential Altitude Trend on Iran under the Influence of Climate Change. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 201-216.
DOI: 10.22067/geoeh.2021.70712.1068

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant with open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70712.1068

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۲۱۶-۲۰۱

مقاله پژوهشی

واکاوی روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو بر روی ایران تحت تأثیر تغییر اقلیم

زهرا حجازی‌زاده- استاد اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
بهلول علیجانی- استاد اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
حسین عساکره- استاد اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
مختار فتاحیان[1]- دکتری اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۱۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۳/۲۹ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۵/۳

چکیده

تغییر روند سامانه‌های کلان‌مقیاس جوی همچون پرفشار جنب‌حاره‌ای، نقش بسزایی در تغییر اقلیم سطح زمین دارد. در این پژوهش برای نیل به این هدف، از داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل جو تراز میانی (تراز ۵۰۰ ه.پ) از پایگاه داده وابسته به مرکز اروپایی پیش‌بینی میان‌مدت جو استفاده شده است. این داده‌ها داری تفکیک مکانی ۱*۱ درجه قوسی و به صورت میانگین روزانه برداشت گردیده است. دوره آماری این پژوهش از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۹ میلادی برای کشور ایران بوده و شامل ۱۵۵ یاخته است. جهت بررسی روند ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی ایران از آزمون روند من-کندال استفاده گردید. نتایج پژوهش نشان داد که ارتفاع ژئوپتانسیل جو بر روی ایران در ماه‌های ژوئن، جولای و آگوست دارای روند افزایشی (مثبت) در سطح معنی‌داری ۱,۹۶ است. البته روند کاهشی ارتفاع ژئوپتانسیل در مناطق شرق و جنوب شرق ایران قابل تأمل است. همچنین در تمام ماه‌های موردبررسی، ارتفاع جو ایران در مناطق مرکز، غرب و شمال غرب روند افزایشی داشته که عموماً این روند افزایشی متأثر سطح گستره پرفشار جنب حاره است. این تغییرات باعث ناهنجاری در الگوهای آب و هوایی مناطق می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: ارتفاع ژئوپتانسیل، تحلیل روند، تغییر اقلیم، ایران.

۱ نویسنده مسئول:۰۹۱۹۲۵۵۶۸۴۵ Email: mokhtar.fatahian74@gmail.com

نحوه ارجاع به این مقاله:

حجازی زاده، زهرا؛ علیجانی، بهلول؛ عساکره، حسین؛ فتاحیان، مختار. (۱۴۰۱). واکاوی روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو بر روی ایران تحت تأثیر تغییر اقلیم. جغرافیا و مخاطرات محیطی.۱۱(۱).صص ۲۱۶-۲۰۱
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70712.1068

۱- مقدمه

تغییر اقلیم، تغییر معنی‌دار در متوسط داده‌های هواشناسی در طی یک دوره زمانی معین است که علل وقوع آن به عوامل کیهانی، زمینی و انسانی نسبت داده می‌شود (عزیزی، ۱۳۸۳). امروزه مسأله تغییر اقلیم به‌عنوان یکی از شایع‌ترین مباحث علمی مطرح شده است؛ چراکه اصولاً تغییر و حرکت، جزء وجودی سامانه‌های کلان‌مقیاس جوی است. بر این اساس کشف قانونمندی تغییر این سامانه‌ها که عمدتاً به صورت چرخه‌ای هستند، خود ابزاری است که بتوان بـه کمک آن اقدام به پیش‌بینی رفتارهای بعدی سامانه کرد (کاشکی، ۱۳۹٦). توجه به تغییر الگوهای زمانی- مکانی پدیده‌ها در شناخت پویایی و ابعاد اقلیم از اهمیّت شایان توجهی برخوردار است (عساکره، ۱۳۹۲). از دیدگاه اقلیم‌شناسی سینوپتیک، الگوها و عناصر متفاوتی از جریان‌های بزرگ‌مقیاس جوی، اقلیم ایران را کنترل می‌کنند که از آن میان می‌توان به کمربند پرفشار جنب‌حاره‌ای اشاره کرد (علیجانی، ۱۳۸٤). پرفشار جنب‌حاره، سامانه همدید پویشی (دینامیکی) بزرگی در مقیاس سیاره‌ای است که مرکز آن بر روی اقیانوس اطلس شمالی قرار دارد. این سامانه به دلیل گرمایش پویشی (دینامیکی) و ایجاد پایداری با هوایی گرم، آفتابی و خشک همراه است. این پرفشار در تراز فوقانی وردسپهر به‌ویژه فصل تابستان کل منطقه جنوب آسیا تا شمال آفریقا را دربر می‌گیرد (زرین،۱۳۸٦). کمربندهای پرفشار مذکور که از دیرباز مرکز فعالیت[1] نامیده می‌شوند، بارزترین و دائمی‌ترین سیمای گردش وردسپهری در این مناطق (مناطق جنب حاره) به شمار می‌روند (بری و کارلتون[2]، ۲۰۰۱). شکل‌گیری و تداوم این کمربندهای فشار و چگونگی رفتار و تغییرات آن‌ها، همچنین تأثیرگذاری بر سایر پدیده‌ها توسط بسیاری از دانشمندان جهان و ایران موردمطالعه قرار گرفته است.

هاریس و همکاران[3] (۱۹٦۲) تغییرات روزانه باد، فشار و دما در وردسپهر و پوش‌سپهر را بر روی آزور برای هر ماه از سال در ۳۰ تراز ارتفاعی، از سطح زمین تا ۱۰ هکتوپاسکال موردبررسی قرار دادند. نتایج مقایسه کار این محققان با نظریه تابش (وقوع بیشینه دما در حوالی ظهر و یا چند ساعت پس از آن) نشان داد که، تغییرات روزانه دما به دلیل تغییرات در شیو ارتفاعی پوش‌سپهر رخ داده است. آگی[4] (۱۹۹۱) در تحقیقی روند فراوانی چرخندها و واچرخندهای نیمکره شمالی را موردبررسی قرار داد و آن‌ها را با دوره‌های گرمایش و سرمایش مقایسه نمود. نتیجه کار این محقق دلالت بر این دارد که چرخنده و واچرخندها در طی دوره‌های سرمایش کاهش و در طی دوره‌های گرمایش افزایش داشته‌اند.

مراکز پرفشار جنب حاره به‌تناسب فصل سال و تحت تأثیر ناهمواری‌ها، تضاد گرمایشی بین خشکی و دریا، بودجه انرژی جو و... از الگو و ناپیوستگی زمانی – مکانی برخوردارند. به‌عنوان‌مثال در خصوص الگوی مکانی

1 Centers of Action
2 Barry and Carleton
3 Harris et al
4 Aggi

پرفشـار جنب حاره، بل و بوسـارات[1] (۱۹۸۹) طی بررسـی تراز ۵۰۰ هکتوپاسـکال دریافتند که بیشـینهٔ ارتفاعی مراکز پرفشـار جنب حاره در فصـل تابسـتان، روی خشکی‌های جنوب غرب آمریکا، شمال غرب آفریقا، جنوب ایران، فلات تبت و جنوب شـرق چین قرار می‌گیرد. بررسـی‌های دیویس و همکاران[2] (۱۹۹۷) در طی سال‌های ۱۸۹۹ تا ۱۹۹۰ نیز نشـان داد که واچرخند آزور در طول تابسـتان و زمسـتان دارای الگوهای متفاوتی می‌باشد؛ بدین معنا که این واچرخند در تابسـتان به شـکل یک سـلول بر روی اقیانوس اطلس مرکزی ظاهر می‌شـود، درصـورتی‌که الگوی زمسـتانه آن به صورت دو سلول، یکی بر روی جنوب شرق ایالات‌متحده و دیگری بر غرب مراکش ایجاد می‌گردد.

لو و دانگ[3] (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای وردایی سـال‌به‌سـال پرفشـار جنب حاره تابسـتانه در اقیانوس آرام شـمالی را با اسـتفاده از داده‌های دوباره تحلیل شـده و تجربیات عددی موردبررسـی قرار دادند. نتیجه بررسـی فوق حاکی از ارتباط معنادار بین وردش مداری پرفشـار جنب حاره و وردش شدت همرفت جو بر روی استخر گرم است. هر چه همرفت بر روی اسـتخر گرم شـدیدتر باشـد، موقعیت پرفشـار شـرق‌سـوتر اسـت و بالعکس. اخیراً دانشمندان به‌منظور تحلیل الگویی فضـایی و نیز عوامل مؤثر بر رفتار و تقویت پرفشـارهای جنب‌حاره‌ای، توجه خاصـی به سـازوکار مقیاس منطقـه‌ای دارند، از این قبیل مطالعات می‌توان به کارهای (هاسـکینز[4]، ۱۹۹۶؛ لیو و همکاران[5]، ۲۰۰۱؛ وو و همکاران[6]، ۲۰۰۴) اشاره نمود.

لئو و وو[7] (۲۰۰۴) نیز براین باورند که سـازگاری گرمایی جو به واداشـت گرمایی خارجی و تاوایی پتانسـیل، عامل شـکل‌گیری واچرخند جنب حاره می‌باشـد. این محققان بر عامل گرمای نهان همرفتیِ ناشی از گردش موسمی آسیایی و اثر ارتفاعات و شـدت دمای سـطح خشـکی‌های مناطق جنب حاره در تشکیل واچرخند جنوب آسیا تأکید می‌کنند. پرفشـار جنب حاره، گردش جو و انتقال بخارآب به اطراف را تحت تأثیر قرار داده و شـرایط جوی را نه‌تنها در نواحی مجاور و در امتداد جنب حاره، بلکه بر روی کل کره زمین متأثر می‌سـازد. به‌عنوان‌مثال سـانتوز و همکاران[8] (۲۰۰۵) در پژوهشـی دریافتند که طی فاز مثبت NOA و تقویت پرفشـار آزور بر روی شـبه‌جزیره ایبری، عموماً شـرایط اقلیمیِ خشـک شـکل می‌گیرد. گالانیو و همکاران[9] (۲۰۰۶) در یک دوره ۵۴ ساله، واچرخندهای بسته عرض‌های جنب حاره و میانی را در سـه تراز ۸۵۰،۵۰۰ و ۲۰۰ هکتوپاسـکال موردبررسـی قرار دادند. نتایج کار این محققان نشـان داد که واچرخندهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسـکال در طول تمامی ماه‌های سـال بر روی اقیانوس‌های جنب حاره و در طی سـه‌ماهه

1 Bell and Bosart
2 Davis et al
3 Lu and Dong
4 Hoskins
5 liu et al
6 Wu et al
7 Liu and wu
8 Santos et al
9 Galarneau et al

گرم سال بر روی قاره‌های این مناطق ایجاد می‌شوند. همچنین این محققین نشان دادند که واچرخندهای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در مناطق اقیانوسی و در زیر ناوه تراز بالاتر ایجاد می‌شود. این در حالی است که به نظر آن‌ها واچرخندهای تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال تنها در طی فصل تابستان، آن هم بر روی قاره‌های مناطق جنب حاره ایجاد می‌شوند.

امروزه به دلیل مطرح شدن گرمایش جهانی و پدیده رخداد تغییر اقلیم، واکاوی تغییرات الگوهای گردشی جو با استفاده از مدل‌های اقلیمی و روش‌های آماری مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است (رابیل و همکاران[1]، ۲۰۰۵). طبق مطالعات انجام شده از اواسط دهه ۱۹۷۰ به‌سرعت اندازه‌های سالانه ارتفاع مناطق جنب حاره در حال افزایش بوده است. ازآنجاکه هوای نزولی (STHP[2]) باعث افزایش خشکی هوا می‌شود، گسترش آن ممکن است مناطق مرطوب را به سمت‌وسوی زمین‌های خشک‌تر متمایل کند. لی و همکاران[3] (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای به کمک داده‌های NCEP جهت مطالعه تغییرات ارتفاع ژئوپتانسیل پرفشار آزور در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و همچنین با استفاده از داده‌های ECMWF (ERA-40)، بارش تابستانه جنوب شرق ایالات‌متحده امریکا را بین سال‌های ۱۹٤۸ تا ۲۰۰۷ موردبررسی قرار داده‌اند. هدف آن‌ها مطالعه تغییرات پرفشار ارتفاع آزور (متأثر از گرم شدن کره زمین) و تغییرپذیری بارش تابستانه جنوب شرق امریکا بود. بر اساس نتایج، ارتفاع پرفشار جنب حاره آزور بیشتر شده و تمایل پرفشار به سمت مناطق غربی‌تر، منجر به کاهش بارندگی و خشک شدن تابستان‌های جنوب شرق امریکا طی چند سال اخیر شده است. پیش‌بینی‌ها نشان داد روند افزایش دمای زمین باعث تشدید پرفشار مذکور و نزدیک‌تر شدن هسته پرفشار به مناطق غربی (امریکا) و افزایش خشکسالی‌ها در این منطقه شود. این نتایج تحقیقات قبلی را که نشان می‌دهد گسترش شمال‌سو واچرخندها به مناطق خشک جنب حاره در نیمکره شمالی با ادامه تغییرات آب و هوایی جهانی تقویت شده، تأیید می‌کند.

تغییرات در موقعیت یا شدت واچرخندهای جنب حاره، پیامدهای مهمی برای تغییرات آب و هوایی در مقیاس‌های منطقه‌ای و جهانی دارد. در بررسی سناریوهای قرن بیست و یکم در چارچوب فاز سوم و پنجم پروژه، تشدید پرارتفاع جنب حاره در هر دو نیم‌کره شمالی و جنوبی براساس الگوهای ترکیبی CMIP-3 و CMIP-5 گزارش شده است. وو و لیو[4] (۲۰۱۷) به بررسی واکنش و تغییرات آینده در واچرخندهای جنب حاره در مقابل گرمایش جهانی با استفاده از داده‌های مدل CMIP5 تحت سناریو RCP8.5 بر روی نیمکره شمالی و جنوب پرداخته‌اند. یافته‌های این محققان بیانگر این واقعیت است که، با افزایش گرمایش دررو ناشی از بالا رفتن گرمایش جهانی در سطح اقیانوس‌ها، شدت واچرخند آزور در نیمکره شمالی بیشتر شده و گستره مداری آن افزایش یافته

1 Raible et al
2 Subtropical high pressure
3 Lee et al
4 Wu and liu

است. همچنین خروجی مدل تا سال ۲۱۰۰ شدت و گستره واچرخندهای جنب حاره نیمکره شمالی را قوی‌تر از نیمکره جنوبی پیش‌بینی کرده است.

چرچی و همکاران[1] (۲۰۱۸) در مقاله‌ای با عنوان (پاسخ مراکز پرفشار جنب حاره به گرمایش جهانی) با کمک سناریوهای اقلیمی (cmip3_cmip5) به بررسی اثر تغییر اقلیم بر تغییرپذیری پرفشارهای جنب‌حاره‌ای از منظر شدت و گسترش این مراکز پرداختند. یافته‌ها نشان داده که تغییرات به وجود آمده در مراکز پرارتفاع جنب حاره ازنظر شدت و ضعف در دو نیمکره یکنواخت نیست و متفاوت‌تر گزارش شده است. در نیمکره شمالی بر اساس خروجی سناریو (CMIP3)، تقویت پرارتفاع جنب‌حاره‌ای ناشی از گرمایش دیاباتیک سطحی بیشتر بر روی قاره‌ها و دمای پایین سطح اقیانوس‌ها است که گردش واچرخندی نزدیک به سطح زمین را تسهیل می‌کند. همچنین براساس عملکرد مدل‌های(CMIP-5) در نمایش موقعیت میانگین و شدت پرارتفاع جنب حاره در فصول مختلف سال، پرارتفاع جنب حاره در نیمکره شمالی (قوی‌تر) و در نیمکره جنوبی (ضعیف‌تر) شناخته شده‌اند. تضعیف پرفشارهای نیمکره جنوبی با توجه به شکل‌گیری ابرهای لایه پایین بر سطح دریا عمدتاً بر روی اقیانوس اطلس و اقیانوس آرام مدنظر بوده است. در مقایسه دو سناریو براساس آینده‌نگری، سناریو (CMIP-5) نتایج کمی متفاوت‌تر بوده است. با بیان اینکه پرارتفاع جنب حاره بر فراز اقیانوس آرام شمالی، اقیانوس اطلس جنوبی و اقیانوس هند در نیمکره جنوبی ضعیف‌تر خواهند شد، مراکز پرارتفاع جنب حاره در نیمکره شمالی تشدید خواهند شد. تیویگ و همکاران[2] (۲۰۲۰) با استفاده از مدل اقلیمی (cmip5) به مطالعه تغییرات روند رطوبت (UTH) تروپوسفر فوقانی و همچنین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مقادیر میزان تابش مناطق واقع در مناطق جنب حاره را در دوره گرم و سرد سال موردبررسی قرار دادند. نتایج نشان داده است که، مناطق جنب حاره در تروپوسفری فوقانی در نیمکره زمستان کمربند خشکی تشکیل می‌دهند و با افزایش سالانه ۱٪ غلظت CO2، تمایل به خشک شدن در لبه قطبی این کمربند خشک نسبت به قسمت‌های بزرگ کره زمین افزوده شده است. همچنین در شبیه‌سازی‌های تاریخی این روند خشک شدن هم قابل مشاهده است. مقادیر بازتابش‌های مادون‌قرمز از تصاویر ماهواره‌ای از سال ۱۹۷۹ نشان می‌دهد، الگوی کلی فصلی، تمایل به خشک شدن در جانب سوی قطبی کمربند پرفشار جنب حاره را برای مقیاس زمان کوتاه‌تر نشان می‌دهد. خروجی مدل‌های اقلیمی گویایی این واقعیت است که پرفشار جنب حاره در هر دو نیمکره در فصل زمستان در تمام طول جغرافیایی روند گسترشی داشته است. در یکی از مطالعات اخیر (ناتالی و همکاران[3]، ۲۰۲۱) با استفاده از مدل‌های اقلیم جهانی (GCM) به بررسی اثر داده‌های درون‌یابی شده از مدل GCM (گرمایش سطحی) بر شدت و گستره پرفشار جنب حاره بر روی اقیانوس آرام جنوبی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که افزایش گرمایش سطحی، از طریق افزایش واگرایی سطح بالا، امواج راسبی را تحریک می‌کند که به عرض‌های جغرافیایی نیمکره جنوبی

1 Cherchi et al
2 Tivig et al
3 Natalie et al

گسترش می‌یابد. با گستره شمال‌سو امواج راسبی، الگوی فشار در سطح دریا تغییر می‌کند، که این امر منجر به تشدید مساحت و قدرت مرکز آنتی سیکلون جنب حاره، در اقیانوس آرام جنوبی می‌گردد.

حجازی زاده (۱۳۷۲) با بررسی نوسان‌های پرفشار جنب حاره و تأثیر آن در تغییر فصل ایران، نتیجه گرفته است که، نوسان‌های دو مؤلفه پرفشار جنب حاره و تاوه قطبی، به تغییر فصل در ایران منجر می‌شود. قائمی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از داده‌های ماهانه ارتفاع ژئوپتانسیل و مؤلفه مداری و نصف‌النهاری باد در یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۷۱–۲۰۰۰) به بررسی الگوی فضایی پرفشارهای جنب حاره آسیا و افریقا پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که، فقط فلات ایران در هر دو تراز میانی و فوقانی وردسپهر دارای پرفشار مستقل است. سایر مناطق ازجمله فلات تبت تنها در تراز فوقانی ولی شمال غرب آفریقا و شبه‌جزیره عربستان فقط در تراز میانی وردسپهر دارای مراکز پرفشار مستقل می‌باشند. به همین ترتیب، پرفشار آزور فقط در تراز زیرین وردسپهر گسترش پیدا می‌کند. همچنین براساس نتایج به دست‌آمده، پرفشار جنب حاره ایران بر خلاف یافته‌های پیشین، در هیچ ترازی زبانه‌ای از پرفشار آزرو نیست.

مفیدی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی به بررسی ساختار گردش بزرگ‌مقیاس جو بر روی جنوب غرب آسیا در طول دوره گرم سال پرداختند. در این پژوهش ابتدا ویژگی‌های بنیادی و ماهیت گردش بزرگ‌مقیاس جو بررسی شد و سپس وردایی زمانی آن برای یک دورهٔ ٦١ ساله (۲۰۰۸–۱۹٤۸) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. یافته‌های این تحقیق بیانگر آن است که، با آغازگری گردش موسمی در جنوب و جنوب شرق آسیا یک جریان غرب سو مداوم در وردسپهر فوقانی شکل می‌گیرد که محل اصلی همگرایی آن چاهه گرمایی جنوب غرب آسیا و شرق مدیترانه است. شکل‌گیری و تداوم جریان مداری غرب سو، جنوب غرب آسیا را محل همگرایی و نزول مداوم هوای منشأ یافته از موسمی جنوب و جنوب شرق آسیا می‌سازد. تداوم نزول بزرگ‌مقیاس هوا ضمن ایجاد شیب معکوس نصف‌النهاری دما، پیدایش یک گردش هدلی معکوس را در امتداد نصف‌النهاری بر روی جنوبغرب آسیا موجب می‌گردد. علیجانی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای با استفاده از تحلیل فضایی به بررسی نقش گرمایش جهانی در گستره هسته پرفشار جنب حاره از نظر ارتفاع و شدت آن پرداخته‌اند. نتایج نشان داده که، ارتفاع هسته پرفشار جنب حاره (ارتفاع ۵۹۱۰ ژئوپتانسیل متر) نسبت به شرایط مشابه در دوره اول مطالعاتی یعنی قبل از شرایط گرمایش جهانی، به ارتفاع ۵۹٤۰ متر تحت تأثیر گرمایش جهانی رسیده است و شدت آن فزونی یافته است.

با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور ایران و قرارگیری آن در معرض سامانه های اقلیمی حاره‌ای و برون‌حاره، اقلیم کشور در رابطه تنگاتنگی با این سامانه‌ها و جابجایی آن‌ها قرار دارد. بدین جهت در این مطالعه تلاش نموده‌ایم تا به بررسی روند تغییرات و جابجایی سامانه پرفشار جنب‌حاره بر روی ایران بپردازیم. شناسایی موقعیت جغرافیایی پرفشار جنب حاره و وردش‌های زمانی–مکانی آن به‌عنوان عامل اصلی مؤثر بر آب‌وهوای ایران در دوره گرم سال دارای اهمیّت است.

۲- مواد و روش

در این پژوهش از پـایگـاه داده‌های جو بالا با تفکیک زمانی روزانه در ســـال‌های ۱۹۸۰تا ۲۰۱۹ میلادی از تارنمایی https://www.ecmwf.intکه وابسـته به مرکز اروپایی پیش‌بینی میان‌مدت جو اسـت، اسـتفاده شده است. با استفاده از قابلیت برنامه‌نویسـی نرم‌افزار متلب در سـطح هر یاخته که در عرض و طول مشـخصـی قرار گرفته، داده‌های روزانه (پیکسـلی به ابعاد ۱۲٤۰*۱۵۵) هر یاخته تبدیل به داده‌های سـالانه (پیکسـلی به ابعاد ۱۵۵*٤۰) گردید. سپس روند را برای هر یاخته و درنهایت متوســط ســطح قلمرو مراکز پرفشــار جنب حاره بر روی ایران، برای هر یک از ماه‌های موردمطالعه (ژوئن، جولای، آگوسـت) محاسبه شد. تراز موردبررسی، لایه میانی جو (۵۰۰ ه.پ) می‌باشد. علت انتخاب تراز مذکور این اسـت که تراز ۵۰۰ ه.پ به‌عنوان تراز میانی جو، نشـان دهنده ویژگی سطوح بالا و پایین جو و همچنین بیانگر بیشترین هدایت سامانه‌های عرض‌های میانی و اغتشاشات جوی (علیجانی، ۱۳۷۸) می‌باشد.

به‌منظور الگو درآوردن تغییرات در سـری‌های زمانی ماهانه ارتفاع ژئوپتانسـیل به بررسـی و تحلیل روند پرداخته می‌شـود. در راسـتای بررسـی روند و با هدف دسـت‌یابی به روند پر ارتفاع‌های جنب‌حاره‌ای، روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو موردبررسـی قرار گرفت. جهت محاسـبه روند ارتفاع ژئوپتانسـیل از رگرسیون خطی ساده (روش من- کندال در سـطح اطمینان ۱,۹٦ درصـد معنی‌داری) بهره گرفته شـده اسـت. در این روش معادله برازش خط به صـورت رابطه ۱ است:

$$\hat{y}_i = a + bt_i \qquad (۱$$

در این رابطه $\hat{y}$ مختصـات خط به ازای tهای مختلف اسـت. جزء $a + bt_i$ در این معادله به‌عنوان مؤلفه قطعی موسـوم اسـت که در آن a عرض از مبدأ و b شـیب خط حاصل از معادله است(عساکره، ۱۳۸٦؛ ۲۵-۳). برای محاسبه ضـرایب رگرسـیونی (a,b) در این پژوهش، از روش کم‌ترین مربعات خطا (LSE) بهره گرفته شـده اسـت که محاسبه شیب خط از طریق رابطه ۲ و عرض از مبدأ از رابطه ۳ انجام گرفته است.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \qquad (۲$$

و

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \qquad (۳$$

سـپس آزمون معنی‌داری ضـرایب را بر روی این فراسـنج‌ها انجام دادیم. برآورد شـیب خط (b) نماینده میانگین شـیب خط و انحراف اسـتاندارد شـیب خط (SE(b)) نیز بر اسـاس پراش مانده‌ها ($MSD = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}{n-2}$) به روش زیر قابل حصول است:

$$SE(b) = \sqrt{\frac{MSD}{\sum_{i=1}^{n}(t_i - \bar{t})^2}} \quad (٤$$

می‌توان آزمون فرض صـفر مبتنی بر برابری ضریب شیب خط جامعه (β) با صفر را به صورت $H_0 : \beta = 0$ در مقابل $H_1 : \beta \neq 0$ استفاده از آماره t به شرح زیر انجام داد:

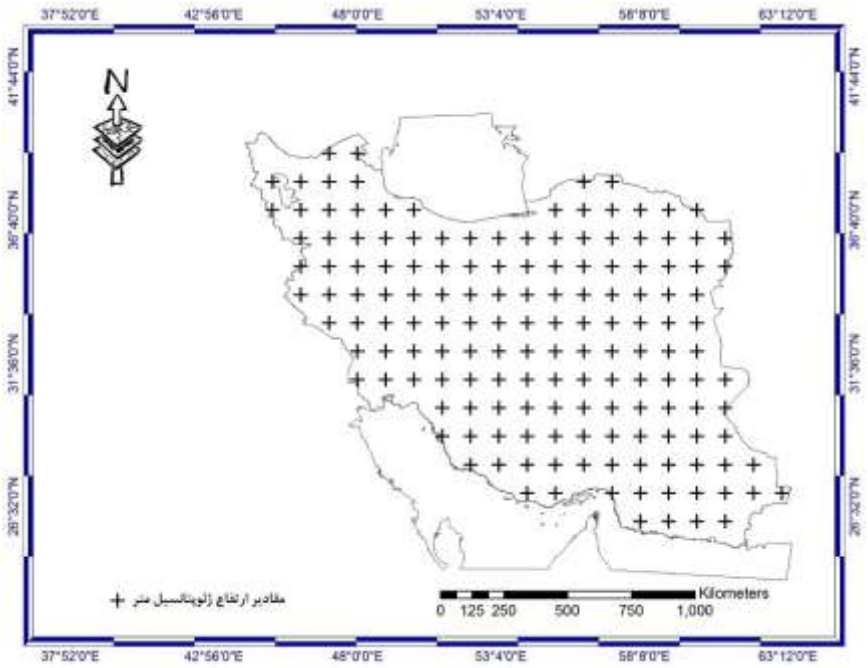
$$t_o = \frac{b}{SE(b)} \quad (٥$$

قدر مطلق t_o با $t_{(n-2,\alpha/2)}$ از جدول t با n-2 درجه آزادی قابل مقایسـه اسـت. درصـورتی‌که قدرمطلق t_o بزرگ‌تر از t جدول (t_c) با n-2 درجه آزادی و در سـطح معنی‌داری α باشد ($|t_o| > t_{(n-2,\alpha/2)}$)، شواهد کافی برای پذیرش فرض صفر وجود نخواهد داشت (عساکره، ١٣٨٦).

تمام محاسـبات مربوطه در محیط نرم‌افزار MATLAB صورت پذیرفت و نقشه‌های مربوط به توزیع مکانی روند پرفشار با استفاده از نرم‌افزار SURFER ترسیم گردید.

۲-۱-منطقه موردمطالعه

محدوده موردبررسـی در این پژوهش، کشـور ایران از ٢٦ تا ٣٩ درجه عرض جغرافیایی و ٤٥ تا ٦٦ درجه طول جغرافیایی می‌باشـد. چون تفکیک مکانی داده‌های ارتفاع ژئوپتانسـیل ۱*۱ درجه قوسـی انتخاب شـده، این محدوده شامل ۱۵۵ یاخته است (شکل ۱).



شکل ۱-محدوده موردبررسی با ۱۵۵ یاخته به تفکیک ۱×۱ درجه

۳-بحث و نتایج

اشکال (۱،۲،۳) چگونگی تغییرات روند ماهانه ارتفاع ژئوپتانسیل متر را در سه ماه (ژوئن، جولای، آگوست) و همچنین مقادیر آماره آزمون من-کندال را در طی دوره آماری ٤٠ ساله (۲۰۱۹-۱۹۸۰) با استفاده روش فوق نشان می‌دهد. جدول ۱، نتایج آزمون من-کندال را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل‌ها نشان داده شده است، ارتفاع ژئوپتانسیل روند رو به افزایشی را در کل دوره بر روی ایران نشان می‌دهد. این افزایش از عرض۳۵ به بالاتر در هر سه ماه و همچنین در کل منطقه قابل توجه است، و به سمت غرب و شمال غرب ایران روندهای افزایشی رخ داده است. حداکثر روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو در عرض‌های ۳۸ و ۳۹ درجه جغرافیایی مشهود است. همچنین بررسی تغییرات روند ارتفاع در طول جغرافیایی نشان می‌دهد که تغییرات ارتفاع ژئوپتانسیل، روند کاملاً متفاوتی را با عرض جغرافیایی بر روی ایران و موقعیت منطقه‌ای دارد (شکل٤، ۳، ۲). بیشترین افزایش روند در طول‌های بین ٤٥ تا ٥٠ درجه شرقی رخ داده است، و به سمت جنوب شرق ایران روندها کاهشی بوده است. با محاسبه مقادیر روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو(جدول ۱)، مشخص گردید که در همه ماه‌ها (ژوئن، جولای، آگوست) آهنگ افزایشی ارتفاع جو بر روی ایران مشاهده می‌گردد. ارتفاع ژئوپتانسیل جو در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد دارای آهنگ افزایشی (مثبت) معنی‌داری در سطح ۱/۹٦ است. بیشترین میزان آهنگ افزایشی مربوط به مردادماه با مقدار ۳/٤ و کمترین مقدار، ازآنِ تیرماه با مقدار ٥- می‌باشد.

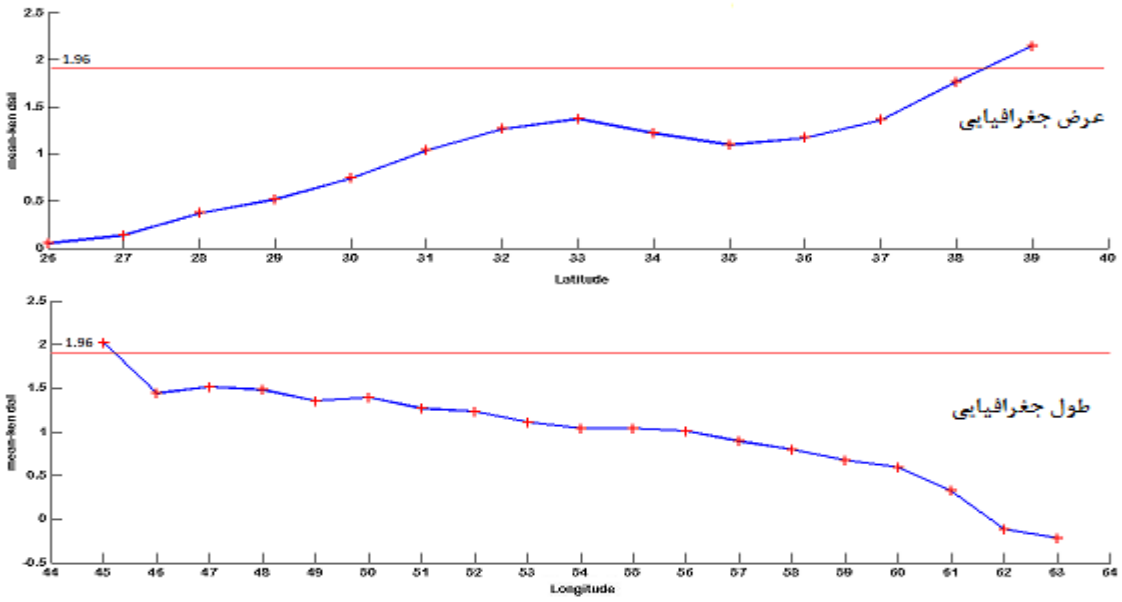
جدول ۱- نتایج آزمون من-کندال در هر سه ماه، طی دوره موردمطالعه

	ماه	مقادیر روند ارتفاع ژئوپتانسیل متر **											
تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال	ژوئن	۲,٤	۲,۱	۱,۹	۱,۷	۱,٥	۱,۳	۱	۰,۹	۰,۷	۰,۱	-۱	-۳
	جولای	۳	۲,۹	۲,۷	۲,٥	۲,۲	۲	۱,۸	۱,٦	۱,٥	۱	۰	-٥
	آگوست	۳,٤	۳,۲	۳	۲,۸	۲,٤	۲,۲	۲	۱,۸	۱,٦	۱,۲	۱	-۱

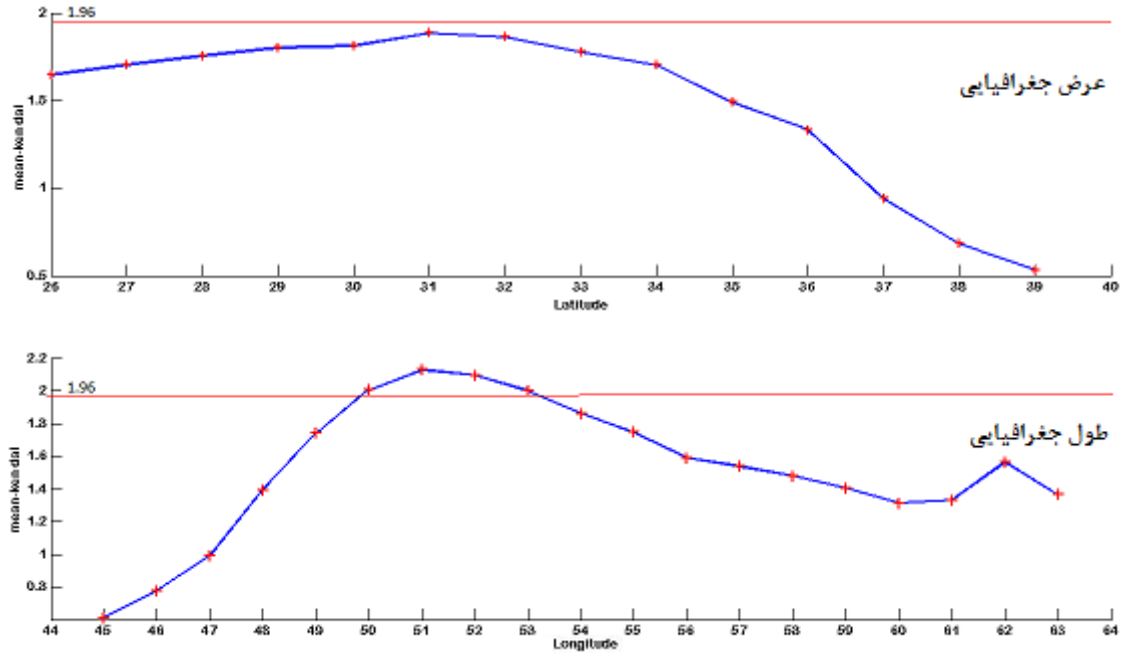
**؛ معنی‌داری را در سطح ۱,۹٦ درصد نشان می‌دهد.

ملاحظه می‌شود که خط روند (شکل ۲) در محدوده عرض جغرافیایی ایران از ۲۷ درجه به‌تدریج روند افزایشی رو گرفته است، اگرچه مقادیر روند پایین‌تر از سطح ۱,۹٦ معناداری نبوده است، ولی روند ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی ایران افزایشی است. به‌این‌ترتیب از عرض‌های ۳۷ درجه به‌تدریج مقادیر روند بالاتر از سطح ۱,۹٦ درصد در حال رخ دادن است. بیشترین آهنگ افزایش عرضی در روند ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی ایران در مردادماه مشاهده می‌گردد که میزان آن حدود ۳۰ متر در طول دوره آماری است. روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو در طول جغرافیایی کشور ایران به طرف شرق، آهنگ کاهشی را نشان داده است (شکل‌های ۲تا ٤). به‌طورکلی، افزایش عرضی ارتفاع ژئوپتانسیل جو بر روی ایران ناشی از تغییرات اقلیمی کلان‌مقیاس و در بعد سیاره‌ای است که مسلماً افزایش گرمایش جهانی و به‌تبع آن پیشروی سامانه پرفشار جنب‌حاره‌ای یکی از پارامترهای تأثیرگذار خواهد بود.

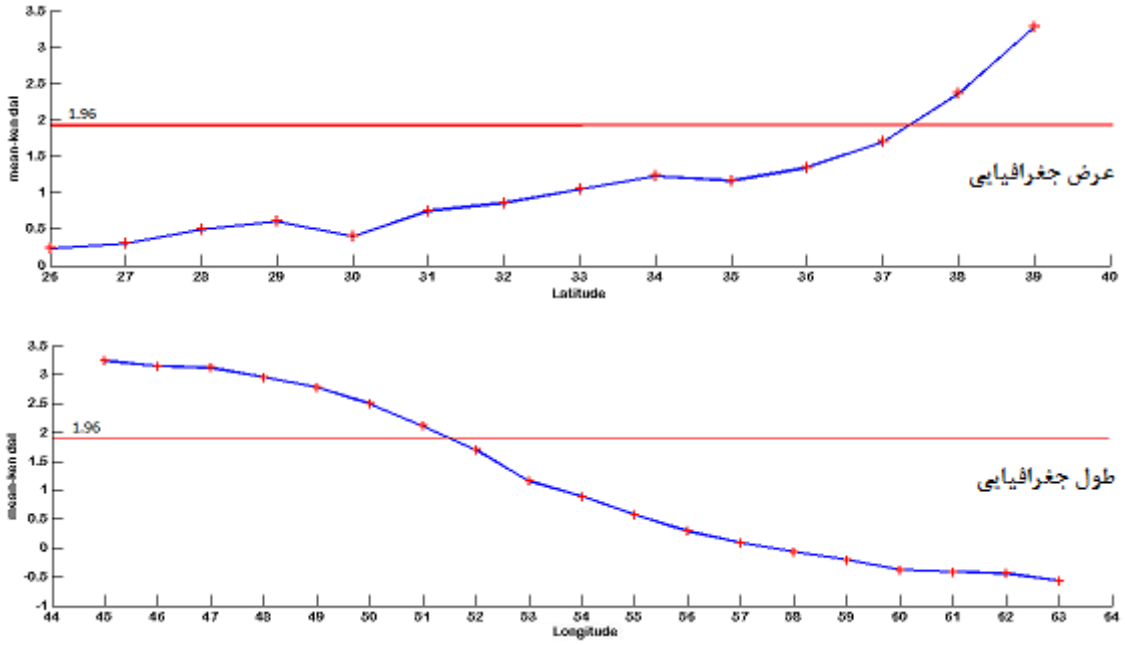
در اشکال زیر محور افقی عرض یا طول جغرافیایی، و محور عمودی مقادیر روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو (معناداری در سطح ۱,۹٦ درصد روش من- کندال) به متر است.



شکل۲- تغییرات روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو در عرض و طول جغرافیایی بر روی ایران (ماه ژوئن)

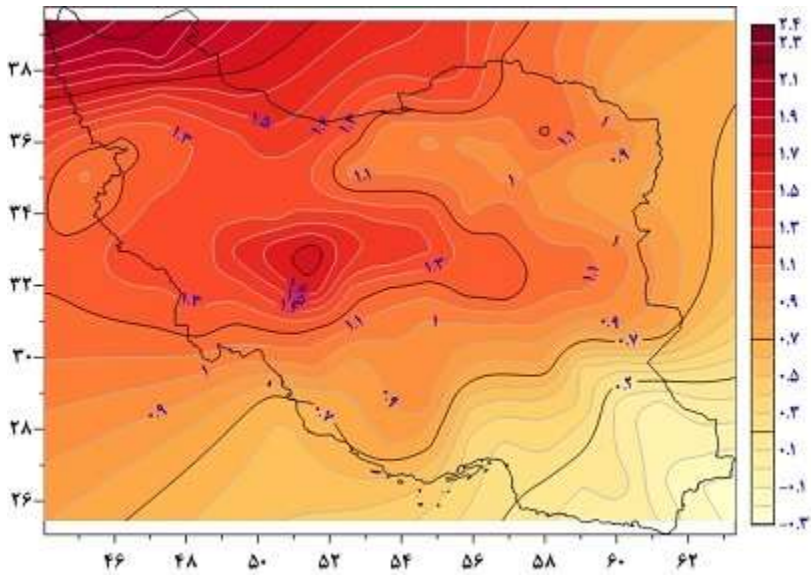


شکل ۳- تغییرات روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو در عرض و طول جغرافیایی بر روی ایران (ماه جولای)

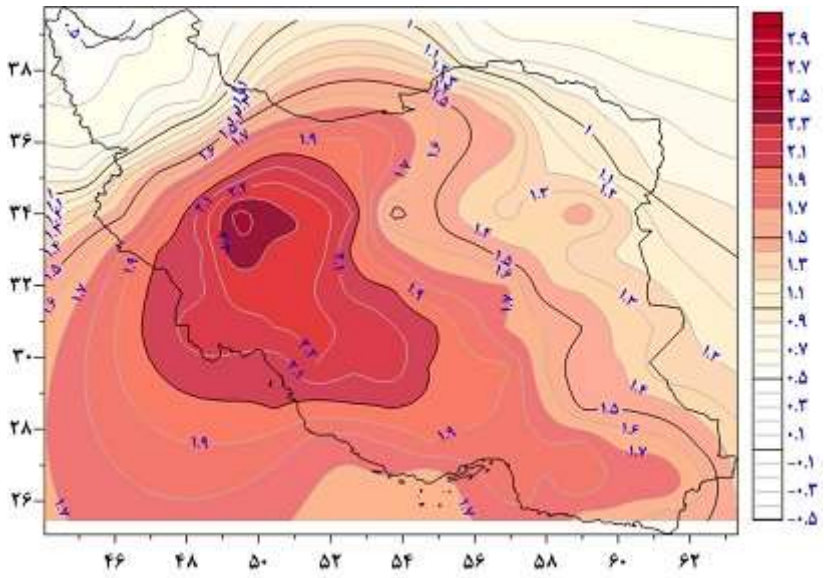


شکل ٤- تغییرات روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو در عرض و طول جغرافیایی بر روی ایران (ماه آگوست)

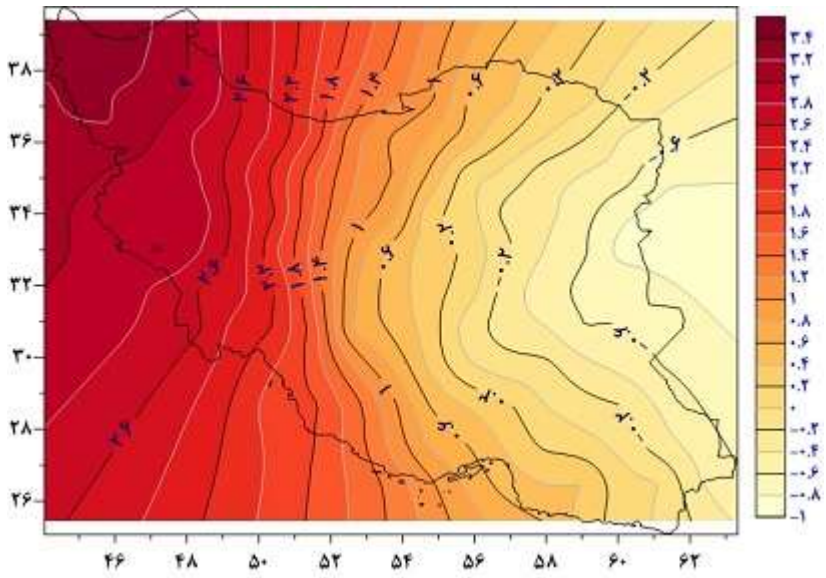
با عنایت به اینکه برای بررسی روند ارتفاع ژئوپتانسیل بر روی کشور ایران، مقادیر روند بر روی نقشه تعریف شده است، همچنان نقشه مربوط به گستره مکانی پرفشار جنب حاره در ماه‌های گرم سال (ژوئن، جولای، آگوست) در دوره آماری ٤٠ ساله، ترسیم گردید (شکل ٥ تا ٧). گستره روند افزایشی ارتفاع جو مربوط به مردادماه می‌باشد، زیرا با گرم شدن هوا و پیشروی پرفشار جنب‌حاره‌ای، ارتفاع جو افزایش یافته و مقادیر بیشینه روند ارتفاع جو در این ماه در مناطق شمال غربی ایران رخ داده است(شکل ٧). عموماً این سیر افزایشی روند ارتفاعی جو طبق شکل های شماره (٥ و٦) نیز در نیمه گرم سال بیشتر در مناطق غرب و شمال غرب ایران در حال رخ دادن است. به‌طور قاطع می‌توان گفت که، روند افزایشی ارتفاع ژئوپتانسیل جو بر روی مناطق مذکور و کاهش مقادیر آن در مناطق شرق و جنوب شرقی کشور، می‌تواند ناشی از پیشروی پرفشار جنب حاره به عرض‌های بالاتر باشد. از سوی دیگر، ممکن است افزایش دمای کره زمین نیز گسترش پرفشار جنب حاره به عرض‌های بالاتر را افزایش داده باشد. به‌هرحال سیر روند صعودی در ارتفاع جو به‌ویژه در مناطق غرب و شمال غرب، نقش مهمی در تغییرات دما و بارش‌های نیمه شمالی کشور ایران خواهد داشت که لزوم توجه بیشتر مطالعات گسترده‌تر را می‌طلبد. تغییر مکانی هسته پرفشار جنب حاره (پیشروی آن)، الگوی پشته‌ای در مناطق غرب و شمال غرب کشور ایجاد خواهد کرد که، باعث تغییر در شدت و بسامد الگوهای گردش جوی منطقه‌ای به‌ویژه آب‌وهوای مناطق خزری خواهد شد. بایستی به این نکته اشاره کرد که با توجه به گرمایش جهانی و ذوب شدن بیشتر یخچال‌های قطبی اختلاف دمای قطب و استوا آهنگ کاهشی داشته و درنتیجه با پیشروی پرفشار جنب حاره به سمت عرض‌های شمالی‌تر شیو نصف‌النهاری فشار تغییر می‌کند. درنتیجه ناهنجاری‌های آب‌وهوایی افزایش می‌یابد.



شکل ٥- مقادیر روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو بر روی ایران (ماه ژوئن)



شکل ٦- مقادیر روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو بر روی ایران (ماه جولای)



شکل ۷- مقادیر روند ارتفاع ژئوپتانسیل جو بر روی ایران (ماه آگوست)

٤-نتیجه‌گیری

تغییر در روند سامانه‌های کلان‌مقیاس اقلیمی همچون پرفشار جنب حاره، نقش بسزایی در تغییر اقلیم مناطق تحت سیطره خویش ایفا نموده است. در این پژوهش بررسی روند ارتفاع پرفشار جنب حاره (تراز ۵۰۰ ه.پ) پیگیری شده است. نتایج روند ارتفاع ژئوپتانسیل طی ٤۰ سال (۲۰۱۹-۱۹۸۰) نشان‌دهنده روندی افزایشی در طی دوره بود که از عرض‌های ۳۷ درجه به بعد شیب این روند شدیدتر شده است. واکاوی نقشه‌های همدید نیز نشان می‌دهد که هسته

پرفشـار جنب حاره در تراز ۵۰۰ ه.پ بر روی ایران و مناطق غربی و شـمال غرب گسـترش بیشـتری یافته است. پیامد چنین تغییراتی سـبب افزایش فرونشـینی و بالارفتن بی‌درروی دمای هوا در مناطق مذکور گردیده که با یافته‌های زرین و مفیدی (۱۳۹۰) کاملاً هماهنگ اسـت. بر پایه یافته‌های پژوهش‌های قبلی (علیجانی و همکاران، ۱۳۹۸) و نقشـه‌های میانگین بلندمدت ارتفاع ژئوپتانسـیل تراز ۵۰۰ ه.پ، بین دو بازه زمانی، افزایش ۱۰ متری ارتفاع هسـته پرفشـار جنب حـاره (در بـازه زمـانی دوم) تحت تأثیر گرمایش جهانی بر روی ایران دیده می‌شـود که با نتایج بررسـی‌های تحقیق حاضـر تأیید می‌شـود. پژوهش پیش رو با هدف شـناسـایی تغییرات ارتفاع ژئوپتانسـیل پرفشار جنب حاره که ایران را تحـت تـأثیر خود قرار می‌دهـد انجام گرفت. این در حالی اسـت که در پژوهش‌های قبلی واکاوی دقیقی از، تغییرات ارتفاع ژئوپتانسـیل جو در عرض و طول جغرافیایی بر روی ایران پیگیری نشـده و مطالعه حاضـر گویای ردیابی دقیق روند پرفشار جنب حاره بر روی ایران است.

نتایج پژوهش حاضـر نشان داد که طی دوره آماری ارتفاع جو در کشور ایران در ماه‌های مرداد، تیر و خرداد، آهنگ افزایشـی را در سـطح معنی‌داری۱,۹٦ را تجربه می‌نماید، که احتمالاً با گسـترش پرفشـار جنب حاره به عرض‌های جغرافیایی بالاتر انطباق دارد. بررسـی روند پرفشـار جنب‌حاره در این مطالعه نشـان می‌دهد که شـدت و فعالیت آن بر روی ایران به‌ویژه در بخش‌های غرب و شـمال‌غرب (عرض ۳۸ درجه شـمالی) فزونی یافته است. این در حالی است کـه حـاکمیت این سـامانه و تغییر موقعیت آن به سـمت عرض‌های شـمالی‌تر، می‌توان به‌عنوان یک عامل مؤثر در خشـکسـالی‌های اخیر در کشـور به نظر آورد. همچنین نتایج حاکی از این اسـت که در دوره ٤۰ ساله موردپژوهش در تمامی ماه‌ها، گسـتره پرفشـار جنب حاره به سـمت شرق و جنوب شرق (طول ۵۲ درجه شرقی) کشور کاهش یافته و سـیر نزولی داشـته اسـت که عموماً این سـیر کاهشـی در نیمه گرم سال ناشی فعالیت مونسون های جنوب شرق آسیا بوده اسـت. به‌طورکلی، افزایش گسـتره پرفشار جنب حاره بر روی ایران، می‌تواند ناشی از تغییرات اقلیمی کلان‌مقیاس در بعـد سـیـاره‌ای بـاشـد کـه یقیناً افزایش گرمایش جهانی یکی از پارامترهای تأثیرگذار بر آن خواهد بود. تغییرات شـمال‌سـو آرایش پرفشار جنب حاره (الگو پشته‌ای) و انتقال آن به عرض‌های بالاتر همراه با کاهش شیو نصف‌النهاری فشار، باعث ناهنجاری‌های اقلیمی منطقه‌ای ازجمله تغییر در نوع و میزان بارش و دما خواهد شد.

کتابنامه

حجازی‌زاده، زهرا؛ ۱۳۷۲. بررسـی سینوپتیکی نوسانات فشار زیاد جنب حاره. رساله دکتری جغرافیای طبیعی. دانشگاه تربیت مدرس تهران، استاد راهنما؛ هوشنگ قائمی.

زریّن، آذر؛ ۱۳۸٦. تحلیل پرفشـار جنب حاره تابسـتانه بر روی ایران. رسـاله دکتری جغرافیای طبیعی. دانشـگاه تربیت مدرس تهران، استاد راهنما؛ هوشنگ قائمی.

زرین، آذر؛ مفیدی، عباس؛۱۳۹۰. آیا پرفشار جنب‌حاره‌ای تابستانه بر روی ایران زبانه‌ای از پرفشار جنب‌حاره‌ای آزور است؟ «بررسی یک نظریه»، یازدهمین کنگره انجمن جغرافیدانان ایران- ۲٤ و ۲۵ شهریورماه ۱۳۹۰-دانشگاه شهید بهشتی، صص ۱۵-۱. https://civilica.com/doc/336594

عزیزی، قاسم؛ ۱۳۸۳. تغییر اقلیم. تهران، نشر قومس، صص۱۲۳.

عساکره، حسین؛ ۱۳۸٦. کاربرد رگرسیون خطی در تحلیل روند دمای تبریز. تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی۸۷، صص۲۵-۳۹. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=86305

عساکره، حسین؛ ۱۳۹۲. تحلیل روند موسم‌های خشک و تر در شهر زنجان. جغرافیا و توسعه، شماره۳۱، صص ٤۹-٤۸. https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=191047

علیجانی، بهلول و همکاران؛ ۱۳۹۸. رفتار سنجی اثر گرمایش جهانی بر پرفشار جنب حاره. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۱، صص ۵۰-۳۳. 10.22059/jphgr.2019.258677.1007223

علیجانی، بهلول؛ ۱۳۷۸. بررسی سینوپتیکی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال خاورمیانه در دوره ۱۹۹۰-۱۹٦۱، مجله نیوار، شماره ٤۵-٤٤، صص۲۹-۷. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=142689

علیجانی، بهلول؛ ۱۳۸٤. آب‌وهوای ایران. انتشارات پیام نور، صص۲۳۰.

قائمی، هوشنگ و همکاران؛ ۱۳۸۸. تحلیل الگوی فضایی پرفشار جنب حاره بر روی آسیا و آفریقا. فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره۱، صص ۲۲٤-۲۲۳. https://hsmsp.modares.ac.ir/article-21-8891-fa.html

کاشکی، عبدالرضا؛ ۱۳۹٦. واکاوی روند تاوهٔ قطبی در نیمکرهٔ شمالی تحت شرایط تغییر اقلیم. جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲۳، صص ۱۹۷-۱۸۱. 10.22067/GEO.V6I3.62149

مفیدی، عباس و همکاران؛ ۱۳۸۹. گردش جو تابستانه در وردسپهر فوقانی بر روی جنوبغرب آسیا و وردایی زمانی آن در طی نیم‌قرن گذشته. ارزیابی علمی و شناخت تغییر اقلیم. چهارمین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، تهران، ۲۹ آذر الی ۱ دی‌ماه ۱۳۸۹، صص۱۲ https://civilica.com/doc/112232

Agee, E. M., 1991. Trends in cyclone and Anticyclone Frequency and Comparison with Periods of Warming and Cooling over the Northern Hemisphere. Journal of Climate, 4,263-2267. https://doi.org/10.1175/1520-0442(1991)004<0263:TICAAF>2.0.CO;2

Barry, R. G., Carlton, M., 2001.Synoptic and Dynamic Climatology, Shubhi Publications London, London. https://www.routledge.com/Synoptic-and-Dynamic-Climatology/Barry-Carleton/p/book/9780415031165

Bell, G. D., and Boast, L. F., 1989. A 15-year climatology of northern hemisphere 500 mb closed cyclone and anticyclone centers. Mon. Wea. Rev., 117, pp. 10-198. https://doi.org/ 10.1175/1520-0493(1989)117<2142:AYCONH>2.0.CO;2

Cherchi, A., Ambrizzi, T., Behera, S., Carolina, A., Morioka, Y,. and Zhou, T.,.2018. The Response of Subtropical Highs to Climate Change. https://doi.org/ 10.1007/s40641-018-0114-1. Corpus ID:134011562.

Davis, R. E., Hayden, P., Gay, A., Phillips, L., and Jones, V., 1997. The North Atlantic Subtropical Anticyclon.Journal of Climate, Vol. 10 , pp. 278-744. https://doi.org/ 10.1175/1520-0442(1997)010<0728:TNASA>2.0.CO;2

Galarneau, T., Bogart, F., and Aiyyer, R., 2006. Closed Anticyclones of Subtropical and Midlatitudes" A 54-y Climatology (1950-2003) and three case Studies" , Submitted to J. Climate, NO.55, pp.349-392. https://doi.org 10.1007/978-0-933876-68-2_16.

Harris, M. F. G., 1962. Finger and steels. Diurnal variation of wind, pressure and temperature in the troposphere and stratosphere over the Azores", Journal of the Atmospheric Sciences, volume 19:136-149. https://doi.org/10.1175/1520-0469(1962)019 <0136:DVOWPA> 2.0.CO;2

Hoskins, B., 1996. on the existence and strength of the summer subtropical anticyclones: Bernhard Hurwitz memorial lecture. Bulletin of the American Meteorological Society, 77, 1287-1292. https://doi.org/10.1002/qj.49712253408

Lee, S. K., Enfield, D. B., and Wang, C., 2011. Future impact of differential Interbasin Ocean warming on Atlantic hurry-canes. J. Climate, 24, 1264–1275. https://doi.org/10.1175/ 2010JCLI3883.1

Liu, Y. M, Wu, G. X., Liu, H., and Liu, P., 2001. Condensation heating of Asian summer monsoon and the subtropical anticyclone in the Eastern Hemisphere. Climate Dynamics, 17,327-338. http://dx.doi.org/10.1007/s003820000117

Liu, Y., and Wu, X, 2004, Progress in the study on the formation of the Summertime Subtropical Anticyclone, Advances in Atmospheric Sciences 21,pp. 320-343. 10.1007/BF02915562

Lu, R., and Dong, B., 2001. Westward extension of North Pacific subtropical high in summer. Journal of the Meteorological Society of Japan, 79, 1229-1241. https://doi.org/10.2151/ jmsj.79.1229

Natalie, A. F., J. B., Erik, T. S., and David, M. S., 2021. The Influence of South Pacific Convergence Zone Heating on the South Pacific Subtropical Anticyclone. Journal of Climate, Volume 34, Issue 10, p.3787-3798. https://doi.org/ 10.1175/JCLI-D-20-0509.1

Raible, C.C., Stocker, T.F., Yoshimori, M., Renold, M., Beyerle, U., Casty C. L. J., 2005. Northern Hemispheric Trends of Pressure Indices and Atmospheric Circulation Patterns in Observations, Reconstructions, and Coupled GCM Simulations. Journal of Climate, Vol. 19, No.18, PP. 3968˚ 3982. https://doi.org/10.1175/JCLI3511.1

Santos, J. A., Corte-Real, J., and Leite, M., 2005. Weather Regimes and Their Connection to the Winter Rainfall in Portugal, International Journal of Climatology, Vol.25, pp. 33-50. https://doi.org/10.1002/joc.1101

Tivig, M., Verena, G., Viju. O. J., and Stefan, A. B., 2020. Trends in Upper-Tropospheric Humidity: Expansion of the Subtropical Dry Zones? Journal of Climate, 33 (6). pp. 2149-2161. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0046.1

Wu, B., Zhou, T., and Liu, T., 2017. Responses of the summertime Subtropical Anticyclones to Global Warming, Climate Dyn., 49, 6465-6479. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0529.1

Wu, G. X., Liu, Y., and Liu, P,. 2004. Formation of the Summertime Subtropical Anticyclone. East Asian Monsoon (World Scientific Series on Meteorology of East Asia), Chang, C. P., Ed., World Scientific Publishing Company, 560. https://doi.org/10.1142/ 97898127 01411_0014

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp. 217-234 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2021.72004.1098 Open access

Pathology of Rural Areas in Risks of COVID-19 (Case Study: Rural Areas of Ijroud City in Zanjan Province)

Saeid Nasire Zare[a*], Taher Parizadi[b], Mojtaba Hakimi[c]

[a] *PhD Candidate in Rural Planning, Department of Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran*
[b] *Associate Professor in Urban Planning, Department of Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran*
[c] *MSc Student in Rural Planning, Department of Geography, Zanjan University, Zanjan, Iran*

Received: 31 August 2021 ***Revised: 27 September 2021*** ***Accepted: 29 October 2021***

Abstract

Human settlements have faced different challenges due to various cultural, economic, and social factors and the threatening componants of the outbreak of COVID-19. Therefore, different models and systems are needed for management and planning. The study focused on the pathology of rural areas regarding the risk of corona virous in rural areas of Ijroud city. This applied used a descriptive-analytical method. The data was obtained from documentary reports. Data analysis was performed in the form of spatial and geographical statistics in ArcGIS/ GeoDA and SPSS. The results showed that there is a positive and significant relationship between corona and the level of services in these areas. On the other hand, most services are concentrated in more populated areas and less populated areas have much fewer services. It is clear that people of areas with fewer services go to areas that have more services, and given the infectious diseases will distribute more in transportations, this is a major factor in the prevalence of the disease in larger and more populous areas. Six rural areas that were the main focus of the disease were identified and preventive measures should be taken to provide services and restrictions on going to these areas.

Keywords: COVID19, Pathology, Geographical Distribution, Management, Ijroud City

* Corresponding author: Saeid Nasire Zare E-mail: Std_Nasire_Saeid@Khu.ac.ir Tel:+ 989194660676
989194660676

How to cite this Article: Nasire Zare, S., Parizadi, T., & Hakimi, M. (2020). Pathology of Rural Areas in Risks of COVID-19 (Case Study: Rural Areas of Ijroud City in Zanjan Province). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 217-234.
DOI: 10.22067/geoeh.2021.72004.1098

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.72004.1098

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۲۳۴-۲۱۷

مقاله پژوهشی

آسیب‌شناسی مناطق روستایی از خطرات شیوع بیماری کرونا
(موردمطالعه: نواحی روستایی شهرستان ایجرود در استان زنجان)

سعید نصیری زارع[1]- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
طاهر پریزادی- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
مجتبی حکیمی- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۷/۵ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۸/۷

چکیده

سکونتگاه‌های انسانی با توجه به عوامل مختلف فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی، زیرساخت‌ها و مؤلفه‌های تهدیدکننده شیوع بیماری کرونا، با چالش‌های مختلفی مواجه شده‌اند و درنتیجه نیازمند الگوها و سیستم‌های متفاوتی برای مدیریت و برنامه‌ریزی هستند. تحقیق به آسیب‌شناسی مناطق روستایی از خطر شیوع بیماری کرونا در نواحی روستایی شهرستان ایجرود پرداخت. تحقیق کاربردی و به روش انجام تحقیق، از نوع تحقیقات توصیفی- تحلیلی است. اطلاعات تحقیق به‌صورت گزارش اسنادی به دست آمد. تحلیل اطلاعات به‌صورت آماره‌های فضایی و جغرافیایی در ArcGIS/GeoDA و SPSS انجام شد که برای بررسی سطح خدمات در نواحی روستایی، خدمات در ۵ گروه بهداشتی- درمانی، تعاونی- بازرگانی، زیرساختی، آموزشی- فرهنگی و ارتباطی تقسیم شدند که اطلاعات آن نیز به‌صورت اسنادی به دست آمد. در ناحیه روستایی، میان مبتلایان بیماری کرونا و سطح خدمات در این مناطق ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد. در سوی دیگر بیشتر خدمات در مناطقی که جمعیت بیشتری دارند، تمرکز یافته و مناطقی که جمعیت کمتری دارند از سطح خدمات کمتری نیز برخوردار هستند. مشخص است مناطقی که خدمات کمتری دارند، برای دریافت خدمات به مناطقی که این خدمات را دارند مراجعه می‌کنند و با توجه به

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۹۴۶۶۰۶۷۶
Email: Std_Nasire_Saeid@Khu.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:
نصیری زارع، سعید؛ پریزادی، طاهر؛ حکیمی؛ مجتبی؛۱۴۰۱. آسیب‌شناسی مناطق روستایی از خطرات شیوع بیماری کرونا (مورد مطالعه: نواحی روستایی شهرستان ایجرود در استان زنجان). جغرافیا و مخاطرات محیطی.۱۱(۱). صص ۲۳۴-۲۱۷
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.72004.1098

ماهیت بیماری‌های عفونی که در مسیرهای حمل‌ونقل و جابجایی گسترش بیشتری می‌یابند، این امر، عامل اصلی برای شیوع بیماری در میان نواحی روستایی بزرگ‌تر و پرجمعیت‌تر گردیده است. در تحقیق ٦ ناحیه روستایی که در کانون اصلی انتشار بیماری قرار داشتند، شناسایی شدند که باید مدیریت و اقدامات پیشگیرانه برای تأمین خدمات و محدودیت‌های مراجعه به این مناطق انجام گردد.

کلیدواژه‌ها: بیماری کرونا، آسیب‌شناسی، توزیع جغرافیایی، مدیریت، شهرستان ایجرود.

۱- مقدمه

پس از دو شیوع کرونا ویروس (سندرم حاد تنفسی) در سال ۲۰۰۳ - ۲۰۰۲ و سندروم تنفسی خاورمیانه در سال ۲۰۱۲، یکی دیگر از انواع ویروس کرونا برای آلوده کردن جمعیت انسانی در قرن ۲۱ شیوع پیدا کرده است (پرلمان[1]، ۲۰۲۰؛ لاخانی و همکاران[2]، ۲۰۲۰). شیوع این بیماری ابتدا در ووهان چین گزارش و پس از همه‌گیر شدن آن در بسیاری از مناطق چین و کشورهای دیگر (لی و هاش[3]، ۲۰۲۰؛ کیوسینوتا و وانلی[4]، ۲۰۲۰؛ گایوان و همکاران[5]، ۲۰۲۰)، چالش‌های جدید بسیاری را در زمینه اقتصاد ملی، مسائل اجتماعی، روان‌شناختی (یی و همکاران[6]، ۲۰۲۰: ؛ ها و شاوو[7]، ۲۰۲۰؛ بریز ردون و همکاران[8]، ۲۰۲۰) و همچنین بهداشت عمومی به وجود آورده است (دجالانتا و همکاران[9]، ۲۰۲۰). در ارتباط با این بیماری، که در آینده برای شیوع، مقابله و مدیریت آن مباحث متفاوتی نیز مطرح خواهد شد؛ واقعیات موجود بیانگر آن است که در شرایط کنونی که هیچ‌گونه درمان مشخصی برای بیماری وجود ندارد، شناخت جغرافیای گسترش آن برای مدیریت مؤثر آن اهمیت اساسی دارد. پرداختن به آن نیز در مناطق روستایی به دلیل فاصله جغرافیایی بسیار زیاد، خدمات پایین بهداشتی- درمانی، وضعیت اقتصادی- اجتماعی پایین‌تر (جنکینز و همکاران[10]، ۲۰۲۰: ۱؛ توماس و سنل[11]، ۲۰۱٤؛ اسپارکس[12]، ۲۰۱۲؛ دوتارا سوتو و همکاران[13]، ۱۹۹۸) و به دلیل آمار بالای مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های زمینه‌ای (بیماری قلبی عروقی و سرطان) در میان ساکنان روستایی (زهاند و همکاران[14]، ۲۰۱۸؛ مک‌کارتی[15]، ۲۰۱۵)، اهمیت اساسی دارد. در ارتباط با شیوع و گسترش بیماری کرونا،

1 Perlman
2 Lakhani et al
3 Lee and Hsueh
4 Cucinotta and Vanelli
5 Gayawan et al
6 Ye et al
7 Hua and Shaw
8 Briz-Redón et al
9 Djalante et al
10 Jenkins et al
11 Thomas et al
12 Sparks
13 Dutra Souto et al
14 Zahnd et al
15 McCarthy et al

کشـورمان نیز درگیر این بیماری شـد. این بیماری ابتدا در مناطق شـهری شیوع پیدا کرد و در زمان کوتاه در بسیاری از مناطق روسـتایی نیز گسـترش یافت. بااین‌حال، با توجه به واقعیات موجود در نواحی روسـتایی کشـورمان و توزیع واحدهای درمانی- بهداشـتی و جمعیت روسـتایی در سـرشـماری ۱۳۹۵، متوسـط هر سـه روسـتا دارای یک مرکز بهداشـتی و درمانی اسـت. از طرف دیگر برحسـب سرانه‌هایی که وزیر بهداشت در ارتباط با توزیع مراکز بهداشتی در مناطق روسـتایی کشـورمان اعلام نمودند، نمی‌توان انتظار داشـت که پیشـگیری، هشـدار و درمان این بیماری در زمان کوتاه، با هزینه کم(جانی و مالی) و با کمترین آسـیب به سـرمایه اجتماعی در مناطق روسـتایی‌مان حاصـل شود. همین امر نیز اهمیت پژوهش حاضر را برای یک شناخت و بررسی از آن مشخص می‌کند.

مناطق روسـتایی شـهرسـتان ایجرود نیز ازجمله مناطق روستایی بودند که شناسایی ابتلایان به این بیماری در نواحی روسـتایی آن شـناسایی شد. مناطق روستایی این شهرستان از توزیع جغرافیایی بسیار زیاد و از سطح توسعه (مشگینی و اکرم، ۱۳۹۱) و خدمات بهداشـتی- درمانی کمتری برخوردار هسـتند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱؛ نجفی و یزدانی امیری، ۱۳۹۲)، که این موجب می‌گردد تا این نواحی، در برابر شـیوع این بیماری آسـیب‌پذیرتر گردند. تحقیق ابتدا به شـناخت جغرافیای این بیماری و سـپس به بررسـی نواحی آسیب‌پذیر در برابر این بیماری و نواحی که تعداد بالایی از مبتلایان بیماری دارند، خواهد پرداخت. نتایج تحقیق نیز طبیعتاً به دلیل اهمیت موضـوع، می‌تواند مورد توجه بسـیاری از نهادهایی که در ناحیه روستایی موردمطالعه برای کنترل و درمان این بیماری تلاش می‌کنند، قرار بگیرد.

پس از شـیوع بیمـاری کرونا در مناطق، درمان و مدیریت این بیماری نیز به‌سـرعت مورد توجه قرار گرفت و در تحقیقات دانشـگاهی نیز این امر اهمیت پیدا کرد. اما برای تفهیم و بررسـی مناسـب پیشینه تحقیق، این تحقیقات در سه گروه کلی دسـته‌بندی می‌گردند. در گروه اول تحقیقاتی هستند که در موضوع بهداشت و درمان این بیماری بودند، این تحقیقات در موضـوعات متفاوت و با هدف پزشـکی و درمان این بیماری انجام گرفته‌اند. تحقیقات شـیخ حسـن و همکاران (۱۳۹۹)، قطبی و همکاران (۱۳۹۹)، مارسـلا و همکاران[1] (۲۰۲۱)، کارلوسـی و همکاران[2] (۲۰۲۰)، از این دسـت مطالعات بوده اسـت. آنان در این تحقیقات بیشـتر سعی داشتند به شناخت و بررسی بیشتر این بیماری بپردازند. در گروه دوم نیز مطـالعـاتی هسـتند که به سـطح آمادگی و خدمات درمانی- بهداشـتی مناطق در برابر این بیماری بپردازند. تحقیقات مونات[3] (۲۰۲۰)، ناندا و جیولیانتی[4] (۲۰۲۰)، یانگ و رن[5] (۲۰۲۰)، اگونکولا و همکاران[6] (۲۰۲۰)، از این دسـت اسـت که نتایج این تحقیقات، بیانگر آمادگی و سطح خدمات نامناسب در مناطق شهری و روستایی بوده که بنابراین بر ضـرورت فعالیت‌ها و اقدامات درمانی مناسـب در این مناطق تأکید می‌کنند. اما در گروه سـوم تحقیقاتی

1 Marcela et al
2 Carlucci et al
3 Monnat
4 Nanda and Julianti
5 Yang and Ren
6 Ogunkola et al

هستند که به شناخت جغرافیایی و گسترش شیوع این بیماری چه در مناطق شهری و چه در مناطق روستایی پرداخته‌اند که این مطالعات ارتباط نزدیکی با مطالعه حاضر دارند. عیسی‌زاده و همکاران (۱٤۰۰)، پراکندگی زمانی و مکانی گسترش این بیماری را در استان‌های قم و مازندران بررسی می‌کنند. آنان براساس مدل‌هایی که در تحقیق خود استفاده می‌کنند بدین نتایج دست می‌یابند که مهم‌ترین عامل پراکندگی زمانی و مکانی بیماری را سفرهای گردشگری و زیارتی به استان‌های قم و مازندران می‌دانند. در تحقیق دیگر رهنما و بازرگان (۱۳۹۹)، به بررسی الگوی پخش بیماری کرونا در مناطق روستایی و شهری می‌پردازند. براساس نتایج تحقیق، مهم‌ترین عامل جغرافیایی برای شیوع بیماری کرونا، فاصله و مجاورت جغرافیایی استان‌های درگیر با این بیماری بوده است. آنان در مطالعه دیگری نیز به تحلیل الگوهای مکانی- زمانی بیماری و مخاطرات آن در کشورمان را بررسی می‌کنند که نتایج تحقیق آنان نیز ضمن تأیید نقش فاصله و مجاورت مکانی استان‌های درگیر این بیماری، همچنین بر ممنوعیت سفر به شهرهای زیارتی و ارائه خدمات سازمان‌ها و ادارات به‌صورت غیرحضوری را برای کاهش شیوع بیماری کرونا در کشور تأکید می‌کنند. در مطالعات دیگر نیز جیا و همکاران[1] (۲۰۲۰)، مهاجرت و جریان حرکات جمعیت را در چین به‌عنوان عامل گسترش بیماری می‌دانند. همچنین گایاوان و همکاران[2] (۲۰۲۰)، بر شیوع و گسترش بیماری کرونا در آفریقا می‌پردازند. یا در مطالعه دیگر که ابراهیم[3] (۲۰۲۰)، شیوع بیماری کرونا را در مناطق شهر مکّه بررسی می‌کند و در نتایج تحقیق خود بر جمعیت و تراکم آن تأکید می‌کند.

به‌طورکلی با شیوع و شناسایی اولین مورد مبتلا به کرونا در کشور چین، به‌سرعت این بیماری در بسیاری از مناطق (شهری- روستایی) نیز گسترش یافت. همین امر کشورها و مناطق را در یک شرایط بحرانی برای آمادگی و توسعه خدمات بهداشتی و درمانی در برابر این بیماری قرار داد. بااین‌حال در خصوص مناطق شهری توسعه این خدمات و اجرای طرح‌های مدیریت در این مناطق به‌سرعت مورد توجه قرار گرفت. اما آنچه که مشخص است مناطق آمادگی و خدمات برابری برای مدیریت این بیماری ندارند که نمونه مشخص آن مناطق روستایی است. مناطق روستایی اغلب از آمادگی و خدمات بهداشتی مناسبی برخوردار نیستند (کامر و همکاران[4]، ۲۰۲۰؛ لاخانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ سواچ و همکاران[5]، ۲۰۲۰). در این مناطق مردم به اطلاعات بهداشتی و اطلاعات از راه دور نیز دسترسی ندارند (امه و همکاران[6]، ۲۰۲۰) و همین امر موجب آسیب‌پذیری این مناطق در برابر گسترش این بیماری می‌گردد. بنابراین با توجه به این آگاهی که نواحی روستایی که بالطبع از خدمات پایین‌تری نسبت به مناطق شهری برخوردار هستند، لذا

1 Jia et al
2 Gayawan et al
3 Ibrahim
4 Kumar et al
5 Souch et al
6 Ameh et al

تحقیق سعی می‌کند به آسیب‌شناسی مناطق روستایی از خطر شیوع بیماری کرونا با توجه به توزیع خدمات در نواحی روستایی شهرستان ایجرود بپردازد.

۲- داده‌ها و روش‌ها

۲-۱- روش تحقیق

تحقیق براساس هدف، در زمره تحقیقات کاربردی و به روش انجام تحقیق، از نوع تحقیقات توصیفی- تحلیلی است. اطلاعات تحقیق برای تجزیه‌وتحلیل از فرمانداری و مرکز بهداشت شهرستان ایجرود برای یک دوره ۱۲ ماه از فرودین ۱۳۹۹ تا فرودین ۱۴۰۰ به دست آمد که بر این اساس جامعه آماری تحقیق شامل تمام مبتلایان به بیماری کرونا در نواحی روستایی شهرستان ایجرود بوده که تعداد این نواحی ۵۳ نقطه روستایی بوده است[1]. بنابراین متغیرهای آماری نیز شامل، مبتلایان، بهبود یافتگان و فوت‌شدگان بیماری کرونا در نواحی روستایی موردمطالعه خواهد بود. در تحقیق برای بررسی توزیع جغرافیایی بیماری کرونا، ابتدا اطلاعات مبتلایان برای تمام نواحی روستایی وارد GIS و SPSS شد. توزیع مبتلایان، بهبودی‌ها و فوت‌شدگان بیماری کرونا در نواحی روستایی توسط آماره فاصله استاندارد بررسی شد. سپس با استفاده از مدل رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (GWR) به تحلیل جغرافیایی بیماری کرونا پرداخته شد. هدف از بررسی این مدل، بررسی توزیع خدمات در نواحی روستایی و توزیع آمار شیوع کرونا در نواحی روستایی موردمطالعه است. در این مدل هرکدام از واحدهای آماری تعداد مبتلایان، بهبودیافتگان و فوت‌شدگان بیماری کرونا برای هر یک از نواحی روستایی به‌عنوان متغیرهای مستقل و خدمات موجود در نواحی روستایی نیز به‌عنوان متغیر وابسته در مدل استفاده شد، جدول (۱).

جدول ۱- انواع خدمات روستایی

انواع خدمات	شاخص‌ها
بهداشتی- درمانی	مرکز بهداشتی درمانی، داروخانه، پزشک خانواده، دندانپزشک، بهیار یا مامای روستایی، بهورز، دامپزشک، آزمایشگاه و رادیولوژی، غسال‌خانه، سامانه جمع‌آوری زباله، سامانه تصفیه آب
تعاونی و بازرگانی	نمایندگی پخش نفت سفید و سیلندر گاز، فروشگاه تعاونی، بقالی، نانوایی، گوشت‌فروشی، بانک، تعمیرگاه ماشین‌آلات کشاورزی و غیرکشاورزی
زیرساختی	زمین و سالن ورزشی، پاسگاه نیروی انتظامی، مرکز خدمات جهاد کشاورزی، مروج کشاورزی، شورای حل اختلاف، شرکت تعاونی روستایی، موتوربرق دیزلی، جایگاه سوخت، گاز لوله‌کشی، آب لوله‌کشی، پایگاه آتش‌نشانی
آموزشی و فرهنگی	دبستان، راهنمایی شبانه‌روزی و روزانه پسرانه و دخترانه، دبیرستان شبانه‌روزی و روزانه پسرانه و دخترانه، دبیرستان نظری پسرانه و دخترانه، دبیرستان کار و دانش پسرانه و دخترانه، هنرستان فنی و حرفه‌ای پسرانه و دخترانه، کتابخانه عمومی

۱ با توجه به گزارش مرکز بهداشت شهرستان ایجرود، اولین مورد مبتلا به بیماری کرونا در این شهرستان، در فروردین ۱۳۹۹ بوده است.

انواع خدمات	شاخص‌ها
ارتباطی	صندوق پست، دفتر پست، دفتر مخابرات، دفتر فناوری اطلاعات و ارتباطات روستایی، دسترسی به اینترنت، دسترسی به روزنامه و مجله، دسترسی به وسیله نقلیه عمومی، دسترسی به ایستگاه راه‌آهن

منبع: سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰

فاصله استاندارد[1]

شاخص فاصله استاندارد میزان تمرکز و یا پراکندگی عوارض پیرامون میانگین مرکزی را اندازه‌گیری می‌کند. فاصله استاندارد از رابطه (۱) به دست می‌آید.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{X})^2}{n} + \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

(۱)

در این رابطه که x_i و y_i مختصات ویژگی i هستند، $\{\bar{X}, \bar{Y}\}$ مرکز میانگین ویژگی‌ها را نشان می‌دهد و n برابر با تعداد کل ویژگی‌ها است.

بیضی انحراف استاندارد[2]

برای اندازه‌گیری روند در مجموعه‌ای از نقاط یا نواحی به کار گرفته می‌شود. بیضی انحراف استاندارد این امکان را می‌دهد که اگر توزیع عوارض در فضا از الگوی جهت‌داری برخوردار باشد آن را شناسایی نماید. بیضی استاندارد از رابطه (۲) به دست می‌آید.

$$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{X})^2}{n}} \quad , \quad SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

(۲)

که x_i و y_i مختصات ویژگی i هستند، $\{\bar{X}, \bar{Y}\}$ مرکز میانگین ویژگی‌ها را نشان می‌دهد و n برابر با تعداد کل ویژگی‌ها است.

مدل رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی

مدل رگرسیون وزن‌دارجغرافیایی، یک مدل آماری است که برای مطالعه الگوهای موضعی سازگار شده است. این مدل وزن بیشتری به مشاهدات نزدیک‌تر و وزن کمتر یا صفر را به آن‌هایی که در دور دست هستند اختصاص می‌دهد (پروپستین و همکاران[3]، ۲۰۰۸). مدل رگرسیون وزنی از طریق رابطه (۳) به دست می‌آید.

$$Y_i = \beta 01 + \beta 1 i X_{1i} + \beta 2 i x_{2i} + \cdots + \beta knXkn + \delta i$$

1 Standard Distance
2 Standard Deviational Ellipse
3 Propastin et al

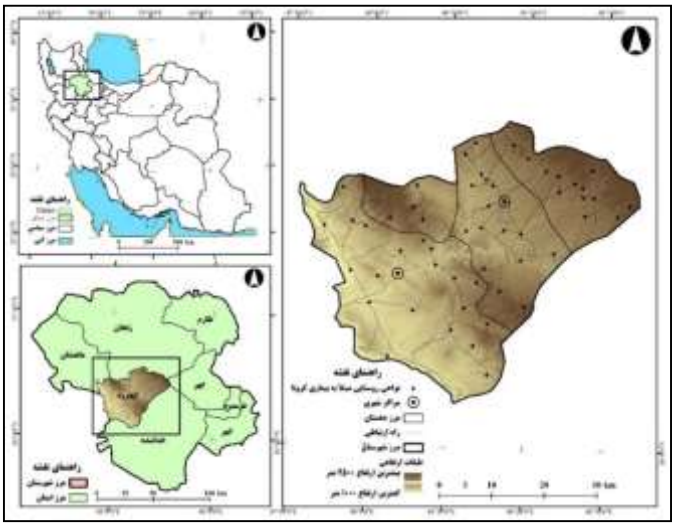
(۳)

Y داده درون‌یابی شـــده در موقعیت I، مقدار β0 عرض از مبدأ، βki برابر با Kkh پارامتر موضـــعی در Ith موقعیت، Xik نشـان دهنده Kth متغیر مسـتقل در Ith موقعیت و n بیانگر موقعیت قبلی اسـت. در سـوی دیگر خودهمبسـتگی مکانی موران، نشان دهنده همبستگی میان مقادیر و متغیرهای یکسان در مکان‌های مختلف است.

از همبســـتگی پیرســـون نیز برای بررســـی ارتباط میان توزیع خدمات و بیماری کرونا و از شـــاخص محلی پیوند فضـــایی موران تک متغیره (LISA[1])، برای خوشـــه‌بندی نواحی روســـتایی برحســـب مبتلایان و شـــیوع این بیماری در GeoDA استفاده گردید.

۲-۲- قلمرو جغرافیایی موردمطالعه

منطقه موردبررسـی در تحقیق نیز شـهرسـتان ایجرود اسـت. شهرستان ایجرود به‌عنوان یکی از شهرستان‌های استان زنجان، در غرب این اسـتان قرار دارد. این شـهرسـتان براسـاس آخرین تقسـیمات کشـوری در سـال ۱۳۹۵، شامل دو بخش (مرکزی و حلب) و چهار دهسـتان (ایجرود بالا، گلابر، سـعیدآباد و ایجرود پایین) اسـت. شهر حلب و زرین‌آباد به‌عنوان دو نقطه شـهری که بخش بزرگی از جمعیت نیز در این نواحی سـکونت دارند و همچنین ۹٤ نقطه روسـتایی که از این تعداد، ۷۹ نقطه روسـتایی آن به‌عنوان مناطق دارای سـکنه و ۱۵ نقطه روستایی نیز دارای جمعیت غیرساکن و خالی از سـکنه اسـت. از نظر آب‌وهوا نیز این شـهرستان پرباران و سردسیرترین شهرستان استان بوده و بخش بیشتری از درآمد ساکنان آن نیز از کشاورزی و دامداری تأمین می‌شود.



شکل ۱- موقعیت نواحی روستایی شناسایی شده به اولین مورد مبتلا به بیماری کرونا در شهرستان ایجرود

1 Local indicator of Spatial Association- LISA Statistics

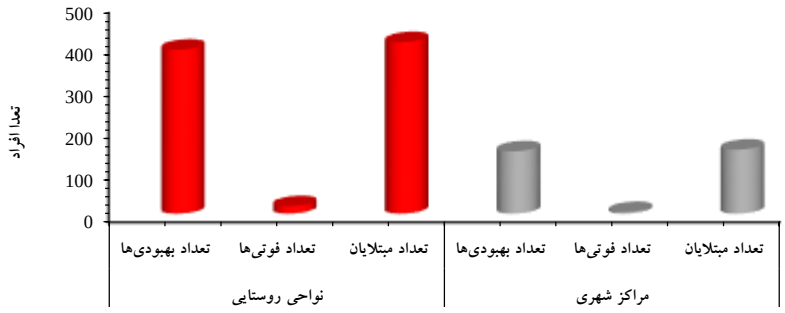
۳-نتایج و بحث

شناخت ابعاد جغرافیایی شیوع و گسترش بیماری کرونا یکی از مهم‌ترین اقدامات در مدیریت این بیماری خواهد بود. بررسی و شناخت آن نیز در مناطق روستایی با توجه به توزیع جغرافیایی بسیار زیاد، سطح خدمات پایین و کمبود منابع مالی و نیروی انسانی در این مناطق بیشتر است. شناسایی اولین مورد مبتلا به بیماری کرونا در نواحی روستایی شهرستان ایجرود در ۵۳ نقطه روستایی و در نواحی شهری حلب و زرین‌آباد بوده است. از تعداد فوتی‌های این بیماری نیز ۱۸ نفر آن در مناطق روستایی و ٤ نفر آن در مناطق شهری بوده است، جدول (۲).

جدول ۲- یافته‌های توصیفی مبتلایان به بیماری کرونا در نواحی روستایی شهرستان ایجرود

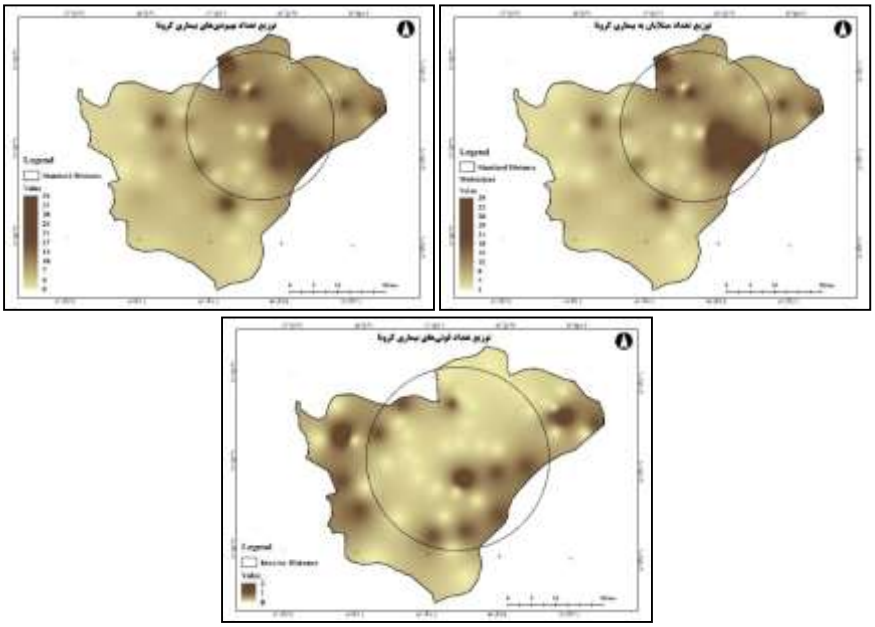
مناطق سکونتی	تعداد	جمعیت	خانوار	بیماری کرونا	تعداد	فراوانی
نواحی روستایی	۵۳	٤٤۰۳٦	۱۳۷۲۳	تعداد بهبودی‌ها	۳۹۲	٪۹۵/٦
				تعداد فوتی‌ها	۱۸	٪٤/٤
				تعداد مبتلایان	٤۱۰	٪۱۰۰
مراکز شهری	۲	۳۳۳۰	۹٦۰	تعداد بهبودی‌ها	۱٤۹	٪۹۷/٤
				تعداد فوتی‌ها	٤	٪۲/٦
				تعداد مبتلایان	۱۵۳	٪۱۰۰

توزیع این اطلاعات نیز در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲- تعداد مبتلایان، فوتی‌ها و بهبودیافتگان بیماری کرونا در مناطق شهری و روستایی شهرستان ایجرود

توزیع جغرافیایی تعداد مبتلایان بیماری کرونا برحسب فاصله استاندارد انجام شد. تعداد مبتلایان و بهبودیافتگان بیماری بیشترین تمرکز فضایی را در مناطق میانی و شرقی داشته است. در مقابل این تمرکز برای تعداد فوت‌شدگان به‌صورت پراکنده بوده و این بدین معنی است که ارتباطی میان توزیع تعداد مبتلایان و بهبودیافتگان این بیماری با تعداد فوت‌شدگان این بیماری در نواحی روستایی موردمطالعه وجود ندارد.



شکل ۳- توزیع جغرافیایی شیوع کرونا در مناطق روستایی شهرستان ایجرود

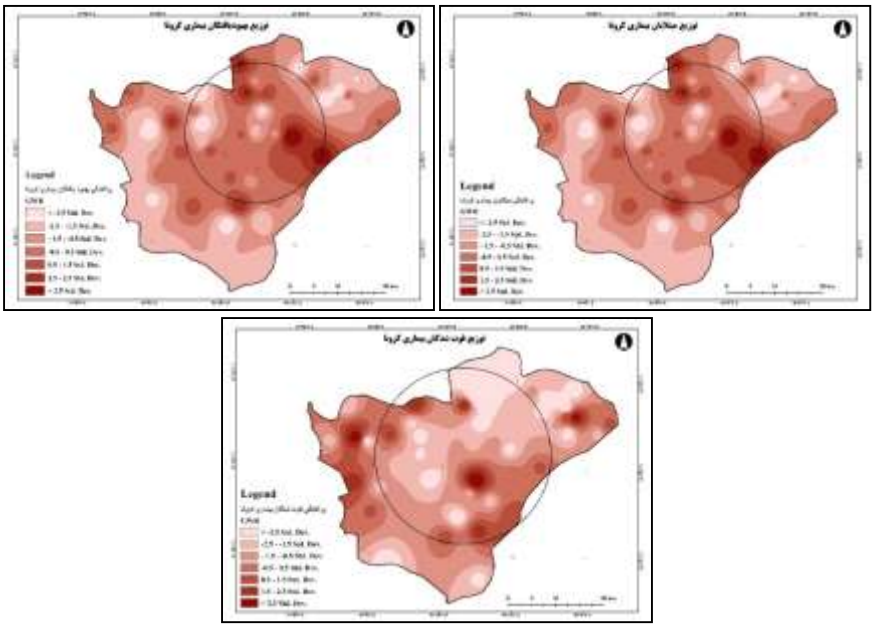
نواحی روستایی همواره در بیشتر مناطق در پهنه گسترده توزیع می‌گردند و اغلب از جمعیت و سطح خدمات پایینی نیز برخوردار هستند. برای پیش‌بینی تغییرات فضایی توزیع بیماران کرونا در منطقه موردمطالعه از رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (GWR) استفاده شد. در این بررسی هرکدام از اطلاعات مبتلایان، بهبودیافتگان و فوتی‌های کرونا به‌عنوان متغیرهای مستقل و تعداد خدمات روستایی نیز به‌عنوان متغیرهای وابسته وارد مدل رگرسیون شدند. نتایج آن سه مدل رگرسیون است، جدول (۳). در مدل اول تعداد مبتلایان بیماری به‌عنوان متغیر مستقل انجام شد. نتایج این مدل بیانگر ۵۳ درصد از قدرت پیش‌بینی این مدل است.

جدول ۳- آماره‌های توصیفی رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (GWR) برای متغیرهای مستقل و وابسته تحقیق

مدل	متغیر		آماره	مقدار
	مستقل	وابسته		
اول	تعداد مبتلایان بیماری	تعداد خدمات بهداشتی- درمانی؛ تعاونی و بازرگانی؛ زیرساختی؛ آموزشی و فرهنگی و ارتباطی	مربعات باقی‌مانده	۱٤۷٦/۷۱
			Sigma	۵/٦۰٦
			ضریب تعیین R2	۰/۵۳۵
			ضریب تعیین تعدیل شده	۰/٤۸۵
دوم	تعداد بهبودیافتگان بیماری	تعداد خدمات بهداشتی- درمانی؛ تعاونی و بازرگانی؛ زیرساختی؛ آموزشی و فرهنگی و ارتباطی	مربعات باقی‌مانده	۱٤۷۹/٦۰
			Sigma	۵/٦۱۲
			ضریب تعیین R2	۰/۵۲۱

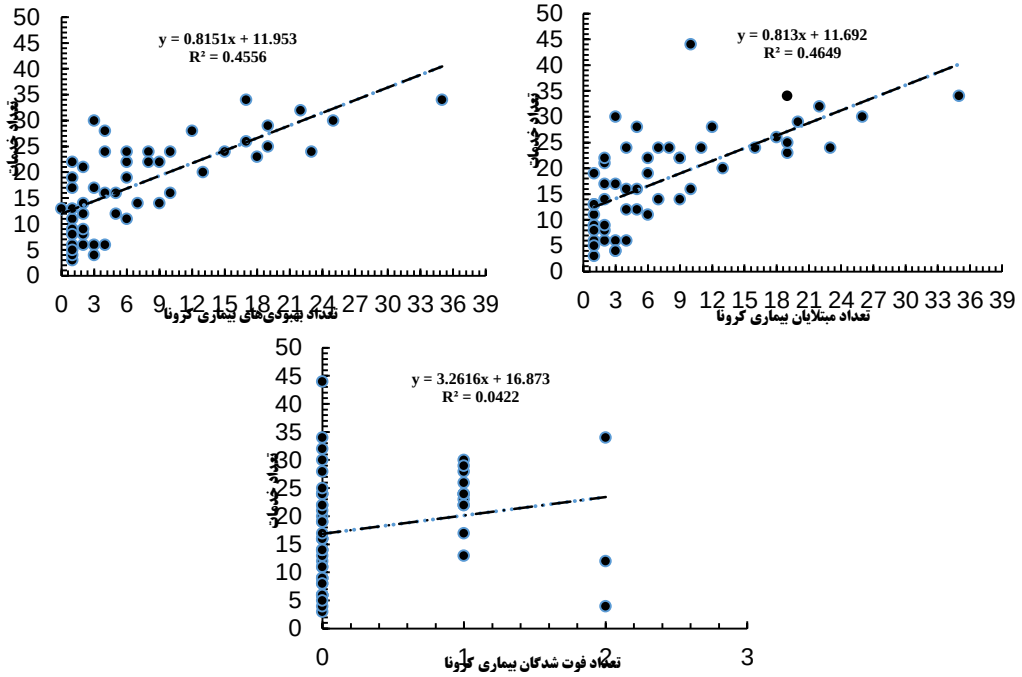
مدل	متغیر		آماره	مقدار
	مستقل	وابسته		
			ضریب تعیین تعدیل شده	۰/٤۷۰
سوم	تعداد فوت‌شدگان بیماری	تعداد خدمات بهداشتی- درمانی؛ تعاونی و بازرگانی؛ زیرساختی؛ آموزشی و فرهنگی و ارتباطی	مربعات باقی‌مانده	۱۵/٤۳
			Sigma	۰/۵۷۳
			ضریب تعیین R2	۰/۱۳۷
			ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۰٤۵

در مدل دوم نیز، تعداد بهبودیافتگان بیماری کرونا به‌عنوان متغیر مستقل، همچنین در مدل سوم، تعداد فوت‌شدگان بیماری کرونا به‌عنوان متغیر مستقل انتخاب شد. این پیش‌بینی تغییرات برای مدل دوم ۵۲ درصد و برای مدل سوم ۱۳ درصد بوده است.



شکل ٤- پراکندگی مکانی شیوع بیماری کرونا براساس رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی

توزیع خدمات در نواحی روستایی موردمطالعه به‌طور مناسب‌تری شیوع مبتلایان و بهبودیافتگان بیماری کرونا را تبیین کرد. این بدین معنی است که میان سطح خدمات در نواحی روستایی و مبتلایان به این بیماری ارتباط وجود دارد، شکل (۵).



شکل ۵- پراکندگی تعداد خدمات در نواحی روستایی موردمطالعه و شیوع بیماری کرونا

برای بیان مناسب‌تر نتایج تحقیق، از آزمون همبستگی پیرسون برای تحلیل نتایج تحقیق استفاده گردید. در مناطق روستایی بیشتر خدمات در مناطقی که جمعیت بیشتری دارند، تمرکز می‌یابند. این امر برای توجیه اقتصادی خدمات و فعالیت‌ها نیز مناسب‌تر است (نصیری زارع و ریاحی، ۱۳۹۹).

جدول ٤- همبستگی پیرسون میان تعداد مبتلایان به بیمار کرونا و تعداد خدمات موجود در نواحی روستایی

متغیر		بهداشتی درمانی	تعاونی بازرگانی	زیرساختی	آموزشی	ارتباطی
تعداد مبتلایان	همبستگی پیرسون	**۰/٦٩٦	**۰/٦٣١	**۰/٤٥۰	**۰/٣٩٧	**۰/٦١٤
	سطح معناداری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰
	تعداد نمونه	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳
تعداد فوتی‌ها	همبستگی پیرسون	۰/۰۸۰	۰/۱۰۲	۰/۲۲۲	۰/۱۷۷	۰/۲۵۵
	سطح معناداری	۰/۵۸۹	۰/٤٦۸	۰/۱۱۰	۰/۲۰٤	۰/۰٦۵
	تعداد نمونه	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳
تعداد بهبودی‌ها	همبستگی پیرسون	**۰/٦۸۵	**۰/٦٢٦	**۰/٤٣٩	**۰/٦١٤	**۰/٣٩٦
	سطح معناداری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰٤	۰/۰۰۳
	تعداد نمونه	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳
تعداد جمعیت	همبستگی پیرسون	**۰/٤٦۹	**۰/٣٧١	**۰/٣١٧	۰/٢١٦	**۰/٣٤۰
	سطح معناداری	۰/۰۰۰	۰/۰۰٦	۰/۰۲۱	۰/۱۲۰	۰/۰۱۳

متغیر		بهداشتی درمانی	تعاونی بازرگانی	زیرساختی	آموزشی	ارتباطی
	تعداد نمونه	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

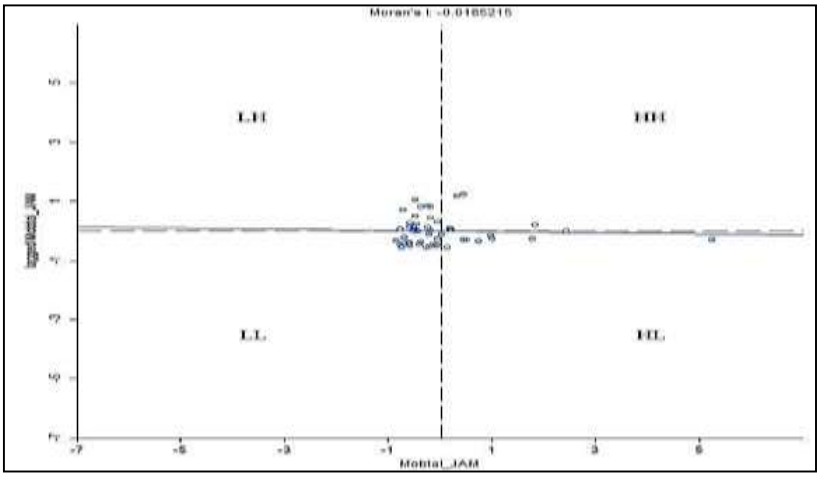
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

میان مبتلایان بیماری کرونا و سطح خدمات در نواحی روستایی موردمطالعه ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد. در سوی دیگر بیشتر خدمات در مناطقی که جمعیت بیشتری دارند تمرکز یافته و مناطقی که جمعیت کمتری دارند از سطح خدمات کمتری برخوردار هستند، بالطبع مناطقی که خدمات کمتری دارند، برای دریافت خدمات به مناطقی که این خدمات را دارند مراجعه می‌کنند. این در حالی است که با توجه به ماهیت بیماری‌های عفونی که در مسیرهای حمل‌ونقل و جابجایی گسترش بیشتری می‌یابند، این امر، عامل اصلی برای شیوع بیماری در نواحی روستایی بزرگ‌تر و برجمعیت‌تر گردیده است.

اما برای آسیب‌شناسی مناطق روستایی از شیوع و گسترش بیماری کرونا، از نمودار پراکندگی موران در GeoDa استفاده شد. این نمودار با مشخص نمودن بازه مکانی متغیر در محور عمودی و ارزش متغیر در هر ناحیه بر روی محور افقی، مشابهت‌ها و عدم مشابهت‌های هر جفت از واحدهای مجاور را با یکدیگر اندازه می‌گیرد. در این نمودار واحدهایی که از نظر همبستگی دارای مقادیر یکسانی باشند در هرکدام از چارک‌های نمودار قرار می‌گیرند. ازاین‌رو در نمودار مورد نظر تمام نواحی روستایی برحسب تعداد مبتلایان به بیماری کرونا در ٤ چارک دسته‌بندی شدند:

- چارک HH، نواحی را نشان می‌دهد که دارای ارزش‌های بالا برای متغیر مورد تحلیل بوده (ارزش‌های بالاتر از میانگین) و یا نیز توسط نواحی دارای ارزش بالاتر از میانگین برای متغیر مورد تحلیل احاطه شده‌اند.
- چارک LH، نواحی با ارزش‌های پایین هستند (ارزش‌های کمتر از میانگین) و یا توسط نواحی با ارزش‌های بالا احاطه شده‌اند.
- چارک LL، نواحی با ارزش‌های پایین (ارزش‌های کمتر از میانگین) که توسط نواحی با ارزش‌های پایین نیز احاطه شده‌اند.
- چارک HL، نواحی هستند که دارای مقدار ارزش‌های بالا هستند و همچنین توسط نواحی با ارزش پایین احاطه شده‌اند.

در این بررسی مناطق روستایی موردمطالعه در چهار چارک طبقه‌بندی شدند، شکل (٦).



شکل ٦- خوشه‌بندی نواحی روستایی شهرستان ایجرود براساس مبتلایان کرونا

نواحی روستایی: شهرک، سعیدآباد، باغ‌کندی، باریک‌آب، شوراب و روستای ینگی کند میرزالماسی در چارک اول قرار دارند این بدین معنی است که تعداد مبتلایان به این بیماری در این نواحی بالاتر بوده و همچنین این نواحی توسط نواحی روستایی که تعداد بیشتری از مبتلایان به این بیماری دارند، احاطه شده‌اند. به عبارتی این نواحی در کانون اصلی انتشار بیماری کرونا در شهرستان ایجرود قرار دارند که مدیریت این نواحی برای جلوگیری از گسترش بیشتر بیماری در اولویت اول قرار خواهد داشت. در چارک دوم HL نیز نواحی روستایی گلابر علیا، خانقاه، احمدکندی، اینچه‌رهبری، اغلبیک علیا، آق‌بلاغ، چاپوق و روستای قلقاتی قرار دارند که بررسی این آماره نیز بیانگر خودهمبستگی فضایی منفی میان تعداد مبتلایان به بیماری کرونا در این نواحی و نواحی روستایی اطراف خود است. تعداد مبتلایان به بیماری کرونا در این مناطق بیشتر ولی در نواحی روستایی مجاور خود کمتر است.

جدول ٥- پراکندگی نواحی روستایی شهرستان ایجرود در چارک‌های نمودار پراکندگی

ردیف	چارک نمودار	خودهمبستگی	نواحی روستایی	تعداد	فراوانی
١	HH	مثبت	شهرک، سعیدآباد، باغ‌کندی، باریک‌آب، شوراب، ینگی کندمیرزالماسی	٦	٪١١/٣
٢	HL	منفی	گلابر علیا، خانقاه، احمدکندی، اینچه‌رهبری، اغلبیک علیا، آق‌بلاغ، چاپوق، قلقاتی	٨	٪١٥/١
٣	LL	مثبت	اوچ‌تپه، بیدگینه، تله‌گرد، یدی‌بلاغ، ینگی‌کندسیدلر، اغلبیک‌سفلی، خانجین، کهریز سیاه منصور، قراقیه، پاشاچای، قوشچی، خوئین، گرنه، سفیدکمر، ارکوئین، حاجی‌قشلاق، قندی‌بلاغ، قوریه، نجم‌الشیخان، ینگی‌کندجامع‌السرا، نکتو، چولچه‌قشلاق، چسب، گنبد	٢٤	٪٤٥/٣
٤	LH	منفی	شیوه، قره‌داغ، قره‌درق، جوقین، هلیل‌اباد، قارختلو، قره سعید، بهمن، ملاپیری، خاکریز، آلاچمن، چولچه، ایج، چتز، قمچقای	١٥	٪٢٨/٣
جمع			-	٥٣	٪١٠٠

در چارک سوم نیز، ٤٥ درصد از مناطق روستایی قرار دارند. در این نواحی تعداد مبتلایان به بیماری کرونا کمتر بوده و همچنین این نواحی توسط نواحی دیگری که مبتلایان کمتری دارند احاطه شده است، همچنین در چارک چهارم نیز ۲۸ درصد از مناطق روستایی قرار دارند.

٤- نتیجه‌گیری

سکونتگاه‌های انسانی اعم از شهری و روستایی با توجه به عوامل مختلف فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی، زیرساخت‌ها و مؤلفه‌های تهدیدکننده شیوع بیماری کرونا، با چالش‌های مختلفی مواجه شده‌اند و درنتیجه نیازمند الگوها و سیستم‌های متفاوتی برای مدیریت و برنامه‌ریزی هستند. این برنامه‌ریزی در نواحی روستایی به دلیل باورها و فرهنگ‌های رایج، اهمیت بیشتری را داشته و عدم آگاهی و مدیریت کارآمد این بحران، تبعات جبران‌ناپذیری را برای این مناطق خواهد داشت. با توجه به اهمیت اساسی این موضوع، این امر نیازمند یک شناخت جغرافیایی از این بیماری در نواحی روستایی خواهد بود که برای رسیدن به این هدف، نیاز است تا یک رفتارشناسی دقیق از شیوع این بیماری برای مبتلایان آن در نواحی روستایی به دست آید. مناطق روستایی در بیشتر نواحی از پراکندگی جغرافیایی بسیاری برخوردار هستند و این امر یکی از عوامل مهم برای شیوع و گسترش بیماری کرونا خواهد بود. اما در این میان مهم‌ترین مانع، داشتن خدمات پایین برای این نواحی خواهد بود. با توجه به یافته‌های تحقیق در ناحیه روستایی میان مبتلایان بیماری کرونا و سطح خدمات در نواحی روستایی ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد. در سوی دیگر بیشتر خدمات در مناطقی که جمعیت بیشتری دارند تمرکز یافته و مناطقی که جمعیت کمتری دارند از سطح خدمات کمتری نیز برخوردار هستند. مشخص است مناطقی که خدمات کمتری دارند، برای دریافت خدمات به مناطقی که این خدمات را دارند مراجعه می‌کنند و با توجه به ماهیت بیماری‌های عفونی که در مسیرهای حمل‌ونقل و جابجایی گسترش بیشتری می‌یابند، این امر، عامل اصلی برای شیوع بیماری در میان نواحی روستایی بزرگ‌تر و برچمعیت‌تر گردیده است. اما در بیان یافته‌های دیگر تحقیق، به آسیب‌شناسی مناطق روستای از مبتلایان به بیماری کرونا پرداخته شد. در این بررسی مناطق روستایی در ٤ چارک بررسی شدند. نواحی روستایی: شهرک، سعیدآباد، باغ‌کندی، باریک‌آب، شوراب و روستای ینگی کند میرزالماسی تعداد مبتلایان بیشتری از این بیماری داشته و به عبارتی این نواحی در کانون اصلی انتشار بیماری کرونا در شهرستان ایجرود قرار دارند. بنابراین با توجه به‌ضرورت مدیریت در این مناطق، تحقیق پیشنهادهای زیر را برای مدیریت بهتر این بیماری در نواحی روستایی موردمطالعه بیان می‌کند:

- اطلاع‌رسانی و افزایش آگاهی مردم از دستورالعمل‌های مناسب، برای جلوگیری از مبتلا شدن و انتشار این بیماری در مناطق دیگر به‌ویژه برای نواحی که در کانون اصلی انتشار این بیماری قرار دارند.
- محدودیت و منع رفت‌وآمد به مناطق روستایی که در کانون اصلی انتشار این بیماری قرار دارند.

- انجام اقدامات غربال‌گیری در زمان مراجعه ساکنان روستایی به مناطق شهری و نواحی که در کانون اصلی انتشار این بیماری قرار دارند.
- تأمین خدمات بهداشتی و درمانی در میان مناطقی که از خدمات کمتری برخوردار هستند.
- حمایت و تأمین بسته‌های معیشتی برای ساکنان مناطق روستایی برای جلوگیری از جابه‌جایی و مراجعه ساکنان نواحی به مناطق اصلی تمرکز جمعیت.

سپاسگزاری

در پایان محققان بر خود لازم می‌دانند، از فرمانداری و همکاران محترم مرکز بهداشت شهرستان ایجرود برای تهیه و در اختیار گذاشتن اطلاعات تحقیق تشکر و قدردانی کنند.

کتابنامه

جعفری، محمد؛ سیفی، حسن؛ جعفری، علی؛ ۱۳۹۱. سنجش میزان توسعه‌یافتگی بخش بهداشتی و درمانی شهرستان‌های استان زنجان به روش تاکسونومی عددی در سال ۱۳۹۰. *مدیریت بهداشت و درمان*، دوره ٤. شماره ۱ و ۲. صص ٦١- ٦٩. https://jhm.srbiau.ac.ir/article_2408.html

رهنما، محمدرحیم؛ بازرگان، مهدی؛ ۱۳۹۹. تحلیل الگوهای مکانی- زمانی اپیدمی ویروش کووید ۱۹ و مخاطرات آن در ایران. *مدیریت مخاطرات محیطی*، شماره ۷. صص ۱۱۳- ۱۲۷. 10.22059/jhsci.2020.304976.571

رهنما، محمدرحیم؛ بازرگان، مهدی؛ ۱۳۹۹. مدل‌سازی الگوی پخش فضایی ویروس کووید- ۱۹ در مناطق روستایی و شهری ایران. *اقتصاد فضا و توسعه روستایی*، دوره ۹. شماره ۳۳. صص ۲۵- ٤٨. 20.1001.1.23222131.1399.9.33.2.9

شیخ حسن، محسن؛ منوچهری، حامد؛ سعیدی جم، مسعود؛ ۱۳۹۹. روش‌های درمانی جدید با هدف درمان بیماری کرونای جدید ۲۰۱۹. *دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران*، دوره ۷۸. شماره ۵. صص ٢٦١- ٢٧٣. http://tumj.tums.ac.ir/article-1-10595-fa.html

عیسی‌زاده، وحید؛ ارگانی، میثم؛ قنبری، ابوالفضل؛ ١٤٠٠. مدل‌سازی پراکندگی زمانی و مکانی گسترش ویروس‌کرونا(مطالعه موردی: استان‌های قم و مازندران). *مدیریت مخاطرات محیطی*، دوره ۸. شماره ۱. صص ۸۱- ۹۸. 10.22059/jhsci.2021.321919.642

قطبی، بابک؛ ناو خاصی، ساسان؛ قبادی، شادی؛ شهسواری، زهرا؛ کهریزی، ناهید؛ ۱۳۹۹. مروری بر بیماری کرونا ویروس جدید(nCOV-۲۰۱۹). *پژوهش سلامت*، دوره ۵. شماره ۳. صص ۱۸۰- ۱۸۷. http://hrjbaq.ir/article-1-425-en.html

کریم زاده، حسین؛ خالقی، عقیل؛ نقی زاده، رباب؛ ۱۳۹۹. تحلیل ادراک محیطی جامعه روستایی از شیوع ویروس کرونا در بخش مرکزی شهرستان ورزقان. *اقتصاد فضا و توسعه روستایی*، دوره ۹. شماره ۳۳. صص ٤٩ -۷۰. http://dorl.net/dor/20.1001.1.23222131.1399.9.33.3.0

مرکز آمار ایران؛ ۱۳۸۵. *سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان زنجان* https://www.amar.org.ir

مرکز آمار ایران؛ ۱۳۹۰. *سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان زنجان.* https://www.amar.org.ir

مشکینی، ابوالفضل؛ قاسمی، اکرم؛ ۱۳۹۱. سطح‌بندی شهرستان‌های استان زنجان بر اساس شاخص‌های توسعه فرهنگی با استفاده از مدل TOPSIS. *برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، دوره ۲. شماره ۷. صص ۱– ۱۱.

http://jzpm.marvdasht.iau.ir/article_49.html

نجفی، سعید؛ یزدانی امیری، محمود؛ ۱۳۹۲. بررسی و رتبه‌بندی درجه توسعه‌یافتگی خدمات بهداشتی و درمانی شهرستان‌های استان زنجان از منظر عدالت اجتماعی. اولین کنفرانس ملی خدمات شهری و محیط‌زیست. مشهد.

https://civilica.com/doc/238257/

نصیری زارع، سعید؛ ریاحی، وحید؛ ۱۳۹۹. تبیین نقش عوامل فضایی در استقرار الگوی بهینه مراکز خدمات روستایی مورد نواحی روستایی شهرستان طارم. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، دوره ۲۵. شماره ۷۵. صص ۲۶۱– ۲۷۸.

https://www.doi.org/10.22034/gp.2020.39697.2614

Ameh, GG, Njoku A, Inungu J, & Younis M., 2020. Rural America and Coronavirus Epidemic: Challenges and Solutions. European Journal of Environment and Public Health, 4(2), em0040. https://doi.org/10.29333/ejeph/8200

Briz-Redón Á, & Serrano-Aroca Á., 2020. A spatio- temporal analysis for exploring the effect of temperature on COVID-19 early evolution in Spain. Science of the Total Environment, 728, 138811. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138811

Carlucci P, Ahuja T, Petrilli, CM, Rajagopalan H, Jones S, & Rahimian J., 2020. Hydroxychloroquine and azithromycin plus zinc vs hydroxychloroquine and azithromycin alone: outcomes in hospitalized COVID-19 patients. MedRxiv. https://doi.org/10.1101/2020.05.02.20080036

Cucinotta D, & Vanelli M., 2020, WHO declares COVID-19 a pandemic, Acta Bio Medica: Atenei Parmensis, 91(1), 157. 10.23750/abm.v91i1.9397

Djalante R, Lassa J, Setiamarga D, Sudjatma A, Indrawan M, Haryanto B, Mahfud C, Sinapoy MS, Djalante S, Rafliana I, & Gunawan LA., 2020. Review and analysis of current responses to COVID-19 in Indonesia: Period of January to March 2020, Progress in Disaster Science, 6, 100091. https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2020.100091

Dutra Souto FJ, Jesus Fernandes Fontes C, Aguiar Rocha G, Rocha de Oliveira AM, Nogueira Mendes E, & Magalhães Queiroz DMD., 1998. Prevalence of Helicobacter pylori infection in a rural area of the state of Mato Grosso, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 93(2), 171- 174. https://www.scielo.br/pdf/mioc/v93n2/3502

Gayawan E, Awe OO, Oseni BM, Uzochukwu IC, Adekunle A, Samuel G, Eisen DP, & Adegboye OA., 2020. The spatio-temporal epidemic dynamics of COVID-19 outbreak in Africa. Epidemiology & Infection, 148. https://doi.org/10.1017/S0950268820001983

Hua J, & Shaw R., 2020. Corona virus (Covid-19)"infodemic" and emerging issues through a data lens: The case of china. International journal of environmental research and public health, 17(7), 2309. https://doi.org/10.3390/ijerph17072309

Ibrahim A., 2020. GIs Application for modeling Covid -19 risk in the makkah region Saudi risk Arabia based on population and density. 10.21608/ejec.2020.115873

Jenkins WD, Bolinski R, Bresett J, Van Ham B, Fletcher S, Walters S, Friedman SR, Ezell JM, Pho M, Schneider J, & Ouellet L., 2020. COVID-19 During the Opioid Epidemic-

Exacerbation of Stigma and Vulnerabilities. The Journal of Rural Health: Official Journal of the American Rural Health Association and the National Rural Health Care Association. 10.1111/jrh.12442

Jia JS, Lu X, Yuan Y, Xu G, Jia J, & Christakis NA., 2020. Population flow drives spatio-temporal distribution of COVID-19 in China. Nature, 582(7812), 389-394. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2284-y

Kumar A, Nayar KR, & Koya SF., 2020. COVID-19: Challenges and its consequences for rural health care in India. Public Health in Practice, 100009. https://doi.org/10.1016/ j.puhip.2020.100009

Lakhani HV, Pillai SS, Zehra M, Sharma I, & Sodhi, K., 2020. Systematic Review of Clinical Insights into Novel Coronavirus (CoVID-19) Pandemic: Persisting Challenges in US Rural Population. International journal of environmental research and public health, 17(12), 4279. https://doi.org/10.3390/ijerph17124279

Lee PI, & Hsueh PR., 2020. Emerging threats from zoonotic coronaviruses-from SARS and MERS to 2019-nCoV, Journal of microbiology, immunology, and infection. https://doi.org/10.1016%2Fj.jmii.2020.02.001

Marcela RN, Lauro FV, Francisco DC, Maria LR, Maria Virginia MA, Alejandara GE, Magdalena ARM, Tomas LG, & Regina CC., 2021. Design and Synthesis of a 3, 2'-Indane-1', 3'-Dione Derivative and Their Theoretical Interaction with the Coronavirus Surface (COVID-19). Biointerface Research in Applied Chemistry, 9051– 9061. https://doi.org/10.33263/BRIAC112.90519061

McCarthy K, Cai LB, Xu FR, Wang PG, Xue HL, Ye YL, Xiong SZ, Liu ZM, & He QQ., 2015. Urban-rural differences in cardiovascular disease risk factors: a cross-sectional study of schoolchildren in Wuhan, China. PLoS One, 10(9), p.e0137615. https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0137615

Monnat S., 2020. Why coronavirus could hit rural areas harder. Issue Brief, 16 .https://surface.syr.edu/lerner/60

Nanda AD, & Julianti P., 2020. Prevention of Covid-19 Spread in Kunti Village Bungkal Ponorogo Village Through the Use of Steriles Booths. International Research-Based Education Journal, 2(2), 40- 44. http://journal2.um.ac.id/index.php/irbej

Ogunkola IO, Adebisi YA, Imo UF, Odey GO, Esu E, & Lucero Prisno IIIDE., 2020. Rural communities in Africa should not be forgotten in responses to COVID-19. The International Journal of Health Planning and Management, 35(6), 1302- 1305. https://doi.org/10.1002/hpm.3039

Perlman S., 2020. Another decade, another coronavirus. 760- 762. DOI: 10.1056/NEJMe2001126

Propastin PA, & Kappas M., 2008. Reducing uncertainty in modeling the NDVI-precipitation relationship: a comparative study using global and local regression techniques. GIScience & Remote Sensing, 45(1), 47– 67. https://doi.org/10.2747/1548-1603.45.1.47

Souch JM, & Cossman JS., 2020. A Commentary on Rural-Urban Disparities in COVID-19 Testing Rates per 100,000 and Risk Factors. The Journal of Rural Health. Doi: 10.1111/jrh.12450

Sparks, P. J., 2012. Rural health disparities. In International handbook of rural demography (pp. 255-271). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1842-5_18

Thomas TL, DiClemente R, & Snell S., 2014. Overcoming the triad of rural health disparities: How local culture, lack of economic opportunity, and geographic location instigate health disparities. Health education journal, 73(3), 285- 294. https://doi.org/10.1177% 2F0017896912471049

Yang L, & Ren Y., 2020. Moral Obligation, Public Leadership, and Collective Action for Epidemic Prevention and Control: Evidence from the Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) Emergency. International journal of environmental research and public health, 17(8), 2731. https://doi.org/10.3390/ijerph17082731

Ye ZW, Yuan S, Yuen KS, Fung SY, Chan CP, & Jin DY., 2020. Zoonotic origins of human coronaviruses. International journal of biological sciences, 16(10), 1686. Doi: 10.7150/ijbs.45472

Zahnd WE, James AS, Jenkins, WD, Izadi SR, Fogleman AJ, Steward DE, Colditz GA, & Brard L., 2018. Rural–urban differences in cancer incidence and trends in the United States. https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-17-0430

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp.235-254 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/GEOEH.2021.70939.1077 Open access

Formulation and Prioritization of Sustainable Strategies based on Believable Scenarios of Increasing the Physical Resilience of Tehran Against Earthquakes (Case Study: District 10)

Amin Latifi[a], Keramatollah Ziari[b*], Seyyed Majid Naderi[c]

[a] *PhD Candidate in Urban Planning, Art and Architecture Faculty, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
[b] *Professor in Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*
[c] *Assistant Professor in Urban Planning, Art and Architecture Faculty, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

Received: 4 July 2021 ***Revised: 30 July 2021*** ***Accepted: 14 September 2021***

Abstract

Relying on key factors affecting physical resilience and using scenario planning approach, this study investigated the credible scenarios of increasing the physical resilience of Region 10 of Tehran against earthquakes to formulate and prioritize sustainable strategies for increasing the physical resilience of the study area on the horizon of the year 2025. The study used a descriptive-analytical method to answer the question: What are the sustainable strategies that can ensure the physical resilience of the study area against the horizon of 1404? For this purpose, in order to provide a theoretical framework, at first, the subject was explicated using documentary method and review of literature, and then, relying on environmental dynamics, experimental data were extracted. The statistical population of the study includes 20 urban experts and the sampling method was purposeful method. As the first step, by determining the possible status of key factors and weighting them by experts, the necessary data were entered into ScenarioWizard and strong, weak, and reliable scenarios were extracted from this software. At the next step, by analyzing the internal and external elements related to the physical resilience of the study sample, research strategies were presented in the form of SWOT and based on plausible scenarios. Finally, by the Strategic Planning Quantitative Matrix (QSPM) technique, sustainable strategies were enumerated and prioritized to increase the physical resilience. The results show that if District 10 of Tehran tends to increase physical resilience in case of earthquake damage, reliance on sustainable defense strategies is inevitable.

* Corresponding author: Keramatollah Ziari E-mail: zayyari@ut.ac.ir Tel: + 989121260602

How to cite this Article: Latifi, A., Ziari, K., & Naderi, S. M. (2022). Formulation and Prioritization of Sustainable Strategies based on Believable Scenarios of Increasing the Physical Resilience of Tehran Against Earthquakes (Case Study: District 10). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 235-254.

DOI: 10.22067/GEOEH.2021.70939.1077

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Keywords: Sustainable Strategies, Reliable Scenarios, Physical Resilience, Earthquake, District 10 of Tehran

How to cite this Article: Latifi, A., Ziari, K., & Naderi, S. M. (2022). Formulation and Prioritization of Sustainable Strategies based on Believable Scenarios of Increasing the Physical Resilience of Tehran Against Earthquakes (Case Study: District 10). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 235-254.

DOI: 10.22067/GEOEH.2021.70939.1077



Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70939.1077

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۲۵۴-۲۳۵

مقاله پژوهشی

تدوین و اولویت‌بندی راهبردهای پابرجا مبتنی بر سناریوهای باورپذیر افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در برابر زلزله (نمونه موردی: منطقه ۱۰)

امین لطیفی- دانشجوی دکتری تخصصی شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
کرامت‌اله زیاری[1]- استاد برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
سید مجید نادری- استادیار شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۱۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۵/۸ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۶/۲۳

چکیده

پژوهش حاضر در نظر دارد تا با تکیه بر عوامل کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی در بافت‌های فرسوده شهری و با بهره‌گیری از رویکرد سناریونگاری، سناریوهای افزایش تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ شهر تهران در برابر زلزله را موردبررسی قرار داده و بر اساس سناریوهای باورپذیر به تدوین و اولویت‌بندی راهبردهای پابرجا در راستای افزایش تاب‌آوری کالبدی محدوده موردمطالعه در افق ۱۴۰۴ بپردازد. روش این پژوهش توصیفی-تحلیلی بوده و به دنبال پاسخ به این سؤال است که راهبردهای پابرجا و مطلوبی که بتوانند تاب‌آوری کالبدی محدوده موردمطالعه در برابر زلزله را در افق ۱۴۰۴ تضمین کنند کدامند؟ بدین منظور برای تدوین چارچوب نظری، ابتدا با استفاده از روش اسنادی، ادبیات و مبانی نظری موضوع بیان شده و سپس با تکیه بر تکنیک پویش محیطی، داده‌های تجربی مستخرج گردیده است. جامعه آماری این تحقیق شامل ۲۰ نفر از خبرگان و متخصصین شهری بوده و روش نمونه‌گیری، هدفمند است. در گام اول، پس از تعیین وضعیت‌های احتمالی عوامل کلیدی و وزن‌دهی به آن‌ها توسط خبرگان، داده‌های لازم وارد نرم‌افزار ScenarioWizard شدند و سناریوهای قوی، ضعیف و باورپذیر از این نرم‌افزار مستخرج

۱ نویسنده مسئول ۰۹۱۲۱۲۶۰۶۰۲
Email: zayyari@ut.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله :
لطیفی, امین, زیاری, کرامت اله, نادری, سید مجید. (۱۴۰۱). تدوین و اولویت‌بندی راهبردهای پابرجا مبتنی بر سناریوهای باورپذیر افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در برابر زلزله (نمونه موردی: منطقه ۱۰). جغرافیا و مخاطرات محیطی, ۱۱(۱) صص ۲۵۴-۲۳۵ https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70939.1077

گردیـدنـد. در گـام بعدی با تحلیل عوامل داخلی و خارجی مرتبط با تاب‌آوری کالبدی نمونه موردمطالعه، راهبردهای پژوهش در قالب روش SWOT و بر اسـاس سـناریوهای باورپذیر ارائه شـدند و درنهایت با استفاده از تکنیک ماتریس کمی برنامه‌ریزی استراتژیک (QSPM)، راهبردهای پابرجا به‌منظور افزایش تاب آوری کالبدی محدوده موردمطالعه، احصـاء و اولویت‌بندی شـدند. نتایج پژوهش نشـان می‌دهد چنانچه منطقه ۱۰ شـهر تهران قصد داشته باشد تا به سمت افزایش و ارتقای تاب‌آوری کالبدی در برابر آسیب‌های ناشـی از مخاطرات طبیعی همچون زلزله قدم بردارد، تکیه بر راهبردهای پابرجای تدافعی اجتناب‌ناپذیر و الزامی است.

کلیدواژه‌ها: راهبردهای پابرجا، سناریوهای باورپذیر، تاب‌آوری کالبدی، زلزله، منطقه ۱۰ تهران.

۱- مقدمه

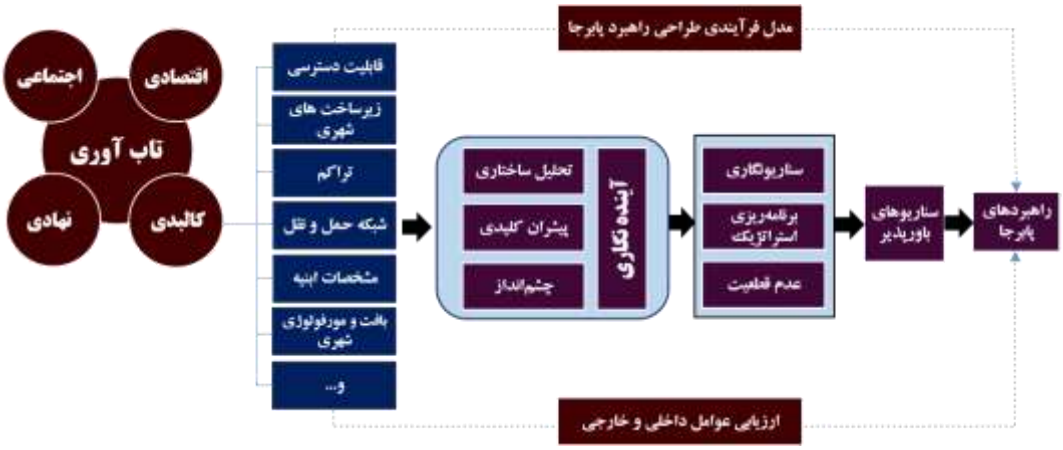
مخاطرات آتی را نمی‌توان بر اسـاس شـواهد پیش‌بینی کرد و همچنین نمی‌توان به‌راحتی حالت، اندازه و مکان این مخاطرات را از پیش بیان نمود؛ بنابراین افزایش یا بهبود توان ظرفیتی یک سـیسـتم برای ایسـتادگی و بازیابی در برابر مخاطرات بسیار حائز اهمیت است (رضایی و همکاران، ۱۳۹٤).

بخش مرکزی شهر تهران که محدوده منطقه ۱۰ نیز قسـمتی از آن به‌حسـاب می‌آید، دربرگیرنده مجموعه‌ای از فضاها و بافت‌های گوناگون شـهری اسـت که تقریباً در میانه جغرافیایی دو گسـل بزرگ شـمال و جنوب تهران و در بخش میانی این دشـت قرار دارد. مطالعات حاکی از این اسـت که بافت‌های شـهری واقع در این بخش، در برابر عدم تعادل‌های ناشـی از بروز زلزله دچار نابسـامانی‌های حاد می‌شوند و بحران حیات شهری را به وجود می‌آورند (منزوی و همکاران، ۱۳۸۹). از سـویی دیگر با توجه به‌سرعت تحولات به نظر می‌رسد که حضور عاملانه در تاب‌آوری کالبدی شـهر تهران در مواجهه با زلزله به‌منظور کاهش تهدیدات و افزایش فرصـت‌ها، نیازمند رویکردی آینده‌نگارانه اسـت که امکان کنشـگری در رخدادهای آینده پایتخت را فراهم می‌سـازد (لطیفی و همکاران، ۱٤۰۰)؛ رویکردی که از شیوه‌های قدیمی برنامه‌ریزی عبور کند و بر پایه برنامه‌ریزی سـناریومبنا، آینده‌های ممکن و باورپذیر را ترسـیم نماید. به همین منظور هدف اصـلی این تحقیق، تدوین راهبردهای پابرجا و مطلوب به‌منظور کاسـتن از آسـیب‌های احتمالی زلزله و تقلیل خطر بحران به‌خصـوص در بافت‌های فرسـوده تهران همچون نمونه موردمطالعه و بسـترسـازی مناسـب برای مدیریت آینده شـهر اسـت؛ ازاین‌رو پژوهش حاضر در راستای پاسخ به این سؤال اصلی انجام گرفته است: راهبردهای پـابرجـا و مطلوبی کـه بتوانند تاب‌آوری کالبدی محدوده موردمطالعه در مقابله با زلزله را در افق ۱٤۰٤ تضـمین کنند کدامند؟ ازآنجاکه در طرح جامع (راهبردی-سـاختاری) تهران مصـوب ۱۳۸٦، دستیابی به «شهری امن و مقاوم در برابر انواع آسـیب‌ها، مخاطرات و سـوانح در افق چشـم‌انداز ۱٤۰٤ شـمسی»، به‌مثابه یکی از آرمان‌های سند چشم‌انداز شهر در نظر گرفته‌شـده، بر همین اساس و منطبق با جهت‌گیری‌های راهبردی تهران در افق چشم‌انداز ۱٤۰٤، افق چشم‌انداز پژوهش حاضر نیز ۱٤۰٤ (کوتاه‌مدت) تعیین می‌گردد.

مفهوم واژه تاب‌آوری[1] درواقع از واژه لاتین «Resilio» به معنای «به‌طور ناگهانی و یک‌باره عقب‌نشینی کردن (to jump back)» استخراج شده است؛ این کلمه را نخستین بار هولینگ[2] در سال ۱۹۷۳ در مطالعات اکولوژیکی بکار گرفت (داداش‌پور و عادلی، ۱۳۹٤). تاب‌آوری، اشاره به سازگاری فرایندها به‌عنوان یک تغییر مستقل از سیستم دارد (رکن‌الدین افتخاری و صادقلو، ۱۳۹۷) و باید به‌گونه‌ای باشد که پیش‌بینی درستی در مورد توانایی جامعه برای بهبود پس از وقوع بحران ارائه دهد (فئوفیلوس و رومانولی[3]، ۲۰۲۰). همچنین در بعد کالبدی تاب‌آوری علاوه بر تأمین سرپناه‌هایی برای آسیب‌دیدگان بعد از وقوع بحران، به اصولی برای طراحی کالبد قبل از وقوع بحران و مخاطره پرداخته می‌شود (کاتر و همکاران[4]، ۲۰۱۵).

هرمان کان[5] سناریو را توصیف داستان‌گونه از آینده می‌داند. ازآنجاکه شناخت دقیق و ژرف‌نگر آینده امکان‌پذیر نیست، آینده‌پژوهان، برنامه‌ریزی بر اساس فقط یک سناریو را مردود می‌شمارند (اسلاتر[6]، ۱۳۸٦). برنامه‌ریزی سناریومبنا با پیش‌بینی متفاوت است، زیرا در سناریونگاری تعدادی از احتمالات در نتیجه تشریح وضعیت عدم قطعیت ظاهر می‌شوند، درحالی‌که هدف پیش‌بینی کردن شناسایی بیشتر مسیرها و تخمین عدم قطعیت است (شوارتز[7]، ۱۹۹٦). سازمان‌هایی که برنامه‌ریزی سناریومبنا انجام می‌دهند غالباً راهبردهایی را جست‌وجو می‌کنند که بر روی انواع سناریوها عملکرد خوبی داشته باشند (رابینسون[8]، ۲۰۲۰). هدف اصلی در برنامه‌ریزی پابرجا مبتنی بر سناریونگاری، ایجاد فضایی برای به آزمون کشیدن راهبردها است، به‌نحوی‌که کاراترین و بهینه‌ترین راهبردها شناسایی شوند (گروبلر و همکاران[9]، ۲۰۱۵). پیش‌فرض اصلی در برنامه‌ریزی پابرجا آن است که هیچ راهبرد ویژه‌ای وجود ندارد که فی‌نفسه کارا یا ناکارآمد باشد، بلکه هر راهبردی وابسته به شرایط بافتی است که در آن شرایط اجرایی می‌شود و ازآنجاکه آینده مملو از عدم قطعیت‌ها است، لازم است تا آن دسته از آینده‌های باورپذیر که در آینده ممکن است روی دهند، شناسایی شوند و وضعیت راهبردها در آن آینده‌ها تحلیل شوند. در برنامه‌ریزی پابرجا، سناریوها یا عدم قطعیت‌های مختلف از آینده، تولیدکننده شرایط مختلف برای اجرایی نمودن یک راهبرد است (سرایی و علیزاده شورکی، ۱۳۹۸). در این راستا مبتنی بر نتایج حاصل از ادبیات تحقیق و مبانی نظری در ارتباط با موضوع، پژوهش به سمت تعیین یک چارچوب مفهومی و نظری منسجم هدایت می‌شود (فیروزی و همکاران، ۱۳۹۹).

1 Resilience
2 Holling
3 Feofilovs & Romagnoli
4 Cutter & et.al
5 Herman Kahn
6 Slaughter
7 Schwartz
8 Robinson
9 Grubler et al



شکل ۱- چارچوب مفهومی پژوهش

منبع: مطالعات و پردازش نگارندگان، ۱٤۰۰

تقی‌زاده و همکاران (۱٤۰۰) در پژوهش خود با استفاده از روش تحقیق توصیفی- تحلیلی به برنامه‌ریزی راهبردی پابرجا جهت امدادرسانی در بافت‌های فشرده شهر رشت پرداختند و بیان داشتند که برنامه‌ریزی قبل از حادثه باید تمام خطراتی که جامعه در معرض آن قرار دارد را مدنظر قرار داده و برای تمامی خطرات موجود، فرآیند برنامه‌ریزی ترکیبی را با هم ارائه کند. لطیفی و همکاران (۱٤۰۰) در پژوهشی با عنوان «تبیین مؤلفه‌های کلیدی افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در برابر زلزله با رویکرد تحلیل ساختاری (نمونه موردی: منطقه ۱۰)» با استفاده از روش توصیفی- تحلیلی و تکیه بر روش تحلیل اثرات متقابل ساختاری در نرم‌افزار MicMac از بین ٤۱ متغیر اولیه تأثیرگذار، ۱۱ عامل کلیدی در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ شهر تهران در برابر زلزله را شناسایی کردند و میزان تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم متغیرها بر یکدیگر را موردسنجش قرار دادند. قاسمی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «مطالعه اثربخشی راهبردهای «فنی-کالبدی» و «اجتماعی-اقتصادی» در بهبود تاب‌آوری شهری در برابر زلزله» با استفاده از نظر خبرگان و روش مقایسه زوجی و با در نظرگرفتن سه سناریوی لرزه‌ای گسل شمال تهران، گسل ری و گسل شناور، اثربخشی راهبردهای فنی-کالبدی و اجتماعی-اقتصادی در بهبود تاب‌آوری منطقه ٦ شهر تهران را با یکدیگر مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که انتخاب راهبرد بهینه برای یک شهر، با پارامترها و متغیرهای گوناگونی ارتباط دارد. عظیمی و پورعزت (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان «بررسی امکان سناریوپردازی برای مدیریت بحران در شهر تهران (موردمطالعه: زلزله)»، با استفاده از روش تحلیل کیفی بیان داشتند اگرچه گریز از وقوع بحران امکان‌پذیر نیست، اما می‌توان در قالب سناریوها و تکیه بر برنامه‌ریزی راهبردی، برای مواجهه با خطرات مخاطرات طبیعی ازجمله زلزله چاره‌اندیشی کرد.

در پژوهش‌های خارجی، آژانس سکونتگاه‌های انسانی ملل متحد[1] (۲۰۱۹)، در بررسی راهبردهای توسعه شهر تاب‌آور در برابر فاجعه برای شهرهای سریلانکا، به این نتیجه رسید که روند توسعه شهری نشان‌دهنده تغییر سریع مناطق روستایی به شهری است. دیکسون و همکاران[2] (۲۰۱۹)، در مقاله‌ای با عنوان «استفاده از تکنیک‌های آینده‌نگاری شهری در تدوین چشم‌انداز شهرها» با انتقاد از برنامه چشم‌انداز انگلستان در سال ۲۰۵۰ به لزوم استفاده از روش‌های آینده‌نگاری راهبردی برای تجزیه‌وتحلیل مفهومی آینده شهرها تأکید کردند. لی و همکاران[3] (۲۰۱۸)، در پژوهشی تحت عنوان «راهبردهای جدید برنامه‌ریزی تاب‌آوری در پاسخ به تغییرات آب و هوایی برای توسعه شهری»، به این نتیجه رسیدند که راهبردهای پابرجا برای ارتقای تاب‌آوری در پاسخ به افزایش آب سطح دریا و مخاطرات طبیعی مانند سیل در سه حوزه برنامه پیشگیری، برنامه‌ریزی فضایی و برنامه‌ریزی شهری قابل ارائه هستند. راوتز و میلز[4] (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای با عنوان «آینده‌نگاری در شهرها: امکان شهر هوشمند استراتژیک» با هدف بررسی چالش‌های آینده‌نگاری شهری، برنامه آینده شهرهای انگلستان را موردبحث قرار داده و در پی کشف الزاماتی برای توسعه آینده‌نگاری شهری برآمدند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که برنامه آینده‌نگاری شهرهای انگلستان که در حال انجام است، دارای چالش‌های زیادی بوده و باید در سایر برنامه‌ها مدنظر قرار گیرد. محمود جایزولودین[5] (۲۰۱۲) در تحقیقی با «عنوان آینده‌نگاری شهر و برنامه‌ریزی توسعه در مورد تدوین طرح توسعه بولونگان اندونزی در سال ۲۰۲۰»، نتیجه می‌گیرد که روش آینده‌نگاری به‌ویژه سناریونگاری یک ابزار برنامه‌ریزی راهبردی مناسب و قدرتمند برای توسعه یکپارچه است.

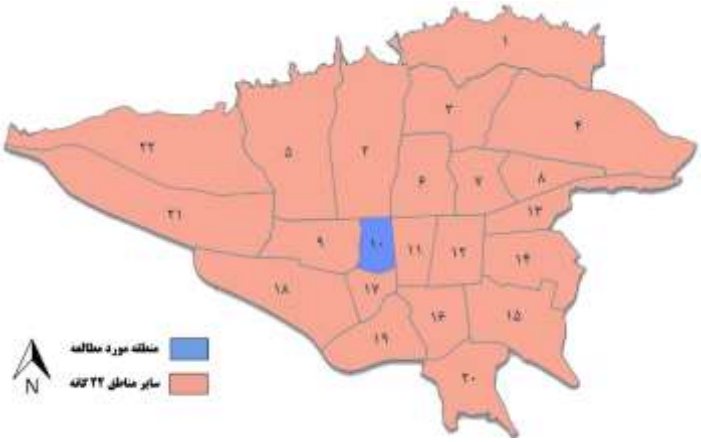
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه موردمطالعه

منطقه ۱۰ شهرداری تهران از شمال به خیابان آزادی واقع در جنوب منطقه ۲، از شرق به بزرگراه شهید نواب صفوی واقع در غرب منطقه ۱۱، از جنوب به خیابان قزوین واقع در شمال منطقه ۱۷ و از غرب به بزرگراه یادگار امام (ره) واقع در شرق منطقه ۹، محدود می‌شود (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸). این منطقه با ۳ ناحیه شهری و ۱۰ محله قدیمی، پرجمعیت‌ترین منطقه تهران است. مساحت منطقه معادل ۸،۱۸۵،۴۸۷ مترمربع است و در حدود ۳۲۷ هزار نفر (بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵) را در خود جای داده است که با تراکم ۴۲۰ نفر در هکتار جزء پر تراکم‌ترین مناطق شهر تهران است. بافت فشرده با قطعات کوچک، سطح قابل‌ملاحظه‌ای از منطقه را به زیر اشغال برده است. چشم‌انداز منطقه در طرح جامع شهر تهران بر اساس امکانات، قابلیت‌ها و محدودیت‌های درونی و بیرونی منطقه در

1 UN-HABITAT
2 Dixon et al
3 Lee et al
4 Ravetz & Miles
5 Mahmud Jaizuluddin

گستره شهر تهران تدوین شده است. در چشم‌انداز منطقه ۱۰، این منطقه، محدوده‌ای پیشگام در اجرای برنامه‌های بهسازی و نوسازی شهری و مقاوم‌سازی ساختمان، در نظر گرفته شده است (ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۹٤).



شکل ۲- موقعیت منطقه ۱۰ نسبت به سایر مناطق شهر تهران

منبع: طرح جامع تهران (مصوب ۱۳۸٦)

۲-۲- روش‌شناسی پژوهش

به‌منظور تدوین سناریوها در مقاله حاضر از ابزار سناریوویزارد بهره گرفته شده است. اساس کار این نرم‌افزار بر مبنای ماتریس‌های اثرات متقابل (CIB)[1] است. این ماتریس‌ها به‌منظور استخراج نظر خبرگان در مورد اثر احتمال وقوع یک حالت از یک توصیفگر بر روی حالتی از توصیفگر دیگر در قالب عبارت‌های کلامی مورداستفاده قرار می‌گیرند و نهایتاً با محاسبه اثرات مستقیم و غیرمستقیم حالت‌ها بر روی یکدیگر، سناریوهای سازگار پیش روی سیستم موردمطالعه استخراج می‌شوند (ملک‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). در بخش تدوین راهبردها از روش تحلیل سوآت[2] و ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (IFE)[3] و خارجی (EFE)[4] استفاده شده است. تحلیل سوات از مشهورترین ابزارهای تحلیل راهبردی است و برخی از آن به‌عنوان سنگ بنای اصلی تحلیل راهبردی یاد می‌کنند. برای تجزیه‌وتحلیل همزمان عوامل داخلی و خارجی از ابزاری به نام ماتریس داخلی و خارجی (IE) استفاده می‌شود. پس از تعیین مجموع نمره نهایی به‌دست آمده از ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی و تعیین جهت‌گیری راهبردها (تدافعی، انطباقی، اقتضایی و تهاجمی) به تدوین راهبردها بر مبنای عوامل کلیدی مؤثر بر افزایش تاب‌آوری کالبدی محدوده مورد نظر پرداخته می‌شود. در پژوهش حاضر برای تدوین راهبردهای پابرجا از بین دو مدل مفهومی و فرآیندی، مدل فرآیندی انتخاب می‌شود. چراکه برای دستیابی به مدل فرآیندیِ طراحی راهبرد پابرجا، از ترکیب

1 Cross-Impact Balances Analysis
2 SWOT
3 Internal Factor Evaluation Matrix
4 External Factor Evaluation Matrix

مدل‌سازی ساختاری تفسیری (روش کمی QSPM) و آینده‌نگاری (روشی کیفی) استفاده شده است؛ به‌عبارت‌دیگر، درنهایت راهبردهای برتر در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران بر اساس نظر خبرگان و با استفاده از ماتریس برنامه ریزی استراتژیک کمی (QSPM) اولویت‌بندی می‌گردند. بدین ترتیب که هرچه اولویت یک راهبرد بالاتر باشد احتمال پابرجایی آن راهبرد بیشتر است. این ماتریس یکی از تکنیک‌ها و ابزارهای شایع در ارزیابی راهبردها و مشخص نمودن جذابیت نسبی و پابرجایی احتمالی آن‌هاست که در مرحله تصمیم‌گیری مورداستفاده قرار می‌گیرد. شایان ذکر است، در پژوهش حاضر که بر اساس ماهیت از نوع ترکیبی (کمی و کیفی) با رویکرد توصیفی- تحلیلی و بر اساس هدف از نوع کاربردی است، برای تدوین داده‌های نظری ابتدا از روش اسنادی و سپس در بخش اصلی پژوهش به‌منظور تهیه داده‌های تجربی بر مبنای دلفی، از روش پیمایشی استفاده شده است. انتخاب تیم خبرگان، با روش نمونه‌گیری هدفمند بوده است. ازآنجاکه تعداد خبرگان شرکت‌کننده در دلفی عموماً بین ۱۴ تا ۲۰ نفر تعیین شده (جارم[1]، ۲۰۱۵)، ازاین‌رو برای تعیین وضعیت احتمالی عوامل کلیدی در پژوهش حاضر، با استفاده از نظرسنجی متخصصان، وضعیت‌های احتمالی برای عوامل کلیدی تعریف گردیدند و پرسشنامه‌ای طراحی شد و در اختیار ۲۰ نفر از خبرگان و کارشناسان قرار گرفت. وضعیت‌های احتمالی طیفی از وضعیت‌های خوش‌بینانه، بینابین و بدبینانه را در بر می‌گیرد. متخصصین با طرح این سؤال که «اگر هر یک از وضعیت‌های پیش روی عوامل کلیدی اتفاق بیفتد چه تأثیری بر وقوع یا عدم وقوع سایر وضعیت‌های پیش روی عوامل دیگر خواهد داشت؟» به تکمیل پرسشنامه بر اساس سه ویژگی توانمندساز، بی‌تأثیر و محدودیت‌ساز اقدام کردند و با درج ارقامی بین ۳- تا ۳+ میزان تأثیرگذاری هرکدام از وضعیت‌های پیشروی عوامل کلیدی را بر روند آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله مشخص کردند. سپس با در نظر گرفتن میانگین ساده از آن‌ها، داده‌ها برای ورود به نرم‌افزار سناریوویزارد[2] آماده شدند. با جمع‌آوری داده‌ها از خبرگان و کارشناسان مربوطه، امکان استفاده از نرم‌افزار سناریوویزارد فراهم گردید. نرم‌افزار سناریوویزارد به‌طورکلی سه دسته سناریو را برای پژوهشگر ارائه می‌دهد: سناریوهای با احتمال قوی، سناریوهای با احتمال ضعیف و سناریوهای با احتمال سازگاری و انطباق بالا (آراسته و همکاران، ۱۳۹۹).

۳- نتایج و بحث

بر اساس مطالعه لطیفی و همکاران (۱۴۰۰)، ۱۱ عامل در تاب‌آوری کالبدی مناطق فرسوده تهران در مقابله با زلزله اثر کلیدی دارند. این متغیرها عبارتند از: دسترسی به شبکه معابر اصلی، دسترسی به نهادهای امدادرسان، ضوابط فنی و الگوهای ساخت‌وساز، دسترسی به آتش‌نشانی، استحکام بناهای عمومی، توزیع خدمات، بازسازی و بهسازی

1 Jorm
2 ScenarioWizard

ساختمان‌های ناپایدار، کاربری زمین، کلاس دانه‌بندی، حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی و نسبت راه به ساختمان در محدوده موردمطالعه (لطیفی و همکاران، ۱۴۰۰). همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد برای تعیین وضعیت احتمالی عوامل کلیدی با استفاده از نظرسنجی از متخصصان و خبرگان به‌وسیله پرسشنامه، تعداد ۳۳ وضعیت احتمالی برای ۱۱ عامل کلیدی تعریف گردید. در واقع وضعیت‌های احتمالی طیفی از وضعیت‌های خوش بینانه، بینابین و بدبینانه را شامل می‌شود. به‌بیان‌دیگر، برای هر عامل سه وضعیت در نظر گرفته شده است.

جدول ۱- وضعیت‌های احتمالی متغیرهای شناسایی شده (عوامل کلیدی) در پژوهش

عامل	نام عامل راهبردی	وضعیت	نام وضعیت	درجه مطلوبیت
A	دسترسی به شبکه معابر اصلی	A1	افزایش دسترسی به شبکه معابر اصلی	خوش‌بینانه
		A2	تداوم وضعیت موجود	بینابین
		A3	کاهش دسترسی به شبکه معابر اصلی	بدبینانه
B	دسترسی به نهادهای امدادرسان (مرکز مدیریت بحران و...)	B1	افزایش دسترسی به نهادهای امدادرسان (مرکز مدیریت بحران و...)	خوش‌بینانه
		B2	تداوم وضع موجود	بینابین
		B3	کاهش دسترسی به نهادهای امدادرسان (مرکز مدیریت بحران و...)	بدبینانه
C	ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز	C1	ارتقای ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز	خوش‌بینانه
		C2	تداوم وضعیت موجود	بینابین
		C3	عدم دقت به ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز	بدبینانه
D	دسترسی به آتش‌نشانی	D1	افزایش دسترسی به آتش‌نشانی	خوش‌بینانه
		D2	تداوم وضعیت موجود	بینابین
		D3	کاهش دسترسی به آتش‌نشانی	بدبینانه
E	استحکام بناهای با کاربری عمومی (مدرسه، بیمارستان)	E1	افزایش استحکام بناهای با کاربری عمومی (مدرسه، بیمارستان)	خوش‌بینانه
		E2	تداوم وضعیت موجود	بینابین
		E3	کاهش استحکام بناهای با کاربری عمومی (مدرسه، بیمارستان)	بدبینانه
F	توزیع خدمات	F1	افزایش توزیع خدمات	خوش‌بینانه
		F2	تداوم وضعیت موجود	بینابین
		F3	کاهش توزیع خدمات	بدبینانه
G	بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار	G1	افزایش بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار	خوش‌بینانه
		G2	تداوم وضعیت موجود	بینابین
		G3	کاهش بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار	بدبینانه
H	کاربری زمین (تعدد واحدهای مسکونی)	H1	مدیریت کاربری زمین (تعدد واحدهای مسکونی)	خوش‌بینانه
		H2	تداوم وضعیت موجود	بینابین
		H3	عدم مدیریت کاربری زمین (تعدد واحدهای مسکونی)	بدبینانه
I	کلاس دانه‌بندی	I1	تجمیع بافت‌های ریزدانه محدوده	خوش‌بینانه

عامل	نام عامل راهبردی	وضعیت	نام وضعیت	درجه مطلوبیت
		I2	تداوم وضعیت موجود کلاس دانه‌بندی	بینابین
		I3	افزایش ریزدانگی بافت در محدوده	بدبینانه
J	حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی (از مقاوم‌سازی تا بازسازی)	J1	افزایش حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی	خوش‌بینانه
		J2	تداوم وضعیت موجود	بینابین
		J3	کاهش حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی	بدبینانه
K	نسبت راه به ساختمان در محدوده موردمطالعه	K1	افزایش نفوذپذیری و مدیریت نسبت راه به ساختمان در محدوده	خوش‌بینانه
		K2	تداوم وضعیت موجود	بینابین
		K3	کاهش نفوذپذیری و عدم مدیریت نسبت راه به ساختمان در محدوده	بدبینانه

مأخذ: مطالعات نگارندگان، ۱۴۰۰.

بر اساس داده‌های پرسشنامه‌ای، نرم‌افزار سناریوویزارد، ٤ سناریوی قوی، ۱۲٤۹ سناریوی ضعیف و ۸ سناریوی باورپذیر و با سازگاری بالا را گزارش داد. ماهیت این نرم‌افزار به‌صورت کاهش ابعاد احتمالی وقوع سناریوها از میان میلیون‌ها سناریو به چند سناریوی محتمل با احتمال وقوع بالاست. بر اساس نتایج به دست آمده، ٤ سناریوی قوی به دلیل دور از انتظار بودن نتایج آن‌ها در افق چشم‌انداز، جزو سناریوهای برتر و مطلوب محسوب نمی‌شوند. همچنین به‌نظر می‌رسد اعتماد به ۱۲٤۹ سناریوی ضعیف منطقی نباشد و پرداختن به این تعداد سناریو و برنامه‌ریزی کاری غیرممکن است. در این بین به‌نظر می‌رسد بین سناریوهای محدود قوی و سناریوهای وسیع ضعیف، استناد به ۸ سناریوی باورپذیر و با سازگاری ۱ منطقی باشد. این سناریوها از هم‌کنشی بین وضعیت‌های هر یک از عوامل در ارتباط با وضعیت‌های هر یک از عوامل دیگر استخراج می‌شوند. بررسی اولیه سناریوهای هشت‌گانه (با ۸۸ وضعیت احتمالی) حاکی از سیطره نسبی تعداد وضعیت‌های نامطلوب و ایستا (ادامه روند موجود) در برنامه‌ریزی تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران است. درک کیفی از صفحه سناریوها از طریق جایگزینی وضعیت‌ها با طیفی از رنگ‌های سبز، زرد و قرمز و عناوین مطلوب، ایستا و نامطلوب به شرح جدول زیر انجام می‌گیرد تا وضعیت تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران را به تفکیک سناریو و هر عامل کلیدی به‌طور شفاف نشان دهد.

جدول ۲- وضعیت احتمالی هریک از عوامل کلیدی در سناریوهای باورپذیر بر اساس طیف رنگ و مطلوبیت

عوامل کلیدی-سناریوها	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
دسترسی به شبکه معابر اصلی	مطلوب	مطلوب	ایستا	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب
دسترسی به نهادهای امدادرسان	مطلوب	مطلوب	مطلوب	ایستا	ایستا	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب
ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز	مطلوب	مطلوب	ایستا	ایستا	نامطلوب	ایستا	نامطلوب	نامطلوب
دسترسی به آتش‌نشانی	مطلوب	مطلوب	مطلوب	ایستا	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب
استحکام بناهای با کاربری عمومی	مطلوب	مطلوب	نامطلوب	نامطلوب	ایستا	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب
توزیع خدمات	مطلوب	ایستا	نامطلوب	نامطلوب	ایستا	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب
بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار	مطلوب	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب

عوامل کلیدی-سناریوها	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
کاربری زمین (تعدد واحدهای مسکونی)	مطلوب	نامطلوب	ایستا	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب
کلاس دانه‌بندی	مطلوب	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب
حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی	مطلوب	نامطلوب	نامطلوب	ایستا	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب
نسبت راه به ساختمان در محدوده موردمطالعه	مطلوب	ایستا	ایستا	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب	نامطلوب

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰.

بر اساس جدول ۲، سناریوی اول و دوم سناریوهایی هستند که موقعیت مطلوب را برای تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران نشان می‌دهند. سناریوی اول ۱۱ مورد و سناریوی دوم ۵ مورد (مجموعاً ۱٦ مورد) از موقعیت مطلوبیت را به خود اختصاص دادند. تحقق سناریوی اول، محتمل ولی آرمان‌گرایانه است. تحقق سناریوی دوم نیز اگرچه محتمل به نظر می‌رسد، اما هنوز با مطلوبیت کامل فاصله دارد. سناریوی سوم بعد از سناریوهای اول و دوم با ۲ مورد موقعیت مطلوبیت، ٦ مورد موقعیت ایستا و ۳ مورد موقعیت نامطلوب به‌صورت کلی در وضعیت ایستا قرار دارد. سناریوی چهارم نیز با ٦ مورد وضعیت ایستا در مرحله بعدی قرار دارد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تعداد سناریوها با امتیازهای منفی در این پژوهش کم نیست و این موضوع بیانگر این است که احتمال دارد شرایط تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران به سمت وضعیت نامطلوب و برنامه‌ریزی غیراصولی پیش رفته و روندی روبه‌زوال را در آینده تجربه کند.

۳-۱- گروه‌بندی سناریوهای منتخب

بر اساس وضعیت‌های هر یک از عوامل کلیدی، هشت سناریوی باورپذیر و با سازگاری بالا را می‌توان در سه گروه تقسیم‌بندی نمود که هر یک از گروه‌ها شامل سناریوهای با ویژگی‌هایی تقریباً مشترک و با تفاوت کم در یک یا چند وضعیت از میان ۳۳ وضعیت عوامل کلیدی هستند. این گروه‌ها عبارتند از: گروه اول) سناریوهای مطلوب شامل سناریوهای اول و دوم. گروه دوم) سناریوهای ایستا و وضع موجود با روند بسیار آرام شامل سناریوهای سوم و چهارم. گروه سوم) سناریوهای نامطلوب شامل سناریوهای پنجم، ششم، هفتم و هشتم. این سه گروه نشان‌دهنده چارچوب کلی وضعیت‌های باورپذیر حاکم بر تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ شهر تهران در افق چشم‌انداز می‌باشند که در ادامه به بیان ویژگی‌های هر یک از آن‌ها پرداخته می‌شود.

سناریوهای گروه اول: حاکم بودن بهترین شرایط ممکن جهت افزایش و ارتقای تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران

این گروه شامل سناریوهای اول و دوم است که به ترتیب دارای بهترین شرایط ممکن جهت افزایش و تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در برابر زلزله می‌باشند. شرایط سناریوی اول در تمام عوامل کلیدی (۱۱ عامل پیشران) مطلوب است و نسبت به سناریوی دوم در وضعیت بسیار بهتری قرار دارد. در هر دو سناریوی این گروه در کل

وضـعیت مطلوب اسـت، اما مطلوبیت کامل برای سـناریو دوم محقق نشـده اسـت و تأکید بر وضـعیت‌های ایسـتا و نامطلوب در این سناریو به چشم می‌خورد.

جدول ۳- ویژگی سناریوهای گروه اول از مجموعه سناریوهای باورپذیر

گروه	وضعیت یا رویکرد	سناریوها	وضعیت	ویژگی عوامل کلیدی
گروه اول: دارای مطلوبیت	رویکرد افزایش تاب-آوری کالبدی منطقه ۱۰ شهر تهران در برابر زلزله	سناریوی اول	مطلوبیت کامل	وضعیت مطلوب در تمامی زمینه‌های تاب‌آوری کالبدی ازجمله، پیروی از اصول و ضوابط ساخت‌وساز، مقاومت کالبدی و استحکام بناها در برابر زلزله، اجرای صحیح برنامه‌های بهسازی و نوسازی و...
		سناریوی دوم	مطلوبیت نسبی	وضعیت مطلوب در ساماندهی دسترسی‌ها، استحکام بناهای عمومی، رعایت ضوابط و مقررات اصولی احداث ساختمان‌ها و...

مأخذ: تحلیل و پردازش نگارندگان، ۱٤۰۰.

سناریوهای گروه دوم: حفظ وضع موجود تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران

تداوم و ثابت ماندن وضـعیت ارتقای ضـوابط فنی، اصـول و الگوهای سـاخت‌وسـاز، بازسـازی و بهسـازی سـاختمان‌های ناپایدار، کاربری زمین (تعدد واحدهای مسـکونی)، کلاس دانه‌بندی و نسبت راه به ساختمان در محدوده موردمطالعه ازجمله ویژگی‌های این سـناریوها اسـت. به بیانی دیگر شـرایط فعلی منطقه ۱۰ تهران در افزایش و ارتقای تاب‌آوری فضاهای کالبدی در این سناریوها محرز است.

جدول ٤- ویژگی سناریوهای گروه دوم از مجموعه سناریوهای باورپذیر

گروه	وضعیت یا رویکرد	سناریوها	وضعیت	ویژگی عوامل کلیدی
گروه دوم: روند ایستا و ادامه وضع موجود	تداوم وضعیت موجود تاب‌آوری کالبدی در منطقه ۱۰ شهر تهران در برابر زلزله	سناریوی سوم	نسبتاً ایستا	تداوم و ثابت ماندن وضعیت دسترسی به شبکه معابر اصلی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز، بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار، کاربری زمین، کلاس دانه‌بندی و نسبت راه به ساختمان
		سناریوی چهارم	کاملاً ایستا	ثابت ماندن دسترسی به نهادهای امدادرسان، اصول و الگوهای ساخت‌وساز، دسترسی به آتش‌نشانی، بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار، کلاس دانه‌بندی و حفاظت از امکانات و زیرساخت‌ها...

مأخذ: تحلیل و پردازش نگارندگان، ۱٤۰۰.

سناریوهای گروه سوم: روندهای نامطلوب، تاب‌آوری با سطح پایین و بی‌توجهی به تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران

چهار سناریو (۵، ٦، ۷ و ۸) در این گروه قرار دارند. این دسته از سناریوها با موانع و مشکلات زیادی جهت افزایش و ارتقای تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در برابر زلزله مواجه هستند که از آن جمله می‌توان به کاهش حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی، کاهش دسترسی به شبکه معابر اصلی، عدم دقت به ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز، کاهش دسترسی به آتش‌نشانی، عدم مدیریت کاربری زمین و کاهش نفوذپذیری و عدم مدیریت نسبت راه به ساختمان در محدوده و... اشاره کرد. بدیهی است این دسته از سناریوها بدترین حالت ممکن را برای افزایش تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ شهر تهران در مقابله با زلزله متصور می‌شوند.

جدول ۵- ویژگی سناریوهای گروه سوم از مجموعه سناریوهای باورپذیر

گروه	وضعیت یا رویکرد	سناریوها	وضعیت	ویژگی
گروه سوم: روندهای نامطلوب تاب‌آوری کالبدی	کاهش تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ شهر تهران در برابر زلزله و حرکت به سمت زوال	سناریوی پنجم	نسبتاً نامطلوب	وضعیت نامطلوب در حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی، دسترسی به شبکه معابر اصلی، ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز، دسترسی به آتش‌نشانی، کاربری زمین و نسبت راه به ساختمان در محدوده موردمطالعه
		سناریوی ششم	کاملاً نامطلوب	وضعیت نامطلوب در تمام وضعیت‌ها به غیر از عامل ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز
		سناریوی هفتم	کاملاً نامطلوب	وضعیت نامطلوب در تمامی زمینه‌های مربوط به تاب‌آوری کالبدی
		سناریوی هشتم	کاملاً نامطلوب	وضعیت نامطلوب در تمامی زمینه‌های مربوط به تاب‌آوری کالبدی

مأخذ: تحلیل و پردازش نگارندگان، ۱٤۰۰.

۳-۲- بررسی و تحلیل عوامل داخلی و خارجی تاب‌آوری کالبدی در نمونه موردمطالعه

پس از تدوین و تفسیر سناریوهای مختلف در قسمت قبل، در این قسمت بایستی راهبردهایی در جهت رسیدن به سناریوهای باورپذیر و مطلوب ارائه شود. روش‌های مختلفی جهت تدوین راهبردها وجود دارد. در این پژوهش، وضعیت موجود تاب‌آوری کالبدی با توجه به ابعاد کلیدی در جدول سوآت بررسی می‌شوند و سپس راهبردها در جهت رسیدن به سناریوی باورپذیر مطلوب در افق ۱٤۰٤ و نیل به سمت سناریوی طلایی، با نظرات خبرگان برگزیده ارائه می‌شوند. با توجه به اهمیت تعیین چشم‌انداز، بیانیه چشم‌انداز نمونه موردمطالعه در افق طرح عبارت است از: "منطقه ۱۰ شهر تهران در افق چشم‌انداز ۱٤۰٤، منطقه‌ای امن و مقاوم در برابر انواع آسیب‌های ناشی از وقوع زلزله

خواهد بود. این منطقه در افق چشـــم‌انداز، پیشـــگام از نظر محلات مســـکونی منطبق بر برنامه بهســـازی و نوســـازی بافت‌های فرسوده شهری است".

جدول ٦- خلاصه نتایج ماتریس ارزیابی عوامل داخلی منطقه ۱۰ تهران به لحاظ تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله

عوامل داخلی	شرح	نمره نهایی
قوت‌های برگزیده بر اساس بالاترین ضریب اهمیت اعمال شده توسط خبرگان	موقعیت مناسب جغرافیایی منطقه و قرارگیری در مرکز شهر تهران، دسترسی مناسب منطقه به خطوط ۱ و ٤ سامانه اتوبوس‌های تندرو (BRT)، وجود دفاتر خدمات نوسازی و توسعه محله‌ای در سطح منطقه، فاصله مناسب بین واحدهای مسکونی در بافت با هسته‌های خدماتی و اداری در منطقه، وضعیت مناسب شیب و توپوگرافی در سطح وسیعی از راه‌های ارتباطی منطقه، دارا بودن طرح تفصیلی مصوب و وجود ضوابط و مقررات ساخت و ساز در منطقه، فاصله مناسب بین واحدهای مسکونی در بافت با هسته‌های خدماتی و اداری در منطقه و...	۰/۸٤
ضعف‌های برگزیده بر اساس بالاترین ضریب اهمیت اعمال شده توسط خبرگان	دسترسی نامناسب محلی و عدم خوانایی شبکه‌های ارتباطی اصلی منطقه، عرض نسبتاً کم خیابان‌های شریانی درجه دو و جمع و پخش‌کننده در منطقه، عدم تمکن مالی اغلب ساکنین منطقه برای بهسازی و نوسازی ساختمان‌ها، کمبود شدید خدمات شهری در حدود ۱۵۰ هکتار از مساحت منطقه، ریزدانه بودن بافت به همراه تراکم بالا و قدمت زیاد بناها، آسیب‌پذیری بیش از نیمی از ساختمان‌ها به دلیل ریزدانه بودن بافت و تراکم و قدمت زیاد بناها، کیفیت نازل بافت مسکونی در اغلب محلات به دلیل غلبه بالای ریزدانگی در منطقه و...	۱/٤۲
	جمع	۲/۲٦

مأخذ: تحلیل و پردازش نگارندگان، ۱٤۰۰.

مجموع نمره نهایی ۲/۲٦ به دســـت آمده از ماتریس ارزیابی عوامل داخلی بیانگر آن اســـت که نقاط قوت منطقه با امتیاز ۰/۸٤ از نقاط ضـعف آن با امتیاز ۱/٤۲ کمتر اسـت و نشـان از غلبه ضعف‌ها بر قوت‌ها دارد. به عبارتی مجموعه عوامل داخلی در منطقه، دربردارنده ضـعف اسـت؛ بنابراین راهبردها باید به‌گونه‌ای تدوین شوند که بتوانند تا حد امکان در برطرف کردن نقاط ضعف اثرگذار باشند.

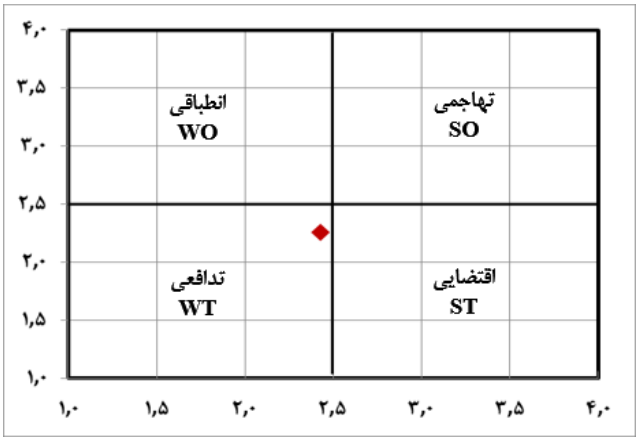
جدول ۷- خلاصه نتایج ماتریس ارزیابی عوامل خارجی منطقه ۱۰ تهران به لحاظ تاب‌آوری کالبدی برابر زلزله

عوامل خارجی	شرح	نمره نهایی
فرصت‌های برگزیده بر اساس بالاترین ضریب اهمیت اعمال شده توسط خبرگان	وجود سه ایستگاه مترو پر تردد و تسهیل کننده دسترسی در نزدیکی منطقه، احاطه شدن محدوده بافت فرسوده توسط شبکه معابر ارتباطی اصلی شهر، تهیه طرح‌های جامع مدیریت بحران مبتنی بر مطالعات ریز پهنه‌بندی در واحدهای ساختمانی، طراحی سازه‌های پایدار و مقاوم با اسکلت‌های فلزی و بتنی برای جلوگیری از ریزش ساختمان‌ها و انسداد مسیر در شرایط وقوع زلزله، امکان ارائه تسهیلات برای مقاوم‌سازی و نوسازی واحدهای فرسوده از طرف دستگاه‌های ذیربط بر اساس محورهای برنامه ششم توسعه، رعایت همجواری‌ها و اصول سازگاری بین کاربری‌ها به‌منظور امکان تخلیه سریع و پیشگیری از بروز حوادث ثانویه در هنگام وقوع زلزله	۰/۸۵

عوامل خارجی	شرح	نمره نهایی
تهدیدهای برگزیده بر اساس بالاترین ضریب اهمیت اعمال شده توسط خبرگان	عدم تعیین تکلیف پادگان جی و بلاتکلیف ماندن طرح ادامه بزرگراه یادگار امام (ره)، ضعف تحقق‌پذیری طرح‌های فرادست در کاستن از بار فعالیتی منطقه ۱۰، عدم اجرای صحیح و بهنگام ضوابط و مقررات طرح‌های تفصیلی و وجود نواقص در ضوابط طرح و گذربندی مناطق ریزدانه، جدی نگرفتن اصول استحکام بنا در بافت‌های فرسوده به دلیل ضعف در نظارت و اجرای عملیات فنی و مهندسی، تداوم فرسودگی شدید کالبدی و عدم استحکام بناها در نواحی سه‌گانه منطقه به‌خصوص ناحیه ۲، افزایش قابل توجه تخلفات مازاد تراکم غیرمسکونی در بافت‌های فرسوده مناطق مرکزی ازجمله منطقه ۱۰، فشردگی و ریزدانه بودن پلاک‌های ثبتی سنتی	۱/٦۰
	جمع	۲/٤٥

مأخذ: تحلیل و پردازش نگارندگان، ۱٤۰۰.

مجموع نمره نهایی ۲/٤٥ به‌دست آمده از ماتریس ارزیابی عوامل خارجی بیانگر این است که فرصت‌های فرا روی منطقه با امتیاز ۰/۸٥ کمتر از تهدیدهای پیرامون آن با وزن ۱/٦۰ است و نشان از غلبه تهدیدها بر فرصت‌ها دارد. به عبارتی مجموعه عوامل خارجی در منطقه، دربردارنده تهدید است و در نتیجه راهبردها برای این منطقه باید به‌گونه‌ای تدوین شوند که بتوان از اندک فرصت‌های محیطی به‌منظور کاستن از تهدیدها به نحو احسن استفاده نمود. ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی (IE)، گویای این واقعیت است که اگر منطقه ۱۰ تهران بخواهد در راستای افزایش تاب‌آوری کالبدی در مقابله با زلزله حرکت خود را به سمت برنامه‌ریزی راهبردی آغاز نماید، پیاده‌سازی راهبردهای گروه (WT) یا همان راهبردهای تدافعی بایستی در اولویت اول قرار گیرد، به‌عبارت‌دیگر، اگرچه ضروری است که منطقه ۱۰ بر پایه نقاط قوت، نقاط ضعف خود را کاهش داده و در صدد بهره‌برداری از فرصت‌ها برآید، اما در اولویت اول بایستی اقداماتی را برای کم کردن نقاط ضعف داخلی و پرهیز از تهدیدات ناشی از محیط خارجی برگزیند، در نتیجه اولویت اول منطقه برنامه‌ریزی بر مبنای راهبردهای تدافعی است.



شکل ۳- ماتریس عوامل داخلی و خارجی (IE) تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران به‌منظور جهت‌گیری راهبردها

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰.

۳-۳- تعیین راهبردهای پابرجا در محدوده موردمطالعه

منظور از راهبردها، مجموعه تصمیماتی است که با توجه به شرایط موجود و رویدادهایی که امکان وقوع در آینده دارند، گرفته می‌شوند. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران، پیاده‌سازی راهبردهای گروه WT[1] یا همان راهبردهای تدافعی در اولویت اول قرار دارد، در واقع در این راهبردها، منطقه در صدد کم کردن آثار ضعف‌ها و تهدیدات بیرونی است. این راهبردها به شرح جدول زیر است:

جدول ۸- راهبردهای تدافعی اصلی (کلان) تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله

کد راهبرد	عوامل کلیدی (پیشران‌ها)	شرح راهبردها
WT1	۱) ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز. ۲) استحکام بناهای با کاربری عمومی. ۳) بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار	خلق و تولید الگو در تمام ابعاد مقاوم‌سازی بناها نظیر؛ تولید طرح، تولید زمین، تولید سرمایه و تولید ساختمان
WT2	۱) بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار. ۲) کاربری زمین	ترکیب مقولات نوسازی و برنامه‌ریزی کاربری زمین به‌عنوان ابزاری برای افزایش تاب‌آوری کالبدی با رعایت صرفه‌های اقتصادی و اجتماعی
WT3	۱) استحکام بناهای با کاربری عمومی. ۲) بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار	مدیریت و برنامه‌ریزی اقدامات بر اساس اهداف مقاوم‌سازی بناها در سه سطح کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت
WT4	۱) ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز. ۲) استحکام بناهای با کاربری عمومی. ۳) بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار	استفاده از فناوری نوین بومی و اصول مهندسی جدید مبتنی بر سرعت، دقت و کیفیت به‌منظور تسریع در فرآیند مقاوم‌سازی بناهای آسیب‌پذیر در برابر زلزله
WT5	۱) بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار. ۲) کلاس دانه‌بندی	اعمال سیاست‌های تجمیع اراضی (مانند سیاست‌های تشویقی) در نوسازی و بهسازی بافت‌های مسکونی
WT6	۱) بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار. ۲) توزیع خدمات. ۳) کاربری زمین	کنترل افزایش تعداد واحدهای مسکونی منطقه در قالب طرح‌های نوسازی و جلوگیری از تبدیل کاربری‌های غیر مسکونی به مسکونی
WT7	۱) کلاس دانه‌بندی. ۲) نسبت راه به ساختمان در محدوده موردمطالعه	افزایش نفوذپذیری معابر مطابق با پیشنهادات طرح جامع و طرح بهسازی و نوسازی بافت فرسوده
WT8	۱) استحکام بناهای با کاربری عمومی. ۲) بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار	تشویق بخش خصوصی در زمینه سرمایه‌گذاری در جهت مقاوم‌سازی بناها
WT9	۱) ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز. ۲) کلاس دانه‌بندی	تخفیف در عوارض نوسازی قطعات دارای فرم نامنظم در صورت اصلاح و تجمیع پلاک‌های ریزدانه
WT10	۱) دسترسی به شبکه معابر اصلی. ۲) دسترسی به نهادهای امدادرسان ۳) حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی	تهیه طرح ایمن‌سازی دسترسی‌ها و شبکه‌های زیرساختی محلات در مقابل زلزله

1 Weaknesses-Threats

کد راهبرد	عوامل کلیدی (پیشران‌ها)	شرح راهبردها
WT11	۱) ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز. ۲) بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار	بهسازی و نوسازی محلات بافت فرسوده با رویکرد مدیریت بحران زلزله

مأخذ: تحلیل و پردازش نگارندگان، ۱٤۰۰.

نکته حائز اهمیت این اســـت که راهبردهای جدول فوق، لزوماً بهترین راهبردهای منطقه نیســـتند بلکه راهبردهای قابل‌اجرا می‌باشـــند. همچنین باید توجه داشـــت که یک راهبرد بهینه و برتر زمانی پابرجا اســـت که در شـــرایط عدم قطعیـت معنـا پیدا کند (تقوایی و همکاران، ۱۳۹۵: ۲٦)، چراکه هر یک از راهبردها در هر یک از ســـناریوها یا عدم قطعیت‌ها تحلیل می‌شـوند و بر همین اسـاس، مشکلات شناسایی و توصیه‌هایی برای بهبود مسائل ارائه می‌شود. در ادامه به اولویت‌بندی راهبردهای برتر در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران بر اســـاس نظر خبرگان و با اســـتفاده از ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی[1] (QSPM) پرداخته می‌شود.

٤- نتیجه‌گیری

٤-۱- اولویت‌بندی راهبردهای اصلی (کلان)

بـا توجـه بـه نتایج مرحله قبل و مجموع امتیاز جذابیت هر یک از راهبردهای اصـــلی، اولویت آن‌ها تعیین گردیده اســـت. همان‌گونه که قبلاً اشـاره شـد، هرچه امتیاز راهبردها بیشتر باشد اولویت آن بالاتر بوده و احتمال پابرجایی آن نیز بیشـــتر اســـت. نکته قابل توجه در این اســـت که امتیاز نهایی راهبردها اختلاف اندکی نســـبت به یکدیگر دارند و این به معنای اهمیت تقریباً برابر راهبردهاســـت. در واقع اگر منطقه ۱۰ شـــهر تهران قصـــد داشـــته باشـــد تا به ســـمت افزایش و ارتقای تاب‌آوری کالبدی در برابر آســـیب‌های ناشـــی از مخاطرات طبیعی همچون زلزله قدم بردارد، تکیه بر راهبردهای زیر در افق ۱٤۰٤ شمسی اجتناب‌ناپذیر و الزامی است.

جدول ۹- اولویت‌بندی راهبردهای پابرجای تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در برابر زلزله بر اساس QSPM

اولویت	کد راهبرد	اولویت‌بندی راهبردها	جمع امتیاز
۱	WT1	خلق و تولید الگو در تمام ابعاد مقاوم‌سازی بناها نظیر؛ تولید طرح، تولید زمین، تولید سرمایه و تولید ساختمان	٤/٤۸
۲	WT4	استفاده از فناوری نوین بومی و اصول مهندسی جدید مبتنی بر سرعت، دقت و کیفیت به‌منظور تسریع در فرآیند مقاوم‌سازی بناهای آسیب‌پذیر در برابر زلزله	٤/۳۷
۳	WT11	بهسازی و نوسازی محلات بافت فرسوده با رویکرد مدیریت بحران زلزله	٤/۲۹
٤	WT3	مدیریت و برنامه‌ریزی اقدامات بر اساس اهداف مقاوم‌سازی بناها در سه سطح کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت	٤/۲۳

1 Quantitative Strategic Planning Matrix

اولویت	کد راهبرد	اولویت‌بندی راهبردها	جمع امتیاز
۵	WT2	ترکیب مقولات نوسازی و برنامه‌ریزی کاربری زمین به‌عنوان ابزاری برای افزایش تاب‌آوری کالبدی با رعایت صرفه‌های اقتصادی و اجتماعی	٤/١٠
٦	WT10	تهیه طرح ایمن‌سازی دسترسی‌ها و شبکه‌های زیرساختی محلات در مقابل زلزله	٤/٠٣
٧	WT5	اعمال سیاست‌های تجمیع اراضی (مانند سیاست‌های تشویقی) در نوسازی و بهسازی بافت‌های مسکونی	٣/٩٦
٨	WT6	کنترل افزایش تعداد واحدهای مسکونی منطقه در قالب طرح‌های نوسازی و جلوگیری از تبدیل کاربری‌های غیر مسکونی به مسکونی	٣/٦٣
٩	WT8	تشویق بخش خصوصی در زمینه سرمایه‌گذاری در جهت مقاوم‌سازی بناها	٣/٥٢
١٠	WT7	افزایش نفوذپذیری معابر مطابق با پیشنهادات طرح جامع و طرح بهسازی و نوسازی بافت فرسوده	٣/٤١
١١	WT9	تخفیف در عوارض نوسازی قطعات دارای فرم نامنظم در صورت اصلاح و تجمیع پلاک‌های ریزدانه	٣/٢١

مأخذ: نگارندگان، یافته‌های پژوهش، ١٤٠٠.

بعد کالبدی تاب‌آوری، در مراحل قبل از وقوع حادثه، حین وقوع و پس از وقوع آن، انجام تمهیداتی را ضروری می‌داند. پژوهش حاضر با تدوین سناریوهای باورپذیر افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در برابر زلزله با تأکید بر نمونه موردمطالعه در افق ١٤٠٤، راهبردهای پابرجایی را به‌منظور افزایش تاب‌آوری کالبدی بافت‌های فشرده و فرسوده سکونتگاه‌های شهری بزرگ‌مقیاس ارائه نمود. سناریوها، عدم قطعیت‌ها و راهبردهای به‌دست آمده در این پژوهش بر محور افزایش و ارتقای تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در برابر خطرات ناشی از وقوع زلزله است، اما با توجه به رویکرد اکتشافی پژوهش، راهبردهای به دست آمده به‌عنوان یک ایدئولوژی همه‌شمول در آینده به‌منظور افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در برابر زلزله نیز در شرایط عدم قطعیت، کاربردی خواهد بود. به عبارتی به نظر می‌رسد با کاربست راهبردهای پابرجای ارائه شده در پژوهش حاضر به‌عنوان راه‌حل اساسی در برون‌رفت تدریجی شهر تهران از مشکل بحران زلزله، می‌توان به بالا بردن ظرفیت این شهر برای بازیابی خود و بازگشت به حالت اولیه در مواقع بروز مخاطرات طبیعی امیدوار بود.

یادداشت

مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول تحت عنوان «آینده‌نگاری سناریومبنا به‌منظور تبیین مؤلفه‌های افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در مقابله با زلزله (نمونه موردی: منطقه ۱۰)»، به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب است.

کتابنامه

آراسته، مژگان؛ باغبان، امیر؛ باغبان، ساجده؛ ۱۳۹۹. شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری شهری با رویکرد آینده‌نگاری (مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر مشهد). *فصلنامه علمی-پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، دوره ۷. شماره ۱۸، صص ۶۳-۷۸.

https://doi.org/10.30473/PSP.2020.7007

استاتر، ریچارد؛ ۱۳۸۶. *دانش واژه آینده‌پژوهی*. ترجمه کرامت‌زاده، عبدالحمید؛ محمدرضا، فرزاد و ناظمی، امیر، *مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی*. تهران.

پوراحمد، احمد؛ زیاری، کرامت‌اله؛ ابدالی، یعقوب؛ الهقلی‌پور، سارا؛ ۱۳۹۸. تحلیل معیارهای تاب‌آوری در بافت فرسوده شهری در برابر زلزله با تأکید بر تاب‌آوری کالبدی (مورد: منطقه ۱۰ شهرداری تهران)، *مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*. شماره ۳۶. صص ۱-۲۱.

https://doi.org/20.1001.1.22285229.1398.10.36.1.3

تقوایی، آزیتا؛ رادفر، رضا؛ ناظمی اشنی، امیر؛ ۱۳۹۵. پابرجایی راهبردهای مشارکت اقتصادی دانشگاه‌ها در کشور با استفاده از روش سناریو، *چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مدیریت. اقتصاد و علوم انسانی*، تهران. صص ۲۱-۳۷.

https://www.sid.ir/fa/seminar/ViewPaper.aspx?ID=49741

تقی‌زاده، حسین؛ احمدنیا حلیمه‌جانی، احمد؛ ۱۴۰۰. نقش برنامه‌ریزی شهری در مواجهه با بحران طبیعی در شهر رشت، *فصلنامه علمی تخصصی رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری*. دوره ۵. شماره ۵۵. صص ۱۸۸-۲۰۱.

http://majournal.ir/index.php/ma/article/view/726

داداش‌پور، هاشم؛ عادلی، زینب؛ ۱۳۹۴. سنجش ظرفیت‌های تاب‌آوری در مجموعه شهری قزوین، *دو فصلنامه علمی ـ پژوهشی مدیریت بحران*. دوره ۴. شماره ۲. صص ۷۳-۸۴.

https://doi.org/20.1001.1.23453915.1394.4.2.6.6

رضایی، محمدرضا؛ رفیعیان، مجتبی؛ حسینی، سید مصطفی؛ ۱۳۹۴. سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران). *فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*. دوره ۴۷. شماره ۴. صص ۶۰۹-۶۲۳.

https://doi.org/10.22059/JHGR.2015.51228

رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا؛ صادقلو، طاهره؛ ۱۳۹۷. *تاب‌آوری اجتماعات محلی در برابر مخاطرات محیطی*. چاپ اول. تهران: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

ساسان‌پور، فرزانه؛ سلیمانی، محمد؛ ضیائیان، پرویز؛ دلفان‌آذری، زهرا؛ ۱۳۹۴. جایگاه محله در توسعه پایدار شهر (مطالعه موردی: محله‌های منطقه ۱۰ شهرداری تهران). *فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، دوره ۴۷، شماره ۱، صص ۱۵۹-۱۷۶.

https://doi.org/10.22059/JHGR.2015.51280

سرایی، محمدحسین؛ علیزاده شورکی، یحیی؛ ۱۳۹۸. برنامه‌ریزی پابرجا مبتنی بر سناریونویسی در حوزه گردشگری اجتماعی پایدار (مطالعه موردی: شهر میبد)، *دو فصلنامه جغرافیای اجتماعی شهری*. دوره ٦. شماره ۱۵. صص ۱-۱۷.

https://doi.org/10.22103/JUSG.2019.1988

عظیمی، محدثه؛ پورعزت، علی‌اصغر؛ ۱۳۹۷. بررسی امکان سناریوپردازی برای مدیریت بحران در شهر تهران (موردمطالعه: زلزله). *فصلنامه علمی راهبرد*. دوره ۲۷. شماره ۸۸. صص ٦۱-۸۱.

https://doi.org/20.1001.1.10283102.1397.27.3.3.1

فیروزی، محمدعلی؛ محمدی ده‌چشمه، مصطفی؛ شمسایی زفرقندی، فتح‌اله؛ سعیدی، جعفر؛ ۱۳۹۹. شناسایی پیشران‌های مؤثر بر تاب‌آوری شهرهای مرزی (مطالعه موردی: شهر آبادان)، *نشریه بین‌المللی جغرافیا*. سال هجدهم. شماره ٦٦. صص ۷۳-۹۱.

https://doi.org/20.1001.1.27172996.1399.18.3.5.4

قاسمی، رضا؛ امیدوار، بابک؛ بهزادفر، مصطفی؛ ۱۳۹۹. مطالعه اثربخشی راهبردهای «فنی- کالبدی» و «اجتماعی- اقتصادی» در بهبود تاب‌آوری شهری در برابر زلزله. *مجله پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*. دوره ۸. شماره ۱. صص ۹۹-۱۱٤.

https://doi.org/10.22059/JURBANGEO.2019.278571.1080

لطیفی، امین؛ زیاری، کرامت‌اله؛ نادری، سید مجید؛ ۱٤۰۰. تبیین مؤلفه‌های کلیدی افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در برابر زلزله با رویکرد تحلیل ساختاری (نمونه موردی: منطقه ۱۰). *نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و مخاطرات محیطی*. دوره ۱۰. شماره ۱. صص ۱٦۱-۱۸۲.

https://doi.org/10.22067/GEOEH.2021.69072.1026

ملک‌زاده، ندا؛ بزاززاده، مهدی؛ رفیعیان، مجتبی؛ ۱۳۹۵. شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه شهری با رویکرد آینده‌نگاری (مطالعه موردی: کلان شهر کرج)، *دو فصلنامه جغرافیا و توسعه فضای شهری*. دوره ۳. شماره ۲. صص ۳۵-۵۲.

https://doi.org/10.22067/GUSD.V3I2.49479

منزوی، مهشید؛ سلیمانی، محمد؛ تولایی، سیمین؛ چاوشی، اسماعیل؛ ۱۳۸۹. آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده بخش مرکزی شهر تهران در برابر زلزله (مورد: منطقه ۱۲). *فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*. دوره ٤۲. شماره ۷۳. صص ۱-۱۸.

https://jhgr.ut.ac.ir/article_24467.html

مهندسان مشاور بوم سازگان؛ ۱۳۸۵. *گزارش طرح جامع (راهبردی- ساختاری) شهر تهران*.

Alexander, D.E., 2013. *Resilience and disaster risk reduction: An etymological journey*. Natural Hazards and Earth System Science.https://doi.org/10.5194/nhess-13-2707-2013

Cutter, S. L., 2015. The Landscape of Disas ter Resilience Indicators in the USA. *Natural Hazards*, 80, 741–758.https://doi.org/10.1007/s11069-015-1993-2

Dixon, T., Eames, M., Britnell, J., Watson, G. B., & Hunt, M., 2019. Urban retrofitting: Identifying disruptive and sustaining technologies using performative and foresight

techniques. *Technological Forecasting and Social Change*, 89, 131-144. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.027

Feofilovs, M., & Romagnoli, F., 2020. Assessment of Urban Resilience to Natural Disasters with a System Dynamics Tool: Case Study of Latvian Municipality, *Journal of Environmental and Climate Technologies*, vol. 24, No. 3, pp. 249–264.https://doi.org/10.2478/rtuect-2020-0101

Grubler, A. Ermoliev, Y. Kryazhimskiy, A., 2015. Coping with uncertainties-example of modeling approaches at IIASA. *Technological Forecasting and Social change*. 98:213-222. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.06.004

Jorm, A., 2015. Using the Delphi expert consensus method in mental health research, *Australian & NewZealand Journal of Psychiatry*, Volume 10, 887-897. https://doi.org/10.1177/0004867415600891

Lee, K. Chun, H. Song, J., 2018. New Strategies for Resilient Planning in response to Climate Change for Urban Development, *Procedia Engineering*, No 212 , 840–846. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.108

Mahmud, J., 2012. City foresight and development planning case study: Implementation of scenario planning in formulation of the Bulungan development plan, *Journal of Futures*, Volume 43, Netherlands, 697–706.https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.05.011

Ravetz, J. Miles, I. D., 2017. Foresight in cities: on the possibility of a "strategic urban intelligence". *foresight*, 18(5), 469-490.https://doi.org/10.1108/FS-06-2015-0037

Robinson, T. R., 2020. Scenario ensemble modelling of possible future earthquake impacts in Bhutan, *Journal of Natural Hazards*, Volume 103, 3457-3478. https://doi.org/10.1007/s11069-020-04138-x

Schwartz, P., 1996. The art of the long view: Planning for the future in an uncertain world. New York, NY: *Currency Doubleday*. 272 p.

UN-Habitat , 2019. Summary report of the Expert Group Meeting for the Future of Asian and Pacific Cities report, Chapter 1: Urban and Territorial Planning. Nanjing: UN-Habitat and others.

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp. 255-277 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI:10.22067/geoeh.2021.68728.1017 Open access

Assessing the Role of Economic and Social Empowerment of Rural Households in Reducing the Effects of Drought (Case Study: Sarpol-e Zahab Township, Kermanshah Province)

Jamshid Einali[a*], Hosein Farahani[a], Bahareh Mohammadi[b]

[a] *Associate Professor in Geography and Rural Planning, University of Zanjan, Zanjan, Iran*
[b] *Master in Geography and Rural Planning, University of Zanjan, Zanjan, Iran*

Received: 5 February 2021 ***Revised: 17 June 2021*** ***Accepted: 22 July 2021***

Abstract

Most parts of Iran have special climatic conditions that are among the least rainy regions of the world as they are in the arid geographical belt and desert strip of the world. Therefore, drought is one of the most important natural hazards in Iran. The purpose of this study was to investigate the role of empowerment of villagers in dealing with drought and reducing its effects in rural areas of Sarpol-e Zahab County in the west of Kermanshah province. Therefore, it tried to answer the following question: What is the relationship between economic and social empowerment of rural households and reducing the effects of drought in the study area? The applied research used a descriptive-analytical method. Questionnaire was used to collectg the required data. Due to the geographical extent of the region and a large number of rural settlements, from among the villages located in the political area of Sarpol-e Zahab county that had 100 families and more, considering the natural location, 10 rural points were selected as a sample. At the household level, out of 1966 rural households based on census data (2016), 321 items were selected as a sample using Cochran's formula and questionnaires were distributed randomly. One-sample t-test, factor analysis, and path analysis were used to analyze the data. The results showed that from the perspective of residents, empowerment in economic and social dimensions have positive effects on reducing the effects of the drought disaster. The results of path analysis show that access to financial resources, improvement of the business environment, and local social capital respectively have the greatest impact on economic and social empowerment for reducing the effects of the drought disaster.

Keywords: Disaster Management, Rural Economy, Empowerment, Kermanshah Province

[*] Corresponding author: Jamshid Einali E-mail: einalia@znu.ac.ir Tel: + 989122597176

How to cite this Article: Einali, J., Farahani, H., & Mohammadi, B. (2022). Assessing the Role of Economic and Social Empowerment of Rural Households in Reducing the Effects of Drought (Case Study: Sarpol-e Zahab Township, Kermanshah Province). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *11*(1), 255-277.

DOI: 10.22067/geoeh.2021.68728.1017

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant with open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.68728.1017

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، شمارهٔ چهل و یکم، بهار ۱۴۰۱، صص ۲۷۷-۲۵۵

مقاله پژوهشی

ارزیابی نقش توانمندسازی اقتصادی و اجتماعی خانوارهای روستایی در راستای کاهش اثرات خشکسالی؛ مطالعه موردی: شهرستان سرپل ذهاب (استان کرمانشاه)

جمشید عینالی[1]- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه زنجان، ایران.
حسین فراهانی- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه زنجان، ایران.
بهاره محمدی- دانش‌آموخته جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه زنجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۳/۲۷ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۴/۳۱

چکیده

بخش اعظمی از ایران به خاطر استقرار در کمربند خشک جغرافیایی و نوار بیابانی دنیا از شرایط اقلیمی ویژه‌ای برخوردار است که جزو مناطق کم باران جهان بشمار می‌آید. ازاین‌رو، خشکسالی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی ایران است. هدف تحقیق حاضر بررسی نقش توانمندسازی روستاییان در مواجهه و رویارویی با خشکسالی و کاستن از اثرات آن در مناطق روستایی شهرستان سرپل ذهاب در غرب استان کرمانشاه است. ازاین‌رو سعی کرده است تا به این سؤال پاسخ دهد که چه رابطه‌ای بین توانمندسازی اقتصادی و اجتماعی خانوارهای روستایی و کاهش اثرات خشکسالی در محدوده موردمطالعه وجود دارد؟ تحقیق حاضر از نوع پژوهش‌های کاربردی و روش مورداستفاده توصیفی- تحلیلی مبتنی بر گردآوری داده‌های مورد نیاز از طریق پرسشنامه است. به دلیل گستردگی جغرافیایی منطقه و تعداد زیاد سکونتگاه‌های روستایی، از بین روستاهای واقع در محدوده سیاسی شهرستان سرپل ذهاب که دارای ۱۰۰ خانوار و بیشتر بودند، با لحاظ کردن موقعیت طبیعی، تعداد ۱۰ نقطه روستایی به‌عنوان نمونه انتخاب شد. در سطح تحلیل خانوار از بین ۱۹۶۶ خانوار روستایی ساکن براساس داده‌های سرشماری سال (۱۳۹۵)، با بهره‌گیری از فرمول کوکران تعداد ۳۲۱ مورد به‌عنوان نمونه انتخاب و پرسشنامه به صورت تصادفی ساده

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۵۹۷۱۷۶
Email: einalia@znu.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:
عینالی، جمشید؛ فراهانی، حسین؛ محمدی، بهاره. (۱۴۰۱). ارزیابی نقش توانمندسازی اقتصادی و اجتماعی خانوارهای روستایی در راستای کاهش اثرات خشکسالی، مطالعه موردی: شهرستان سرپل ذهاب (استان کرمانشاه). جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۱(۱).صص ۲۷۷-۲۵۵ https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.68728.1017

توزیع شـــده اســـت که از این تعداد، ۳۰۵ پرســـشـــنامه تکمیل شـــده در اختیار محققان قرار گرفت و در تحلیل‌های آماری مورداسـتفاده قرار گرفت. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری t تک نمونه‌ای، تحلیل عاملی و مســـیر اســـتفاده شـــده اســـت. یافته‌های تحقیق نشـــان داد که از دیدگاه ســـاکنین محلی توانمندســـازی در ابعاد اقتصـــادی (۳,۸٤) و اجتماعی (۳,٦۰) بر روی کاهش اثرات سانحه تأثیر مثبتی دارد. نتایج تحلیل مسـیر نشـان می‌دهد دسـترسـی به منابع مالی، بهبود فضـای و کسـب‌وکار و سرمایه اجتماعی محلی به ترتیب با ۰/٤۹، ۰/۵۳ و ۰/۳٤ بیشـترین تأثیر را در توانمندسـازی اقتصادی و اجتماعی در راستای کاهش اثرات خشکسالی دارند.

کلیدواژه‌ها: مدیریت سانحه، اقتصاد روستایی، توانمندسازی، استان کرمانشاه.

۱- مقدمه

خشـــکســـالی ترکیبی از کمبود بارش و افزایش تبخیر و تعرق اســـت (چویی[1] و همکاران، ۲۰۱۳) و به‌طور کل، به‌عنوان واگرایی از شـرایط طبیعی در دسـترس بودن آب تعریف می‌شـود، که اغلب با کمبود طولانی‌مدت بارش آغاز شـده و سـپس به دیگر اجزای چرخه هیدرولوژیکی گسـترش می‌یابد (راجسـخار[2] و همکاران، ۲۰۱۳). ایران به خاطر موقعیت جغرافیایی اســتقرار، در زمره کشـــورهای با ســـطح بالای آســـیب‌پذیری در برابر مخاطرات طبیعی (عینالی و همکاران، ۲۰۲۰) بشـمار می‌آید. به‌طوری که، قرار گرفتن بخش بزرگی از کشـور در کمربند خشـک جغرافیایی و نوار بیابانی دنیا –در ۲۵ تا ٤۰ درجه عرض شـــمالی– شـــرایط آب‌وهوایی ویژه‌ای به ایران داده اســـت که جزو مناطق کم بارش جهان بشـمار می‌آید (رادفر، ۱۳۹۹). به همین دلیل، تغییرپذیری شـدید اقلیمی (رحیم‌زاده و همکاران، ۲۰۰۵) و بارش کم و نامنظم به میزان یک سـوم متوسـط جهانی (دوسـتان، ۱۳۹٤) باعث شده است که خشکسالی به‌عنوان یکی از متداول‌ترین سـوانح طبیعی در ایران شـناخته شـود (شـرفی و زرافشـانی، ۲۰۱۱). در طی دو دهه گذشته ایران یکی خشـــکســـالی‌های طولانی، گســـترده و شـــدید خود را در دوره زمانی ۳۰ ســـاله تجربه کرده اســـت (مجرد و همکاران، ۱۳۹۳)؛ بنابراین، خشـکسـالی‌های متمادی بسـیاری از جوامع روسـتایی را در اکثر نقاط کشـور به‌شدت تحت پوشش قرار می‌دهد (کشـاورز و همکاران، ۲۰۱۳). به‌رغم پیامدهای گسترده خشکسالی در زندگی انسان، اثرات معیشتی آن بر روی جوامع روســـتایی به دلیل تأثیرگذاری بر روی فعالیت‌های اقتصـــادی مبتنی بر کشـــاورزی و بهره‌برداری از منابع طبیعی بســـیار مخرب اســـت (جنتل و ماراســـنی[3]، ۲۰۱۲). بســـیاری از مطالعات اثرات منفی خشـــکســـالی بر تولید محصـــولات کشـــاورزی را نشـــان داده اســـت (ملکونیان[4]، ۲۰۱۵؛ لین[5] و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین رویدادهای آب و

1 Choi
2 Rajsekhar
3 Gentle and Maraseni
4 Melkonyan
5 Lin

هوایی، به‌ویژه خشکسالی می‌توانند طیف وسیعی از دارایی‌ها را که بر روی منابع معیشت تأثیر می‌گذارد، تهدید می‌کند و نتیجه آن به‌عنوان یک چالش اجتماعی در جامعه نمایان می‌شود (گاسپر[1] و همکاران، ۲۰۱۱). خشکسالی های پایدار می‌تواند منجر به کاهش قابل توجه از ذخایر مخازن و سطوح آب زیرزمینی شده و اثرات اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی متعددی را دنبال می‌کند (مارکوس-گارسیا[2] و همکاران، ۲۰۱۷)؛ بنابراین، فراوانی و تکرار زیاد سانحه خشکسالی به کاهش تولید کشاورزی منجر شده (شیفروف[3] و همکاران، ۲۰۱٤) و به افزایش مهاجرت، افزایش تنش‌ها و درگیری‌های اجتماعی، سوءتغذیه، کاهش درآمد و سطح رفاه جوامع متأثر از خشکسالی می‌انجامد (اودمال[4] و همکاران، ۲۰۱٤؛ خیاطی و اعظمی، ۲۰۱٦)؛ بنابراین، خشکسالی به‌عنوان یک پدیده طبیعی در صورت همراهی با فعالیت‌های انسانی نامناسب به ناکارآمدی روند اقتصادی و بروز و تشدید شوک‌های اقتصادی در مناطق روستایی می‌انجامد (بیاروهانگا و دیبیسای[5]، ۲۰۱۷؛ بیکن[6]، ۲۰۱٤).

پژوهش‌های متعددی در مورد استراتژی‌های سازگاری در برابر خشکسالی وجود دارد. ارتقای توانمندی جامعه محلی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین استراتژی‌های مطرح در زمینه کاهش اثرات و ارتقای سازگاری با خشکسالی است (بورنهام و ما[7]، ۲۱۰٦؛ وئورتشه[8]، ۲۰۱۷ الف). به عقیده (ادگر[9] و همکاران، ۲۰۰۹) سازگاری با تغییرات آب و هوایی به‌طور عمده در درون جامعه بوده و تحت تأثیر ارزش‌های جامعه قرار دارد. از دیدگاه اریکسن[10] و همکاران (۲۰۱۵) معتقدند که تغییرات آب و هوایی و فرایندهای ناشی از آن نه‌تنها ممکن است نابرابری موجود را تقویت کند، بلکه زمینه را برای آسیب‌پذیری اقتصادی و اجتماعی گروه‌های حاشیه‌ای مهیا می‌کند. از طرفی دیگر، محققانی مانند مونانج[11] و همکاران (۲۰۱٤)، مائس و جاکوب[12] (۲۰۱۷) و وود[13] و همکاران (۲۰۱۸) توانمندسازی جامعه محلی را عاملی مؤثر برای کاستن از آسیب‌پذیری افراد و گروه‌های در معرض خطر تغییرات آب و هوایی و خشکسالی و بهبود قدرت سازگاری آنان تلقی می‌کنند. از دیدگاه وئورتشه (۲۰۱۷ ب) تصمیم‌گیری درباره اتخاذ شیوه‌های سازگاری جامعه با توانمندی افراد و گروه‌ها در مدیریت منابع و سرمایه، دسترسی به دانش، تنوع فعالیت‌ها، مسئولیت‌پذیری و دسترسی به قدرت در ارتباط است. همچنین، از دیدگاه بروتو[14] و همکاران (۲۰۱۵) سازگاری در

1 Gasper
2 Marcos-Garcia
3 Shiferaw
4 Udmale
5 Byaruhanga & Debesay
6 Bacon
7 Burnham & Ma
8 Wouterse
9 Adger
10 Eriksen
11 Munang
12 Maes and Jacobs
13 Wood
14 Broto

برابر خشکسالی از طریق مشارکت و اشتراک دانش در زمینه مدیریت منابع در جامعه محلی امکان‌پذیر است؛ بنابراین، توانمندسازی اجتماعی و اقتصادی جامعه محلی به بهبود اقدامات سازگاری از طریق برهم زدن روابط قدرت و بهبود دسترسی به منابع و مدیریت مسئولانه به‌منظور رفع آسیب‌پذیری گروه‌های حاشیه‌ای به‌عنوان یک واسطه اصلی در تلاش برای سازگاری شناخته می‌شود (ناگودا[1]، ۲۰۱۵؛ بوید[2]، ۲۰۱۷).

تاریخ اولین تعریف از واژه توانمندسازی به سال ۱۷۸۸ میلادی باز می‌گردد که توانمندسازی را به مفهوم تفویض اختیار در نقش سازمانی افراد می‌دانستند و این اختیار باید به شخص اعطا شده و یا در نقش سازمانی او دیده می‌شد (ویلکه[3]، ۲۰۱۷). توانمندسازی به معنی اشتیاق فرد برای پذیرش مسئولیت، واژه‌ای بود که اولین بار به‌طور رسمی به معنی پاسخگویی تفسیر شد (بیلگین[4] و همکاران، ۲۰۱۷). زایمرمن[5] (۲۰۰۰) با بررسی تعاریف رایج توانمندسازی، مفاهیم مشترک مستتر در آن را با تفویض قدرت و اختیار، مأموریت دادن و قدرت‌بخشی مرتبط می‌داند. در تعریف وی از توانمندسازی مفاهیمی مانند کاستن از "درماندگی"، "بی‌قدرتی" و "بیگانگی" دیده می‌شود. از دیدگاه صاحب‌نظران نگرش‌های متفاوتی در رابطه با واژه "توانمندسازی" وجود دارد (رحمان[6] و همکاران، ۲۰۱۷). برخی مانند سن[7] (۲۰۰۹)، کروکر و روبینز[8] (۲۰۱۰) و کیلهر[9] (۲۰۱٤) توانمندسازی را با مجموعه توانایی‌های فردی می‌دانند که به عوامل زیادی ازجمله ویژگی‌های شخصی، تغذیه مناسب، سلامتی، پناهگاه خوب و ... بستگی دارد. برخی دیگر مانند هورنشتین[10] (۲۰۰٤)، الحداد و کوتنور[11] (۲۰۱۵) و چوترای[12] و همکاران (۲۰۱۸)، توانمندسازی را مربوط به روند تغییر داخلی می‌دانند. از طرفی دیگر، گرایسلی[13] و همکاران (۲۰۰۸)، لکوکو[14] (۲۰۱۵)، حاق[15] (۲۰۱۷) و ولدون[16] (۲۰۱۹) توانمندسازی را با ظرفیت و حق تصمیم‌گیری مرتبط می‌دانند که به کاستن از چالش‌های ناشی از تقسیم قدرت و فقدان مشارکت در اداره امور غلبه کرده و از این طریق به‌عنوان راهکاری برای مبارزه با فقر و تقویت ظرفیت‌های محلی مطرح شود (لکوکو، ۲۰۱۵). همچنین، برخی از محققان توانمندسازی را به‌عنوان بخشی از رهبری کاریزماتیک می‌دانند (چوی، ۲۰۰٦؛ حاق، ۲۰۱۷) که پذیرش مسئولیت (گرایسلی و همکاران، ۲۰۰۸؛ یانگ

1 Nagoda
2 Boyd
3 Vilkė
4 Bilgin
5 Zimmerman
6 Rahman
7 Sen
8 Crocker and Robeyns
9 Keleher
10 Hornstein
11 Al-Haddad & Kotnour
12 Chhotray
13 Greasley
14 Lekoko
15 Huq
16 Weldon

و چوی[1]، ۲۰۰۹؛ حاق، ۲۰۱۷) را در بطن خود دارد. برخی دیگر از محققان، توانمندسازی را به معنای بالابردن حس کنترل افراد می‌دانند که بدون تردید با دسترسی به قدرت و توانایی تصمیم‌گیری مرتبط است (تنگلند[2]، ۲۰۰۸؛ زامفیر[3]، ۲۰۲۰).

بررسی منابع همچنین نشان می‌دهد که توانمندسازی از دیدگاه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است. از منظر روان‌شناختی، توانمندسازی کنترل بر خود و موقعیت‌هایی است که فرد در آن زندگی می‌کند (فرانچینا و جوزف[4]، ۲۰۱۳). از دیدگاه اقتصادی، توانمندسازی با دسترسی به منابع تولید، تخصیص بهینه منابع، مدیریت معیشت، تصمیم‌گیری‌های اقتصادی، برابری و کاهش فقر مرتبط است (مجاهید و همکاران[5]، ۲۰۱۵؛ بایه[6]، ۲۰۱۶). از منظر سیاسی و نهادی، توانمندسازی با مشارکت در تصمیم‌گیری، دسترسی به قدرت، ایفای نقش، تأثیرگذاری در سیاست‌های عمومی، کاستن از نابرابری و ... ارتباط دارد (جاها و سیکا- برایت[7]، ۲۰۱۵؛ حاق، ۲۰۱۷؛ ولدون، ۲۰۱۹). مفهوم توانمندسازی امروزه یکی از اساسی‌ترین مبانی رویکرد توسعه درونزا در جوامع محلی است (بیلگین، ۲۰۱۷؛ زامفیر، ۲۰۲۰)؛ زیرا که، فرآیند توانمندسازی به جوامع محلی اجازه می‌دهد تا با افزایش قدرت انتخاب خود (ویلکه و همکاران، ۲۰۱۷؛ حاق، ۲۰۱۷؛ ولدون، ۲۰۱۹)، از آن برای تخصیص بهینه منابع در راستای پاسخگویی به نیازهای خود، تصمیم‌گیری و دستیابی به عدالت اجتماعی- اقتصادی و کاهش نابرابری در جامعه استفاده کنند (مارکانتونی[8]، ۲۰۱۸؛ بوک[9]، ۲۰۱۶). به عقیده دالمن[10] (۲۰۱۶) برای نیل به توسعه درون‌زای روستایی، الگوی جدیدی نیاز است تا با بهره‌گیری از آموزه‌های گذشته، بتواند پاسخگوی چالش‌های جدید باشد و از فرصت‌های قرن ۲۱ از قبیل تغییرات اقلیمی و جمعیتی، رقابت بین‌المللی و تغییرات سریع تکنولوژی استفاده کند.

سازمان همکاری‌های توسعه اقتصادی[11](۲۰۱۶) اظهار می‌کند که الگوی جدید توسعه روستایی برای کشورهای درحال‌توسعه در قرن ۲۱ بایستی مبتنی بر توانمندسازی جامعه محلی با تأکید بر مؤلفه اساسی از قبیل حکمروایی خوب، بخش‌های چندگانه، تأمین زیرساخت‌ها، توسعه پیوندهای روستا- شهری، برابری جنسیتی و پایداری همراه باشد. از طرفی دیگر، پیرس[12] و همکاران (۲۰۰۸)، توانمندسازی جامعه محلی روستایی را با بهبود روابط بین سبک‌های مختلف مدیریتی (عمودی و مشترک) و رفتارها (رهنمودها، تعاملات، تحول‌آفرین و توانمندساز) مرتبط

1 Yang & Choi
2 Tengland
3 Zamfir
4 Francina & Joseph
5 Mujahid
6 Bayeh
7 Jaha & Sika-Bright
8 Markantoni
9 Bock
10 Dahlman
11 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)
12 Pearce

می‌دانند که توانایی جامعه به ارتقای فرهنگ پیشگیری و مهار آسیب‌پذیری بهبود می‌دهد. همین‌طور، ویدیکنه[1] (۲۰۲۱) اعتقاد دارد که توانمندسازی ذینفعان در جامعه محلی روستایی نقش مهمی در بهبود عملکرد سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی جامعه ایفا می‌کند. به‌طوری که، توانمندسازی کشاورزان با ارتقای توان مدیریتی مناسب به سازگاری آنان با تحولات اقتصادی، اجتماعی در راستای کاستن از آسیب‌پذیری می‌انجامد و با تأثیرگذاری بر روی سیاست‌های عمومی، زمینه تحقق توسعه پایدار روستایی را فراهم سازد. از دیدگاه ایبین[2] (۲۰۱۱) توانمندسازی زمانی اتفاق می‌افتد که افراد و گروه‌های سازمان یافته قادر به تصور کردن جهان پیرامون خود به صورت متفاوتی بوده و تحقق این دیدگاه با تغییر روابط قدرتی که آن‌ها را در فقر نگه داشته، صدای آن‌ها را محدود کرده و آن‌ها را از استقلال خود محروم کرده است، همراه باشد. ازآنجایی‌که یک جامعه شامل افراد و خانواده‌هایی است که در قالب یک سازمان اجتماعی و یکپارچه زندگی می‌کنند، جوامع در چارچوب یک جامعه بزرگ‌تر بایستی زمینه را برای رشد شخصیتی افراد، به‌طوری که شایستگی و ارزش افراد حفظ شود، مورد حمایت قرار گیرد (سازمان جهانی بهداشت[3]، ۲۰۱۸). به بیان جانسون (۲۰۱۱) مفهوم توانمندسازی، به‌عنوان یک فرآیند مشارکتی با مواردی از قبیل (۱) مشارکت، (۲) آگاهی، (۳) همکاری، (٤) متعهد شدن و (۵) تحمل عدم اطمینان تعریف می‌شود.

در زمینه‌های روانشناسی و مدیریت جامعه، معمولاً توانمندسازی به دو سطح خرد و سطح کلان دسته‌بندی می‌شود. در سطح خرد اغلب توانمندسازی به‌عنوان سطح انگیزشی یا روان‌شناختی نگریسته می‌شود و در سطح کلان به‌عنوان سطح اجتماعی–ساختاری (کونگ[4]، ۲۰۱٦؛ پرایتزر[5]، ۲۰۰۸) اشاره می‌شود. در مطالعات مدیریت اجزای مختلف توانمندسازی با به اشتراک‌گذاری "اطلاعات دقیق با همه" و "ایجاد استقلال از طریق مرزها" تعریف می‌شود و به‌طور عمده جایگزین "تفکر سلسله مراتبی با تیم‌های خود مدیریتی" می‌شود (ویدنستد[6]، ۲۰۱۷).

بررسی ادبیات موجود در زمینه توانمندسازی به‌ندرت تمایزات موجود در معانی مختلف قدرت‌بخشی به مردم و گروه‌ها –به اشتراک‌گذاری قدرت و بهبود زندگی/ عملکرد– به دلایل مختلف بحث می‌کند و به همین دلیل بحث در این مورد می‌تواند برای گفتمان توانمندسازی میان‌رشته‌ای تعیین‌کننده باشد. در کل از منظر برنامه‌ریزی دو رویکرد اصلی در توانمندسازی وجود دارد: الف– رویکرد از پایین به بالا: از لحاظ جنبش‌های اجتماعی، توانمندسازی می‌تواند به‌عنوان فرآیند سیکلی پیش‌بینی شود که در آن، افراد/ گروه تلاش می‌کنند تا خود و دیگران را با پذیرش شرایط موجود تقویت کنند (ویدنستد، ۲۰۱۷). در این رویکرد، تأکید بر جنبش‌های مردمی و توسعه اجتماعات محلی با مشارکت دولت، بخش خصوصی و عمومی اهمیت می‌یابد (بیلگین و همکاران، ۲۰۱۷). ب– رویکرد از بالا به پایین:

1 Vidickienė
2 Eyben
3 World Health Organization (WHO)
4 Kong
5 Lashley and Spreitzer
6 Weidenstedt

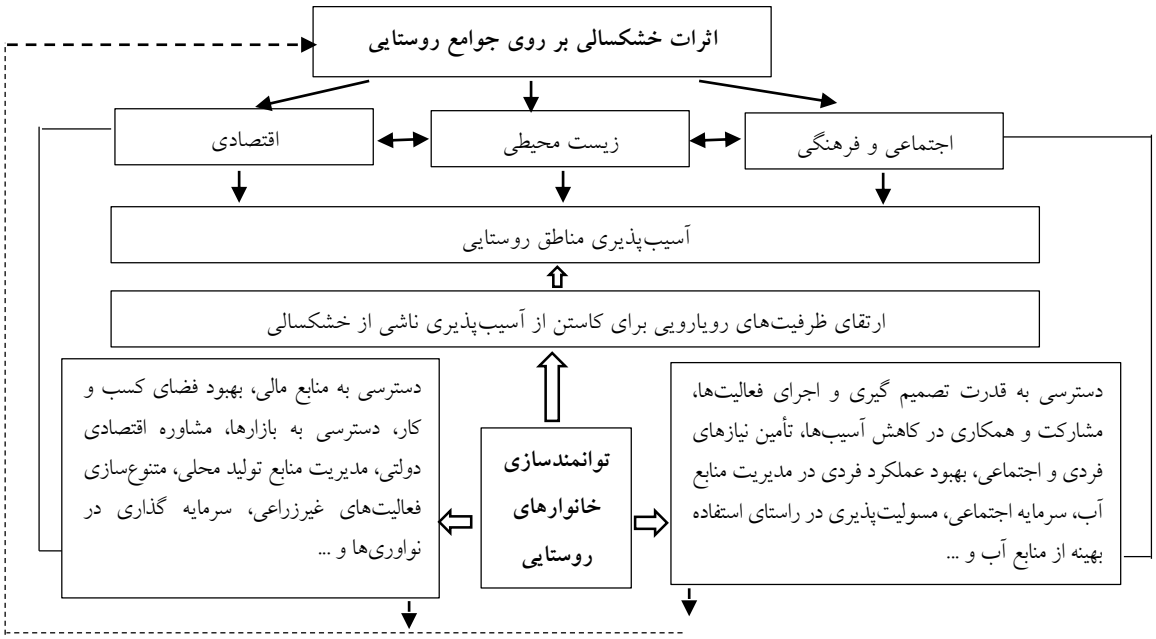
در این نگرش تلاش‌های توانمندسازی جامعه از طرف نهادهای بالادستی و عاملان دولتی (به‌عنوان عامل قدرت) به‌منزله یک "هدیه" ارائه می‌شود. معمولاً این عاملان با در اختیار داشتن قدرت مورد نیاز، درنهایت توانایی انتقال قدرت به دیگران را با اتخاذ سیاست‌هایی مانند کمک‌های توسعه، مشاوره‌های برنامه‌ریزی، برنامه‌ریزی آموزشی، مدیریت و رهبری و نظایر آن را دارند (بیلگین و همکاران، ۲۰۱۷).

برخی از محققان استدلال کرده‌اند که توانمندسازی کشاورزان در واحدهای بهره‌برداری کوچک در کاهش آسیب‌پذیری در برابر خشکسالی نقش مؤثری ایفا می‌کند (وئورتشه، ۲۰۱۷ ب)؛ زیرا که، تلاش‌های توانمندسازی به‌ویژه در سطح محلی به‌عنوان راهکاری برای کاستن از اثرات خشکسالی از طریق غلبه بر ضعف دارایی‌های پایه و بهبود دسترسی به خدمات و ارتقای ظرفیت سازگاری مطرح است (قیمیره[1] و همکاران، ۲۰۱۰). از دیدگاه شارائونگا[2] و همکاران (۲۰۱۵) توانمندسازی اقتصادی و اجتماعی کشاورزان در مواردی از قبیل دسترسی و مدیریت منابع آب، مشارکت در مدیریت منابع، خدمات مشاوره‌ای و تنوع فعالیت‌های اقتصادی احتمال آسیب‌پذیر بودن خانواده‌های آن‌ها در برابر خشکسالی کاهش می‌دهد. دورلی و دی‌لوئه[3] (۲۰۰۵) توانمندسازی در برابر خشکسالی را اقدامی برای مدیریت بحران از طریق مشارکت، افزایش هماهنگی نقش‌ها، تسهیم قدرت و مسئولیت‌پذیری محلی در مدیریت منابع و بهبود ظرفیت مدیریتی بازیگران محلی می‌دانند. محققانی مانند آجانی[4] و همکاران (۲۰۱۵) و باررت[5] و همکاران (۲۰۱۷) توانمندسازی کشاورزان را عاملی برای کاهش مهاجرت از روستا به شهر و افزایش مسئولیت‌پذیری و مشارکت آنان در کنترل منابع، افزایش بهره‌وری عوامل تولید و تنوع‌بخشی به اقتصاد کشاورزی می‌دانند که به ارتقای ظرفیت رویارویی آنان در برابر خشکسالی‌های متمادی می‌انجامد. آجانی و همکاران (۲۰۱۳) و وارشنی[6] و همکاران (۲۰۱۹) توانمندسازی کشاورزان را کاتالیزوری برای توسعه اقتصادی- اجتماعی می‌داند که به بهبود رویارویی کشاورزان در برابر تغییرات اقلیمی و اثرات آن از طریق مدیریت بهتر منابع معرفی می‌کنند.

پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش توانمندسازی اقتصادی و اجتماعی خانوارهای روستایی در راستای کاهش اثرات خشکسالی در شهرستان سرپل ذهاب (استان کرمانشاه) انجام شده است. با توجه به حاکمیت فعالیت‌های کشاورزی به‌عنوان مهم‌ترین منبع معیشت روستایی و فقدان صنایع تبدیلی و تکمیلی در منطقه موردمطالعه، نوسانات جوی و به‌ویژه خشکسالی تأثیر منفی زیادی بر روی شاخص‌های توسعه روستایی و کیفیت زندگی ساکنین مناطق روستایی دارد. به‌طوری که، همانند بیشتر نواحی روستایی کشور وابستگی به بخش کشاورزی و درنتیجه نابرابری درآمدی روستاییان به‌شدت از بروز خشکسالی‌های متمادی تأثیر نامطلوبی بر روی منابع معیشتی و درآمدی روستاییان

1 Ghimire
2 Sharaunga
3 Durley & de Loë
4 Ajani
5 Barrett,
6 Varshney

منطقه موردمطالعه در چند دهه اخیر داشــته و به کاهش توانمندی اجتماعی و اقتصــادی روســتاییان در مشــارکت در تصــمیم‌گیری‌های توسـعه منجر شـده اسـت. ازاین‌رو، در شـکل (۱) مدل مفهومی تحقیق ارائه شده است. ازاین‌رو در تحقیق حاضـر تلاش شـده اسـت تا به این سؤال پاسخ دهد که ۱- چه رابطه‌ای بین توانمندسازی اقتصادی و اجتماعی خانوار روستایی و کاهش اثرات سانحه خشکسالی در محدوده موردمطالعه وجود دارد؟

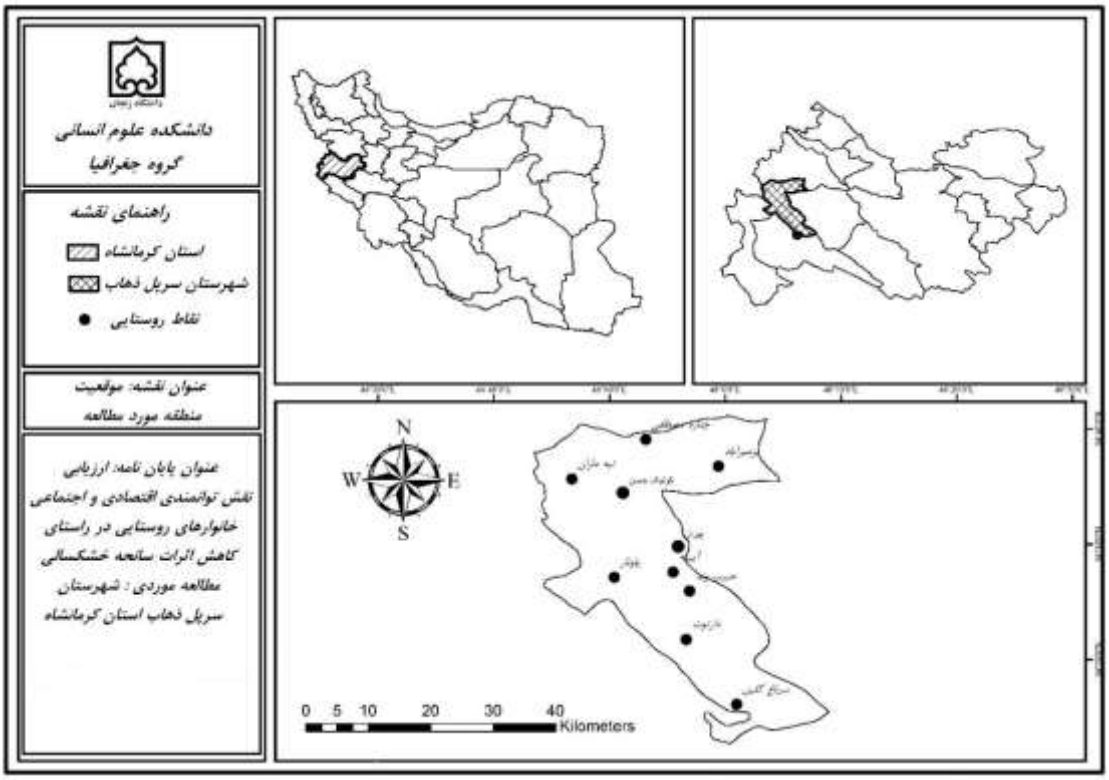


شکل ۱- مدل مفهومی تحقیق برگرفته از مبانی نظری

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- محدوده موردمطالعه

شـهرسـتان سـرپل ذهاب در موقعیت جغرافیایی ٤٥ درجه و ٥٢ دقیقه طول شـرقی و ٤٧ درجه و ٢٧ دقیقه عرض جغرافیایی شـمالی و در منتهی الیه شیب ارتفاعات زاگرس در غرب استان کرمانشاه قرار دارد (شکل ۲). این شهرستان، با ۱۲۵۱ کیلومترمربع، ۳ درصد از مساحت استان را داراست.



شکل ۲ – موقعیت منطقه موردمطالعه در استان کرمانشاه و کشور

۲-۲- روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع پژوهش‌های کاربردی است که به روش توصیفی- تحلیلی انجام شده است. جامعه آماری تحقیق دربرگیرنده کلیه خانوارهای ساکن در نقاط روستایی با تعداد ۱۰۰ خانوار و بیشتر در شهرستان سرپل‌ذهاب است. با توجه به گستردگی جغرافیایی و تعداد زیاد سکونتگاه‌های روستایی شهرستان و هزینه انجام تحقیق، از بین روستاهای دارای این ویژگی با لحاظ کردن موقعیت طبیعی و فاصله از نقاط شهری و راه‌های ارتباطی تعداد ۱۰ روستای (دارتوت، سرباغ گلین، تپه‌ماران، کوییک حسن، پیران، پاوه‌نار، آیینه، حبیبوند، چناره مصطفی و بزمیرآباد) به‌عنوان نمونه انتخاب شده‌اند. طبق داده‌های سرشماری نفوس و مسکن (۱۳۹۵) تعداد خانوار ساکن در این روستاها بالغ بر ۱۹٦٦ مورد است که از بین آن‌ها با استفاده از فرمول کوکران تعداد ۳۲۱ مورد از سرپرستان خانوار به‌عنوان نمونه انتخاب شده و پرسشنامه تدوین شده با توجه به سهم هر روستا به‌طور تصادفی ساده توزیع شده است. با توجه به برگشت ۳۰۵ مورد پرسشنامه تکمیل شده، از این تعداد در تجزیه‌وتحلیل آماری استفاده گردید. به‌منظور گردآوری داده‌های مورد نیاز بعد از انجام مطالعه نظری و استخراج شاخص‌ها و گویه‌ها، از ابزار پرسشنامه (با استفاده از طیف ۵ سطحی لیکرت) استفاده شده است. برای سنجش روایی گویه‌ها از نظرات متخصصان استفاده شده و پایایی (جدول ۱)، با بهره‌گیری از روش پیش‌آزمون با تکمیل ۱۰ درصد از پرسشنامه با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ به میزان

۰/۸۲٦ محاسبه شده است. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های پرسشنامه‌ای از آزمون‌های آماری t تک نمونه‌ای و تحلیل عاملی تائیدی استفاده شده است.

جدول ۱- مؤلفه‌ها، شاخص‌ها و گویه‌های مورداستفاده در تحقیق

مؤلفه‌ها	شاخص	گویه
توانمندسازی اقتصادی	دسترسی به منابع مالی	دسترسی به منابع مالی بانکی و خوداشتغالی، بیمه فعالیت و دریافت خسارات در صورت بروز خشکسالی، تأمین هزینه‌های جانبی برای فعالیت‌های کسب‌وکار (آب، برق و گاز)، پرداخت یارانه برای فعالیت‌هایی اقتصادی با نیاز کم به آب، امکان استفاده از اعتبارات و مشوق‌های مالی مختص مناطق مرزی، برابری در بین روستاییان در دسترسی به منابع و ...
	بهبود فضای کسب‌وکار	ایجاد صندوق‌های اعتباری کوچک با جلب مشارکت مردم محلی، تأمین منابع و سرمایه‌گذاری برای بهره‌برداری از توان طبیعی و انسانی، بهبود فضای کسب‌وکار روستا از طریق ارائه مشوق‌های دولتی، امکان راه‌اندازی کسب‌وکار جدید در روستا و منطقه و ترویج فرصت‌های شغلی مناسب برای جوانان در اقتصاد کشاورزی و ...
	حمایت و مشاوره اقتصادی دولتی	دسترسی به دانش فنی و ترویجی برای مقابله با خشکسالی و مدیریت آب، ارائه برنامه‌های مهارت‌آموزی و راه‌اندازی کسب‌وکار، آگاهی از نحوه راه‌اندازی فعالیت‌های غیر کشاورزی و کسب‌وکارها و کمک مسئولین در شناسایی طرح‌های اشتغال‌زا با نیاز به آب کمتر و ...
	مدیریت منابع تولید	یکپارچه‌سازی اراضی کشاورزی برای مدیریت و صرفه‌جویی در منابع آب، معرفی فعالیت‌های اقتصادی با نیاز کم به استفاده از آب، امکان کسب مهارت‌های لازم برای بهبود کیفیت تولید و افزایش محصول و امکان تأمین علوفه و نهاده‌های دامی برای کاستن از اثرات خشکسالی
	سرمایه‌گذاری در نوآوری	استفاده از نوآوری‌ها در راستای افزایش میزان تولید، استفاده از روش‌های جدید کشاورزی (انتخاب مقاوم به خشکی)، حمایت دولت از سرمایه‌گذاری در زمینه فعالیت‌های غیر کشاورزی، زمینه‌سازی برای افزایش سرمایه‌گذاری گروهی، کمک مسئولین در شناسایی طرح‌های اشتغال‌زا با نیاز به آب کمتر و امکان جایگزینی ارقام جدید و پر محصول برای کاستن از اثرات خشکسالی
	متنوع سازی فعالیت‌ها	حمایت از توسعه صنایع‌دستی و تبدیلی در مناطق روستایی، توسعه فعالیت‌های غیر کشاورزی مانند گردشگری و ...، ایجاد زمینه برای توسعه فعالیت‌های اقتصادی غیر زراعی (پرورش دام و ...)، متنوع سازی فعالیت‌های اقتصادی در کنار کشاورزی در مناطق روستایی و توسعه فعالیت‌های جدید مانند پرواربندی، پرورش مرغ
	خدمات و تسهیلات عمومی	توسعه بازارهای مرزی در مناطق روستایی و تقویت اشتغال و درآمد محلی، افزایش دسترسی به بازارهای شهری برای تأمین سرمایه و فروش محصول، بهبود دسترسی به امکانات حمل‌ونقل و ارتباطات برای راه‌اندازی کسب‌وکارهای جدید و امکان استفاده از اعتبارات و تشویقات مالی مختص مناطق مرزی
توانمندسازی اجتماعی	قدرت تصمیم‌گیری و اجرای فعالیت‌ها	قدرت تصمیم‌گیری در شرایط اقتصادی بحرانی به دلیل کسب درآمد، همکاری و پشتیبانی اعضای خانواده از یکدیگر در فعالیت‌ها، میزان حمایت مسئولین روستا از راه‌اندازی کسب‌وکار جدید و میزان تمایل به خطرپذیری در کسب‌وکارهای جدید
	همکاری و مشارکت	همکاری و پشتیبانی اعضای خانواده از یکدیگر در فعالیت‌ها، جلب مشارکت زنان در فعالیت‌های اقتصادی خانواده، همکاری و همیاری در امور روستا به‌ویژه در حفظ محیط و منابع آب، همکاری با همسایگان و هم روستاییان در راه‌اندازی کسب‌وکار، تقویت روحیه رقابت در بین بهره‌برداران برای مدیریت منابع آب و توجه به همکاری با سایرین در مدیریت مصرف آب در فعالیت‌ها

مؤلفه‌ها	شاخص	گویه
	رضایتمندی و تأمین هزینه‌ها	میزان رضایت از درآمد و شغل فعلی، میزان توانایی در تأمین هزینه‌های زندگی و تأمین مایحتاج، میزان دسترسی به خدمات عمومی از قبیل بهداشت، آب شرب و... توانایی در تأمین هزینه‌های تحصیلی اعضای خانواده و اعتماد به نقش مسئولین محلی در ایجاد استقلال مالی خانوار
	مدیریت منابع آب	میزان تمایل به خطرپذیری در کسب‌وکارهای جدید، میزان رضایت از عملکرد خود در مدیریت منابع آب، تقویت روحیه خودباوری در راستای مدیریت منابع آب‌وخاک
	رضایتمندی از عملکرد	رضایتمندی از دسترسی به خدمات مشاوره اقتصادی توسط مسئولین، اعتماد به تصمیمات شورا و دهیار در مدیریت منابع آب‌وخاک، اعتماد به تصمیمات مسئولین روستا در توانایی تغییر و بهبود زندگی، پشتیبانی و حمایت از هم روستایی‌ها در شرایط سخت و ناگوار، نقش مسئولین محلی در تقویت روحیه خودباوری و اعتمادبه‌نفس و عضویت در تعاونی‌های روستایی برای افزایش سود
	مسئولیت‌پذیری	ماندگاری جوانان برای توسعه فعالیتی اقتصادی، همکاری و همیاری در امور روستا به‌ویژه در حفظ محیط و منابع آب، دارا بودن حس کارآفرینی در خصوص حفظ محیط‌زیست و تقویت روحیه استقلال در فعالیت اقتصادی در حفظ محیط‌زیست
کاهش اثرات خشکسالی		کشت محصولات کشاورزی با نیاز کم به آب، استفاده از آموزش‌های ترویجی در مدیریت آب در مزارع، مدیریت رواناب‌ها و تقویت آبخوان‌ها، تغییر تقویم کشت با مشاوره‌های ترویجی، رواج کشت گلخانه‌ای، استفاده بهینه از منابع آب زیرزمینی، استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار، انتخاب واریته‌های مقاوم به خشکی در کشاورزی، تنوع محصول کشت شده، ترکیب فعالیت‌های زراعی و غیر زراعی در سطح مزرعه، یکپارچه‌سازی اراضی و ...

۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از تحلیل توصیف ویژگی‌های پاسخگویان به سؤالات تحقیق نشان می‌دهد که از تعداد ۳۰۵ نفر، بیشترین تعداد پاسخگویان در گروه سنی ۳۱ تا ٤۰ سال با ٤۱ درصد، از نظر سطح تحصیلات ٦۷ درصد دارای مقطع راهنمایی، ۸٤ درصد مرد، ۵۳ درصد دارای بعد خانوار ۵ نفر و بیشتر، ۹۰ درصد دارای شغل اصلی کشاورزی بودند که ۷٤ درصد به‌طور توأم دارای فعالیت زراعت و دامداری بودند. ۵۵ درصد از پاسخگویان از اعتبارات دولتی برای خوداشتغالی و ... در ۱۰ سال اخیر استفاده کرده و درآمد ۸۳ درصد از پاسخگویان بدون احتساب یارانه و کمک معیشتی بین دو تا سه میلیون در ماه بوده است.

۳-۱- تبیین اثرات توانمندسازی پاسخگویان و تاثیر آن در کاهش اثرات خشکسالی

برای بررسی نقش توانمندسازی خانوارهای روستایی در منطقه موردمطالعه، مؤلفه‌های مورد نظر با بهره‌گیری از مبانی نظری تحقیق در قالب دو مؤلفه اقتصادی و اجتماعی مورد توجه قرار گرفت. به‌طوری که، در مؤلفه اقتصادی توانمندسازی ۷ شاخص (دسترسی به منابع مالی، بهبود فضای کسب‌وکار، حمایت و مشاوره اقتصادی از طرف دولت و نهادهای وابسته، مدیریت منابع تولید، متنوع سازی فعالیت‌های غیر زراعی، سرمایه‌گذاری در نوآوری‌ها و دسترسی به خدمات و تسهیلات عمومی) و در مؤلفه اجتماعی توانمندسازی نیز ٦ شاخص (قدرت تصمیم‌گیری و اجرای

فعالیت‌ها، مشـارکت و همکاری، رضـایتمندی از تأمین نیازها، رضایت از عملکرد فردی در مدیریت منابع آب، سرمایه اجتماعی و مسـئولیت‌پذیری) مورداسـتفاده قرار گرفت. با توجه به دسته‌بندی فوق‌الذکر، برای تبیین اثرات توانمندسازی پاسـخگویان و تأثیر آن در کاهش اثرات خشـکسـالی در منطقه موردمطالعه از آزمون پارامتریک t تک نمونه‌ای بهره گرفته شـد. با توجه به این که داده‌های گردآوری شـده از طریق پرسـش‌نامه با اسـتفاده از طیف ۵ سـطحی لیکرت (۱ مسـاوی با خیلی کم، ۲ مسـاوی با کم، ۳ مساوی با متوسط، ٤ مساوی با زیاد و ۵ مساوی با خیلی زیاد) صورت گرفته بود. نتایج به دسـت آمده از آزمون t که در جدول (۲) ارائه شـده اسـت، نشـان می‌دهد که با فرض مطلوبیت عددی مورد آزمون (۳ مسـاوی بـا میـانگین طیف)، مقـادیر میانگین عددی برای مؤلفه اقتصـادی (۳,۸٤) و مؤلفه اجتماعی (۳,٦۰) به دسـت آمده اسـت. ازاین‌رو، مطلوبیت محاسـبه شـده برای هر دو شاخص دارای تفاوت معناداری در سطح ۹۹ درصـد می‌بـاشـد و جهـت تـأثیرات نیز با توجه به مقدار تفاوت از حد مطلوب و مقادیر کران بالا و پایین مثبت گزارش می‌شود.

جدول ۲- معناداری تفاوت از حد مطلوب نقش توانمندسازی اقتصادی و اجتماعی از دیدگاه پاسخگویان

مطلوبیت عددی مورد آزمون = ۳						
مؤلفه	میانگین	آماره آزمون t	درجه آزادی	سطح معناداری	تفاوت از حد مطلوب	فاصله اطمینان ۹۵ درصد
						پایین‌تر / بالاتر
مؤلفه‌های توانمندسازی اقتصادی	۳,۸٤۰۹	۲٤,۷۱۲	۳۰٤	۰,۰۰۰	۰,۸٤۰۹	۰,۷۷٤۰ / ۰,۹۰۷۹
مؤلفه‌های توانمندسازی اجتماعی	۳,٦۰٤۰	۲۰,٤۷۱	۳۰٤	۰,۰۰۰	۰,٦۰٤۰	۰,٥٤٥۹ / ۰,٦٦۲۰

۳-۲-تبیین اثرات توانمندسازی اقتصادی پاسخگویان و تاثیر آن در کاهش اثرات خشکسالی

نتایج به دسـت آمده در جدول (۳) نشـان داد که مقادیر میانگین عددی محاسـبه شده برای همه شاخص‌ها بالاتر از مطلوبیت عددی آزمون (۳) بوده و تفاوت معناداری در بین شـاخص‌ها در سـطح ۹۹ درصـد وجود دارد و جهت تغییرات در سـطح اطمینـان ۹۵ درصـد بـا توجـه به کران بالا و پایین مثبت اسـت. همچنین مشـخص گردید که شـاخص‌های "مدیریت منابع تولید" (معرفی فعالیت اقتصـادی با نیاز کم به آب، یکپارچه‌سـازی اراضی برای مدیریت بهتر منابع آب، امکان تأمین علوفه و نهاده‌های دامی در دوره خشـکسـالی، کسب مهارت‌های لازم برای بهبود و افزایش محصـول و ...) با مقدار میانگین (٤,۰٤۳٤) و "سـرمایه‌گذاری در تأمین و اسـتفاده از نوآوری‌ها و روش‌های جدید تولید" (افزایش سـرمایه‌گذاری به صـورت گروهی در فعالیت تولیدی، حمایت دولت از سرمایه‌گذاری در فعالیت غیر کشـاورزی، اسـتفاده از روش‌های جدید کشـاورزی، جایگزینی ارقام جدید و پر محصـول، اسـتفاده از نوآوری‌ها در

راســـتـای افزایش تولیـد در مزرعـه و ...) بـا مقـدار میـانگین (۳,۹۲) دارای بیش‌ترین تفـاوت از حـد مطلوب در بین مؤلفه‌های تشکیل دهنده توانمندسازی اقتصادی روستاییان برای کاستن از اثرات خشکسالی هستند.

جدول ۳- تفاوت معناداری شاخص‌های توانمندسازی اقتصادی در کاهش اثرات سانحه خشکسالی

مطلوبیت عددی مورد آزمون = ۳							
مؤلفه توانمندی اقتصادی	میانگین	آماره آزمون t	درجه آزادی	سطح معناداری	تفاوت از حد مطلوب	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
						پایین‌تر	بالاتر
دسترسی به منابع مالی	۳,۸۷٤۰	۲۱,۱۸۱	۳۰٤	۰,۰۰۰	.۸۷٤۰۰	.۷۹۲۸	.۹٥٦۲
بهبود فضای کسب‌وکار	۳,۷۱۷٥	۱۹,۷۸۳	۳۰٤	۰,۰۰۰	.۷۱۷٤۹	.٦٤٦۱	.۷۸۸۹
حمایت و مشاوره اقتصادی دولتی	۳,۹۱۸۰	۲۱,۷۷٤	۳۰٤	۰,۰۰۰	.۹۱۸۰۳	.۸۳٥۱	۱,۰۰۱۰
مدیریت منابع تولید محلی	٤,۰٤۳٤	۲٤,٤۱٤	۳۰٤	۰,۰۰۰	۱,۰٤۳٤٤	.۹٦۹۳	۱,۱۲۷٥
متنوع سازی فعالیت‌های غیر زراعی	۳,٥٦٤٦	۱۳,۹۸۸	۳۰٤	۰,۰۰۰	.٥٦٤٥۹	.٤۸٥۲	.٦٤٤۰
سرمایه‌گذاری در نوآوری‌ها	۳,۹۲٤۰	۲۳,۳۲۷	۳۰٤	۰,۰۰۰	.۹۲٤۰٤	.۸٤٦۱	۱,۰۰۲۰
خدمات و تسهیلات عمومی	۳,۸۹۰٦	۲۱,۳۰۰	۳۰٤	۰,۰۰۰	.۸۹۰٦۳	.۸۰۳۳	.۹۷۲۹

۳-۳- تبیین اثرات توانمندسازی اجتماعی پاسخگویان و تاثیر آن در کاهش اثرات خشکسالی

نگاهی به یافته‌های آزمون که در جدول (٤) ارائه شـده است نشان می‌دهد که همه شاخص‌های موردبررسی دارای میانگین عددی بالای ۳ بوده و تفاوت معناداری در بین شـاخص‌های بررسـی شـده در سطح ۹۹ درصد وجود دارد. از طرفی دیگر، تفاوت از حد مطلوب برای همه شـاخص‌ها مثبت بوده و فاصـله اطمینان در سـطح ۹٥ درصد با توجه به مقادیر کران بالا و پایین مثبت گزارش شـده اسـت. ازاین‌رو، شـاخص‌های "مسئولیت‌پذیری در راستای استفاده بهینه از منابع آب"، "مشـارکت و همکاری در راستای کاهش آسیب‌ها" و "قدرت تصمیم‌گیری و اجرای فعالیت‌ها" به ترتیب بـا مقدار میانگین عددی (۳,٦٦، ۳,٦٤ و ۳,٦۲) بیشـــترین تأثیر مثبت را در توانمندســـازی اجتماعی و به‌تبع آن کاهش آسیب‌پذیری ناشی از سانحه خشکسالی از دیدگاه پاسخگویان را به خود اختصاص داده‌اند.

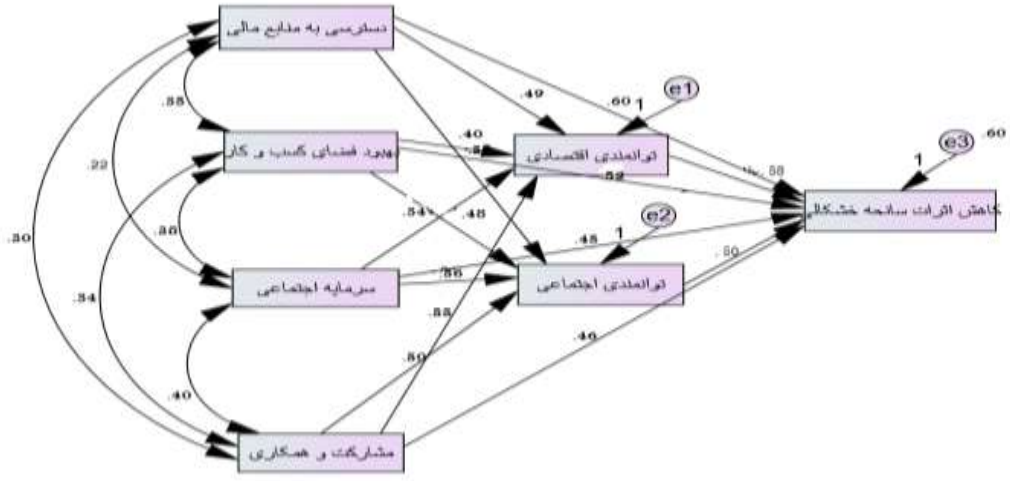
جدول ٤- تفاوت معناداری شاخص‌های توانمندسازی اجتماعی در کاهش اثرات سانحه خشکسالی

مطلوبیت عددی مورد آزمون = ۳							
مؤلفه	میانگین	آماره آزمون t	درجه آزادی	سطح معناداری	تفاوت از حد مطلوب	فاصله اطمینان ۹٥ درصد	
						پایین‌تر	بالاتر
قدرت تصمیم‌گیری و اجرای فعالیت‌ها	۳,٦۲٤٦	۱۷,۱٦٥	۳۰٤	۰,۰۰۰	۰,٦۲٤٦	۰,٥٥۳۰	۰,٦۹٦۲
مشارکت و همکاری در کاهش آسیب‌ها	۳,٦۳۸۸	۱۹,٤۷۲	۳۰٤	۰,۰۰۰	۰,٦۳۸۸	۰,٥۷٤۲	۰,۷۰۳٤
رضایت از تأمین نیازهای فردی و اجتماعی	۳,٥۸۸۹	۱٤,۸۸۰	۳۰٤	۰,۰۰۰	۰,٥۸۸۹	۰,٥۱۱۰	۰,٦٦٦۷

مطلوبیت عددی مورد آزمون = ۳							
مؤلفه	میانگین	آماره آزمون t	درجه آزادی	سطح معناداری	تفاوت از حد مطلوب	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
						پایین‌تر	بالاتر
رضایتمندی از عملکرد فردی در مدیریت منابع آب	۳,۵۳۹۹	۱٤,۸۸۵	۳۰٤	۰,۰۰۰	۰,۵۳۹۹	۰,٤٦۸٦	۰,٦۱۱۳
سرمایه اجتماعی در کاهش آسیب‌های خشکسالی	۳,۵۳۷۲	۱٦,۵۳۵	۳۰٤	۰,۰۰۰	۰,۵۳۷۲	۰,٤۷۳۲	۰,٦۰۱۱
مسولیت‌پذیری در استفاده بهینه از منابع آب	۳,٦٦٤۸	۱۷,٤۳۵	۳۰٤	۰,۰۰۰	۰,٦٦٤۸	۰,۵۸۹۷	۰,۷۳۹۸
مؤلفه‌های توانمندسازی اجتماعی	۳,٦۰٤۰	۲۰,٤۷۱	۳۰۳	۰,۰۰۰	۰,٦۰٤۰	۰,۵٤۵۹	۰,٦٦۲۰

۳-٤- مدل اندازه‌گیری نقش توانمندی اقتصادی و اجتماعی در کاهش اثرات سانحه خشکسالی

مجموعه مؤلفه‌های مشاهده شده از قبیل دسترسی به منابع مالی، بهبود فضای کسب وکار، سزمایه اجتماعی، مشارکت و همکاری، توانمندی اقتصادی، توانمندی اجتماعی و کاهش اثرات سانحه خشکسالی در شکل (۳) ارائه شده است. در مدلسازی روابط میان متغیرها تلاش بر آن است که تأثیر عوامل مؤثر دسترسی به منابع مالی، بهبود فضای کسب‌وکار، سرمایه اجتماعی و توانمندی اقتصادی و توانمندی اجتماعی بر در نهایت تأثیر تمامی مؤلفه‌ها در میزان کاهش اثرات سانحه خشکسالی جوامع ارزیابی گردد.



شکل ۳- مدل ساختاری نقش توانمندی اقتصادی و اجتماعی بر کاهش اثرات سانحه خشکسالی

در مدل ارائه شده داده‌ها درجه آزادی ($\Delta\Phi$) را برابر با ۱ تبیین می‌کند. با توجه به معیارهای نیکویی برازش، همچنین کای اسکوئر به‌هنجار شده ($A\Gamma\Phi I$) نیز تقریباً نزدیک به یک به دست آمده است، می‌تواند موید برازش

مناسب مدل می‌باشد. نزدیکی مقدار کای اسکوئر به حجم نمونه نیز در این مدل، مقدار کمتر از ۰,۰۵ را برای شاخص ریشه میانگین مربعات خطای برآورد (PMΣEA) پیشنهاد می‌دهد که در مدل ارائه شده این معیار نیز تقریباً نزدیک به صفر به دست آمده است. همچنین با نزدیکی شاخص‌های XΦI، ΓΦI، NΦI به مقدار یک و نیکویی برازش سایر شاخص‌ها می‌توان بر انطباق بالای مدل تجربی با مدل مفهومی پژوهش استباط کرد (جدول ۵).

جدول ۵- ارزیابی شاخص‌های نیکویی برازش در مدل‌های اندازه گیری

شناسه شاخص	شاخص‌های نیکویی برازش	مدل پژوهش	معیارهای تصمیم گیری
CIMN	کای اسکوئر، خی دو	۲,۸۳٤	-
P	سطح پوشش آماره	۰,۰۰۰	>۰,۰۵
DF	درجه آزادی	۱	-
CIMN/DF	کای اسکوئر/درجه آزادی	۲,۸۳٤	۳-۱
GFI	شاخص نیکویی برازش	۰,۹۹۰	>۰,۹
AGFI	نیکویی برازش سازگار شده	۰,۹۹۰	>۰,۸
CFI	برازش تطبیقی	۰,۹۹۰	>۰,۹
NFI	شاخص نرمال شده بنتلر-بونت یا برازش هنجار	۰,۹۸۵	>۰,۹
RMSEA	ریشه دوم میانگین مربعات خطاس برآورد	۰,۰۸۳	>۰,۰۵
RFI	شاخص برازش نسبی	۰,۹٤٤	>۰,۹
PRATIO	شاخص نسبت صرفه جویی	۰,۰۰٦	>۰,۰۵

سطوح برآورد و ضریب تأثیر (تاثیرات کل، آثار مستقیم و نیز غیر مستقیم) مؤلفه‌ها در شکل ارائه شده است. وجود ضرایب مثبت نشان‌دهنده رابطه مستقیم متغیرهای مستقل و بر متغیر وابسته می‌باشد؛ به عبارت دیگر، با هر واحد افزایش در هریک از متغیرهای مستقل باعث تغییر در متغیرهای وابسته می‌شود. مدل رگرسیونی نشان می‌دهد که دسترسی به منابع مالی، بهبود فضای و کسب‌وکار، سرمایه اجتماعی و مشارکت و همکاری به ترتیب ۰,٤۹، ۰,۵۳، ۰,۳٤ و ۰,۵۵ بر روی توانمندسازی اقتصادی تأثیر داشته است. دسترسی به منابع مالی، بهبود فضای کسب‌وکار، سرمایه اجتماعی و مشارکت و همکاری به ترتیب ۰,٤۰، ۰,٤۸، ۰,۵٦ و ۰,۵۰ درصد بر روی توسعه اجتماعی تأثیر داشته است. توانمندی اقتصادی وتوانمندی اجتماعی خانوار به ترتیب ۰,۵۸ و ۰,۵۰ بر روی کاهش اثرات خشکسالی و ۰,٦۰ درصد از کل اثرات خشکسالی جوامع را تبیین می‌کنند (جدول ٦).

جدول ٦- ضریب تأثیرات کل، مستقیم و غیر مستقیم متغیرهای مشاهده شده

متغیرها	سطح تأثیر	اثرات خشکسالی	توانمندی اقتصادی	توانمندی اجتماعی
دسترسی به منابع مالی	کل	۰,۲۳۱	۰,۲۸۲	۰,۱۷٤
	مستقیم	۰,۱۵۹	۰,۳٤۰	۰,۱۵۷
	غیر مستقیم	۰,۱٦٤	–	–
بهبود فضای کسب وکار	کل	۰,۲۲۰	۰,۳٤۰	۰,۲۹۱
	مستقیم	۰,۱۹۷	۰,۱٦٤	۰,۱۸۵
	غیر مستقیم	۰,۱۲۰	–	–
سرمایه اجتماعی	کل	۰,۱۵۳	۰,۱۷۵	۰,۲۷۹
	مستقیم	۰,۰۱٤	۰,۱۷۵	۰,۱۹۷
	غیر مستقیم	۰,۱۱٦	–	–
مشارکت و همکاری	کل	۰,۱۵٤	۰,۱۷٤	۰,۲۸٦
	مستقیم	۰,۱۱۳	۰,۱۷٤	۰,۱۹۸
	غیر مستقیم	۰,۱۱٦	–	–
توسعه اقتصادی	کل	۰,۱۱۸	–	–
	مستقیم	۰,۱۱۸		
توسعه اجتماعی	کل	۰,۱۸٦	–	–
	مستقیم	۰,۱۸٦	–	–

بر اســـاس تمامی محاســـبات و برآوردها در رویکرد ΣEM به ماتریس واریانس‌ها و کواریانس‌های متغیرهای مشـــاهده شـــده و ترکیب‌زدایی آن‌ها برمی‌گردد. بر این اســـاس و با اســـتفاده از پارامترهایی می‌توان مجدداً ماتریس واریانس و کواریانس مشـاهده شـده را بازتولید کرد. جدول (۷) واریانس و کواریانس مسیرهای مدل پژوهش را نشان می‌دهد. تمام وزن‌های رگرسـیونی بیشتر از صفر و در سطح اطمینان ۹۰ درصد و بیشتر هستند. این بیانگر وجود رابطه معنادار بین متغیرهای مشـاهده شـده و به عبارت دیگر عوامل مؤثر بر کاهش اثرات خشـکسالی است. طرح مسیرهای دیاگرام از فعل و انفعالات اثرگذاری عوامل مؤثر در کاهش اثرات خشـکسـالی را نشان می‌دهد. برخی از مسیرها، تقریباً واریانس آن‌ها ناچیز محاسـبه شـده است، اما به واسطه تبین واریانس و تأثیر غیرمستقیم در کاهش اثرات خشکسالی در مدل نهایی در نظر گرفته می‌شوند.

جدول ۷- برآوردهای ضریب استاندارد شده بین پارامترهای مدل

معرف‌های مشاهده شده متغیرها		وزن رگرسیونی	خطای استاندارد	نسبت بحرانی	سطح معناداری
دسترسی به منابع مالی	توانمندی اقتصادی	۰,۲۰۰	۰,۰۷٤	۲,۷۰۸	۰,۰۰۷
	توانمندی اجتماعی	۰,۳۷۳	۰,۰٦۵	۵,۷٤۲	۰,۰۰۰

معرف‌های مشاهده شده متغیرها		وزن رگرسیونی	خطای استاندارد	نسبت بحرانی	سطح معناداری
	کاهش اثرات خشکسالی	۰,۱۶۹	۰,۶۷	۲,۵۲۷	۰,۰۰۷
بهبود فضای کسب‌وکار	توانمندی اقتصادی	۰,۷۳۵	۰,۵۲	۱,۹۹۸	۰,۰۰۰
	توانمندی اجتماعی	۰,۱۹۶	۰,۰۷۵	۲,۸٤	۰,۰۰٤
	کاهش اثرات خشکسالی	۰,۱۵۷	۰,۰٤٤	۵,۵٦۱	۰,۰۰۰
سرمایه اجتماعی	توانمندی اقتصادی	۰,۳۷۵	۰,۰٦۳	٦,۰۹	۰,۰۰۰
	توانمندی اجتماعی	۰,۱٦۵	۰,۰۵۵	۲,۹۹۲	۰,۰۰۳
	کاهش اثرات خشکسالی	۰,۱۰٤	۰,۰۵٤	۲,۰۹۰	۰,۰۰۷
مشارکت و همکاری	توانمندی اقتصادی	۰,٤۵۷	۰,۰٦٤	۵,۰۸۰	۰,۰۰۰
	توانمندی اجتماعی	۰,۱٦۷	۰,۰۵۵	۲,۹۹۳	۰,۰۰۰
	کاهش اثرات خشکسالی	۰,۱۰۳	۰,۰۵۳	۲,۰۸۰	۰,۰۰۰
توانمندی اقتصادی	کاهش اثرات خشکسالی	۰,۱۲٤	۰,۰۵۹	۲,٦۳۷	۰,۰۰۰
توانمندی اجتماعی	کاهش اثرات خشکسالی	۰,۱۷۲	۰,۰۵۲	۳,۳۲۰	۰,۰۰۰
دسترسی به منابع مالی	فضای و کسب‌وکار	۰,۱۷۸	۰,۰۵۹	۲,٦۷۲	۰,۰۰۸
دسترسی به منابع مالی	سرمایه اجتماعی	۰,۱۷۷	۰,۰۳۰	۲,۵٦۷	۰,۰۰۰
دسترسی به منابع مالی	مشارکت و همکاری	۰,۱۷٦	۰,۰۳٤	۲,٤۵٦	۰,۰۰۰
فضای و کسب‌وکار	سرمایه اجتماعی	۰,۱٤۹	۰,۰۳٤	۲,٦۰٦	۰,۰۰۷
سرمایه اجتماعی	مشارکت و همکاری	۰,۱٤۸	۰,۰۲۷	۵,۵٤٤	۰,۰۰۰

با توجه به اینکه ساختار روایی در مسیرها بیشتر از ۱,۹٦ برآورد شده است می‌توان استباط کرد که کواریانس بین هر سه متغیر سطح ۰,۰۵ معنادار تفاوت معناداری از صفر دارد. آماره آزمون یا نسبت بحرانی که از تقسیم برآورد ضریب بر خطای معیار حاصل می‌گردد، دارای یک توزیع نرمال استاندارد است با سطح معناداری کمتر از ۰,۰۵ و به‌عنوان مرز ناحیه بحرانی نشان می‌دهد که تمام متغیرها خارج از محدوده بحرانی می‌باشند. خطای معیار برآورد ضریب یا خطای استاندارد نیز نشان می‌دهد که تا چه میزان متغیرهای مستقل در تبیین متغیر وابسته یا همان کاهش اثرات خشکسالی اثرگذار می‌باشند. هر چه مقدار خطای معیار کوچکتر باشد، متغیر مستقل کاراتر و اثرگذارتر است.

٤- نتیجه‌گیری

با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران و نیز قرارگیری بخش وسیعی از مساحت کشور در کمربند خشک دنیا، خشکسالی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سوانح طبیعی رخ داده در محدوده جغرافیایی ایران است که اثرات زیادی بر روی تولید کشاورزی و به‌تبع آن معیشت مناطق روستایی دارد. ازاین‌رو، در تحقیق حاضر تلاش بر این بود تا نقش توانمندسازی اقتصادی و اجتماعی کشاورزان و ساکنین مناطق روستایی در کاستن از اثرات این سانحه پیش‌رونده و

خزنده را موردبررسی علمی قرار دهد. با توجه به تحلیل داده‌های پرسشنامه گردآوری شده نتایج زیر مورد توجه قرار گرفته است.

نتیجه استفاده از آزمون τ تک نمونه‌ای نشان داد که مؤلفه‌های توانمندسازی اقتصادی با مقدار میانگین عددی (۳,۸٤) تأثیر بیشتری در کاستن از اثرات خشکسالی در محدوده موردمطالعه دارد و مؤلفه توانمندسازی اجتماعی (۳,٦۰) در جایگاه بعدی قرار می‌گیرد. به‌طوری که، در مؤلفه توانمندسازی اقتصادی، شاخص‌های مدیریت منابع تولید محلی و سرمایه‌گذاری در نوآوری‌ها و روش‌های جدید تولید به ترتیب با مقدار میانگین (٤,۰٤ و ۳,۹۲) دارای بیش‌ترین تفاوت از حد مطلوب است. همچنین در مؤلفه توانمندسازی اجتماعی شاخص مسئولیت‌پذیری در راستای استفاده بهینه از منابع آب و مشارکت و همکاری در راستای کاهش آسیب‌ها به ترتیب با مقدار میانگین (۳,٦٦ و ۳,٦٤) بیشترین تأثیر مثبت را در توانمندسازی اجتماعی و به‌تبع آن کاهش آسیب‌پذیری ناشی از سانحه خشکسالی از دیدگاه پاسخگویان را به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج آزمون تحلیل مسیر با هدف بررسی نقش توانمندی اقتصادی و اجتماعی در کاهش اثرات خشکسالی نشان داد که درجه آزادی محاسبه شده برای مجموعه مؤلفه‌ها از قبیل دسترسی به منابع مالی، بهبود فضای کسب‌وکار، سرمایه اجتماعی، مشارکت و همکاری، توانمندی اقتصادی، توانمندی اجتماعی و کاهش اثرات سانحه خشکسالی ارائه شده است. در مدل‌سازی روابط میان متغیرها تلاش بر آن است که تأثیر عوامل مؤثر دسترسی به منابع مالی، بهبود فضای کسب‌وکار، سرمایه اجتماعی و توانمندی اقتصادی و توانمندی اجتماعی بر درنهایت تأثیر تمامی مؤلفه‌ها در میزان کاهش اثرات سانحه خشکسالی جوامع را برابر با ۱ تبیین شده است. وجود ضرایب مثبت نشان‌دهنده رابطه مستقیم متغیرهای مستقل و بر متغیر وابسته است. مدل رگرسیونی ارائه شده نشان داد که دسترسی به منابع مالی، بهبود فضای و کسب‌وکار، سرمایه اجتماعی و مشارکت و همکاری مهم‌ترین موارد تأثیرگذار در توانمندسازی اقتصادی خانوارهای روستایی در کاستن از اثرات خشکسالی در منطقه موردمطالعه بوده است. همچنین، دسترسی به منابع مالی، بهبود فضای کسب‌وکار، سرمایه اجتماعی و مشارکت و همکاری به ترتیب بیشترین تأثیر را در توسعه اجتماعی و توانمندسازی اجتماعی خانوارها داشته است. علاوه بر این، توانمندی اقتصادی و توانمندی اجتماعی خانوار به ترتیب مهم‌ترین تأثیر مثبت را روی کاهش اثرات سانحه خشکسالی داشته است.

کتابنامه

دوستان، رضا؛ ۱۳۹٤. تحلیلی بر خشکسالی‌های ایران در نیم‌قرن گذشته. نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی، شماره ۲۳، ۱- ۱۸. https://clima.irimo.ir/article_40460.html?lang=fa

رادفر، مهدی؛ ۱۳۹۹. بررسی و پایش شدت و تداوم خشکسالی کشاورزی دشت شهرکرد در نیم‌قرن اخیر و مقایسه آن با خشکسالی‌های هواشناسی. نشریه علوم و مهندسی آبیاری، شماره ۲، ٤۹-٦۱. 10.22055/jise.2018.14072.1102

مجرد، فیروز؛ خیری، راضیه؛ نوری، زهرا؛ ۱۳۹۳. تحلیل فراوانی خشکسالی های روزانه در ایران با شاخص خشکسالی مؤثر. فصلنامه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۳۵، ۲۹- ٤۸. http://jgs.khu.ac.ir/article-fa.html

Adger, W. N., Dessai, S., Goulden, M., Hulme, M., Lorenzoni, I., Nelson, D. R., ... & Wreford, A., 2009. Are there social limits to adaptation to climate change? Climatic change, 93(3), 335-354. DOI 10.1007/s10584-008-9520-z

Ajani, E. N., Mgbenka, R. N., & Onah, O., 2015. Empowerment of youths in rural areas through agricultural development programmes: Implications for poverty reduction in Nigeria. *International Journal of Research*, *34*. http://ijraf.org/pdf/v2-i2/5.pdf

Ajani, E. N., Onwubuya, E. A., & Mgbenka, R. N. 2013. Approaches to economic empowerment of rural women for climate change mitigation and adaptation: Implications for policy. *Journal of Agricultural Extension*, 17(1), 23-34. DOI: 10.4314/jae.v17i1.3

Al-Haddad, S. & Kotnour, T., 2015. Integrating the organizational change literature: a model for successful change. *Journal of organizational change management*, 28(2), 234-262. DOI 10.1108/JOCM-11-2013-0215

Bacon, C. M., Sundstrom, W. A., Gómez, M. E. F., Méndez, V. E., Santos, R., Goldoftas, B., & Dougherty, I., 2014. Explaining the 'hungry farmer paradox': Smallholders and fair trade cooperatives navigate seasonality and change in Nicaragua's corn and coffee markets. *Global Environmental Change*, *25*, 133-149. http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.02.005

Barrett, S., Anderson, S., Ssemujju, M., & Bamanya, D., (2017). Climate Shocks and the Social Assistance Grants for Empowerment (SAGE) Programme in Uganda. IRISH Aid Learning Platform– Climate Resiliece of Social Protection. https://www.climatelearningplatform.org/sites/default/files/resources/ugandareport070119_0.pdf

Bayeh, E., 2016. The role of empowering women and achieving gender equality to the sustainable development of Ethiopia. *Pacific Science Review B: Humanities and Social Sciences*, *2*(1), 37-42. https://doi.org/10.1016/j.psrb.2016.09.013

Bilgin, M.H., Danis, H., Demir, E. and Can, U., 2017. Regional Studies on Economic Growth, Financial Economics and Management, Proceedings of the 19th Eurasia Business and Economics Society Conference, Springer International Publishing, Switzerland. DOI 10.1007/978-3-319-54112-9_1

Bock, B. B., 2016. Rural marginalization and the role of social innovation; a turn towards nexogenous development and rural reconnection. *Sociologia Ruralis*, *56*(4), 552-573. https://doi.org/10.1111/soru.12119

Boyd, E., 2017. Holistic thinking beyond technology. *Nature Climate Change*, 7(2), 97-98. https://doi.org/10.1038/nclimate3211

Broto, V. C., Boyd, E., & Ensor, J., 2015. Participatory urban planning for climate change adaptation in coastal cities: lessons from a pilot experience in Maputo, Mozambique. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 13, 11-18. 10.1016/j.cosust.2014.12.005.

Burnham, M., & Ma, Z., 2016. Linking smallholder farmer climate change adaptation decisions to development. *Climate and Development*, 8(4), 289-311. http://dx.doi.org/10.1080/17565529.2015.1067180

Byaruhanga, I., & Debesay, J., 2021. The Impact of a Social Assistance Program on the Quality of Life of Older People in Uganda. *SAGE Open*, *11*(1), 2158244021989311. https://doi.org/10.1177/2158244021989311

Chhotray, S., Sivertsson, O., & Tell, J., 2018. The roles of leadership, vision, and empowerment in born global companies. *Journal of international entrepreneurship*, *16*(1), 38-57. DOI 10.1007/s10843-017-0201-8

Choi, M., Jacobs, J. M., Anderson, M. C., & Bosch, D. D., 2013. Evaluation of drought indices via remotely sensed data with hydrological variables. *Journal of Hydrology*, *476*, 265-273. http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.10.042

Crocker, D. A. and I. Robeyns., 2009, "Capability and agency" in: Christopher Morris (ed.), The Philosophy of Amartya Sen, Cambridge: Cambridge University Press, 2009, pp. 60–90

Dahlman, C. 2016. A new paradigm for rural development [online]. https://doi.org/10.1787/9789264264687-en

Durley, J. L., & de Loë, R. C., 2005. Empowering communities to carry out drought contingency planning. *Water Policy*, *7*(6), 551-567. https://doi.org/10.2166/wp.2005.0033

Einali, J., Yeganeh, B. M., Cheraghi, M., & Feyzolahpour, M. 2020. Evaluating the effects of reconstruction of the damaged villages in the 2002 earthquake in Avaj, Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *43*, 101373. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101373

Eriksen, S. H., Nightingale, A. J., & Eakin, H., 2015. Reframing adaptation: The political nature of climate change adaptation. *Global Environmental Change*, 35, 523-533. http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.09.014

Eyben, R., 2011. Supporting pathways of women's empowerment: a brief guide for International Development Organisations, Pathways Policy Paper, October, Brighton: Pathways of Women's Empowerment. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/jid.3210

Francina, P. X., & Joseph, M. V., 2013. Women empowerment: The psychological dimension. *Rajagiri Journal of Social Development*, *5*(2), 61-74. http://journals.rajagiri.edu/index.php/rssJ/article/ download/154/143

Gasper, J. T., & Reeves, A., 2011. Make it rain? Retrospection and the attentive electorate in the context of natural disasters. *American Journal of Political Science*, *55*(2), 340-355. DOI: 10.1111/j.1540-5907.2010.00503.x

Gentle, P., & Maraseni, T. N., 2012. Climate change, poverty and livelihoods: adaptation practices by rural mountain communities in Nepal. *Environmental science & policy*, *21*, 24-34. http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2012.03.007

Ghimire, Y. N., Shivakoti, G. P., & Perret, S. R., 2010. Household-level vulnerability to drought in hill agriculture of Nepal: implications for adaptation planning. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *17*(3), 225-230. https://doi.org/10.1080/13504501003737500

Greasley, K., Bryman, A., Dainty, A., Price, A., Naismith, N., & Soetanto, R., 2008. Understanding empowerment from an employee perspective: What does it mean and do they want it?", *Team Performance Management*, 14(1/2), 39-55. https://doi.org/10.1108/13527590810860195

Hornstein, H. A., 2004. Empowerment and process consultation: Two sides of the same coin. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, *9*(1), 1-13. https://www. researchgate. net/ publication/ 229028914_ Empowerment_ and_Process_ Consultation_ Two_ Sides_of_the_Same_Coin

Huq, R. A., 2017. The impact of participative decision-making with regards to empowering employees. *International Journal of Business Administration and Management Research*, *3*(1), 6-8. DOI: 10.24178/ijbamr.2017.3.1.06

Jaha, I. R., & Sika-Bright, S., 2015. Challenges of the Livelihood Empowerment Against Poverty programme in the Upper West region of Ghana: The institutional perspective. *UDS International Journal of Development*, 2(1), 188-205. DOI: https://doi.org/ 10.47740/ 36.UDSIJD6i

Johnson, M. O., 2011. The shifting landscape of health care: toward a model of health care empowerment. *American Journal of Public Health*, *101*(2), 265-270. DOI: 10.2105/AJPH.2009.189829

Keleher, L., 2014. Sen and Nussbaum: Agency and Capability-Expansion, Éthique et économique/Ethics and Economics, 11 (2), 54-70.

Keshavarz, M., Karami, E., & Zamani, G. H. 2011. Drought vulnerability of farm households: a case study. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, *6*(2), 15-33. https://www.iaeej.ir/

Khayyati, M., & Aazami, M., 2016. Drought impact assessment on rural livelihood systems in Iran. *Ecological Indicators*, *69*, 850-858. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.05.039

Kong, H., Sun, N., & Yan, Q., 2016. New generation, psychological empowerment. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 28(11), 2553 – 2569. DOI: 10.1108/IJCHM-05-2014-0222

Lekoko, R. N., 2015. Empowerment through Elegant Designs: Perspectives inside a Bag Manufacturing Business by Some Batswana Women, *IGI Global*, 133-149. DOI:10.4018/978-1-4666-8568-0.CH007

Lin, W., Wen, C., Wen, Z., & Gang, H., 2015. Drought in Southwest China: a review. *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, *8*(6), 339-344. https://doi.org/ 10.3878/ AOSL20150043

Maes, J., & Jacobs, S., 2017. Nature-based solutions for Europe's sustainable development. *Conservation letters*, 10(1), 121-124. https://doi.org/10.1111/conl.12216

Marcos-Garcia, P., Lopez-Nicolas, A., & Pulido-Velazquez, M. 2017. Combined use of relative drought indices to analyze climate change impact on meteorological and hydrological droughts in a Mediterranean basin. *Journal of Hydrology*, 554, 292-305. doi:10.1016/ j.jhydrol.2017.09.028

Markantoni, M., Steiner, A., Meador, J. E., & Farmer, J., 2018. Do community empowerment and enabling state policies work in practice? Insights from a community development intervention in rural Scotland. *Geoforum*, *97*, 142-154. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.10.022

Melkonyan, A., 2015. Climate change impact on water resources and crop production in Armenia. *Agricultural Water Management*, *161*, 86-101. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.07.004

Mujahid, N., Ali, M., Noman, M., & Begum, A., 2015. Dimensions of women empowerment: A case study of Pakistan. *Dimensions*, *6*(1), 37-45. https://www.iiste.org/Journals /index.php/JEDS/article/ view/18961

Munang, R., Andrews, J., Alverson, K., & Mebratu, D., 2014. Harnessing ecosystem-based adaptation to address the social dimensions of climate change. Environment: *Science and Policy for Sustainable Development*, 56(1), 18-24. https://doi.org/10.1080/ 00139157. 2014.861676

Nagoda, S., 2015. New discourses but same old development approaches? Climate change adaptation policies, chronic food insecurity and development interventions in northwestern Nepal. *Global Environmental Change*, 35, 570-579. https://doi.org/10.1016/ j.gloenvcha. 2015.08.014

OECD., 2016. A new rural development paradigm for the 21st century: A toolkit for developing countries. OECD Development Centre Studies. Paris: OECD Publishing. https://www. oecd. org/ dev/ a-new- rural- development- paradigm-for -the-21st-century-978926 4252271-en.htm

Pearce, C. L., Conger, J. A., & Locke, E. A., 2008. Shared leadership theory. The Leadership Quarterly, 19(5), 622–628. https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2008.07.005

Rahimzadeh, F., Fatahi, A. and Hosseni Dastak, F., 2005. Evaluation of variability of climate with applying statistical methods in Iran. *Iran-Water Resources Research*, *1*(2), 61-73. http://www.iwrr.ir/article_15122.html?lang=fa

Rahman, M. M., Khanam, R., & Nghiem, S., 2017. The effects of microfinance on women's empowerment: new evidence from Bangladesh. *International Journal of Social Economics*, 44(12), 1745-1757. https://doi.org/10.1108/IJSE-02-2016-0070

Rajsekhar, D., Mishra, A. K., & Singh, V. P., 2013. Regionalization of drought characteristics using an entropy approach. *Journal of Hydrologic Engineering*, *18*(7), 870-887. https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000683

Sen, A., 2009. The Idea of Justice. Cambridge, MA: Harvard University Press. https:// doi.org/ 10.1080/14649880802236540

Sharafi, L. and Zarafshani, K., 2011. Vulnerability assessment, the starting point of risk management in drought, Case study: Sar-e-Pol-e-Zahab, Islamabad-e-Gharb and Javanrood. Journal of Regional planning, 1(1), 43-56. DOI: 10.29252/geores.34.4.539

Sharaunga, S., Mudhara, M., & Bogale, A., 2015. The impact of 'Women's Empowerment in Agriculture'on household vulnerability to food insecurity in the KwaZulu-Natal Province. In *Forum for development studies*, 42(2), 195-223. https:// doi.org/1 0.1080/ 08039410. 2014.997792

Shiferaw, B., Tesfaye, K., Kassie, M., Abate, T., Prasanna, B. M., & Menkir, A. 2014. Managing vulnerability to drought and enhancing livelihood resilience in sub-Saharan Africa: Technological, institutional and policy options. *Weather and Climate Extremes*, *3*, 67-79. https://doi.org/10.1016/j.wace.2014.04.004

Spreitzer, G. M., 2008. Taking stock: A review of more than twenty years of research on empowerment at work. *Handbook of organizational behavior*, *1*, 54-72. DOI: 10.4135/ 9781849200448.n4

Tengland, P. A., 2008. Empowerment: A conceptual discussion. Health Care Analysis, 16(2), 77-96. DOI: 10.1007/s10728-007-0067-3

Timothy, D. J., 2007. Empowerment and stakeholder participation in tourism destination communities. Tourism, power and space, 199-216. https://doi.org/10.4324/9780203392096

Udmale, P., Ichikawa, Y., Manandhar, S., Ishidaira, H., & Kiem, A. S., 2014. Farmers′ perception of drought impacts, local adaptation and administrative mitigation measures in Maharashtra State, India. International Journal of Disaster Risk Reduction, 10, 250-269. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2014.09.011

Varshney, R. K., Ojiewo, C., & Monyo, E., 2019. A decade of Tropical Legumes projects: Development and adoption of improved varieties, creation of market-demand to benefit smallholder farmers and empowerment of national programmes in sub-Saharan Africa and South Asia. Plant Breeding, 138(4), 379-388. https://doi.org/10.1111/pbr.12744

Vidickienė, D., 2021. Social Movements as Drivers of Paradigm Innovations in Rural Development. In Rural Economic Developments and Social Movements (pp. 45-89). Palgrave Macmillan, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-71983-8_3

Vilkė, R., Pareigienė, L., & Stalgienė, A., 2017. Farmer's Social Responsibility in Post-industrial Rural Development: A Challenge for the Twenty-First Century? Regional Studies on Economic Growth, Financial Economics and Management, Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-54112-9_14

Weidenstedt, L., 2017. A Sociology of Empowerment: The Relevance of Communicative Contexts for Workplace Change (Doctoral dissertation, Department of Sociology, Stockholm University). urn:nbn:se:su:diva-146520

Weldon, S. L., 2019, January. Power, exclusion and empowerment: Feminist innovation in political science. In Women's Studies International Forum, 72, 127-136. https://doi.org/ 10.1016/j.wsif.2018.05.014

Wood, S. L., Jones, S. K., Johnson, J. A., Brauman, K. A., Chaplin-Kramer, R., Fremier, A., ... & DeClerck, F. A., 2018. Distilling the role of ecosystem services in the Sustainable Development Goals. Ecosystem services, 29, 70-82. https://doi.org/ 10.1016/ j.ecoser. 2017.10.010

World Health Organization., 2018. What Quantitative and Qualitative Methods Have Been Developed to Measure Community Empowerment at a National Level? (Vol. 59). World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/326225

Wouterse, F., 2017b. Empowerment, climate change adaptation, and agricultural production: evidence from Niger. Climatic Change, 145(3), 367-382. https://doi.org/10.1007/s10584-017-2096-8

Wouterse, F. S., 2017a. The returns to empowerment in diversified rural household: evidence from Niger (Vol. 1611). Intl Food Policy Res Inst, 15(2), 21-32. https://www.ifpri.org/ publication/ returns- empowerment-diversified-rural-household-evidence-niger

Yang, S. B., & Choi, S. O., 2009. Employee empowerment and team performance. Team Performance Management, 15(5/6), 289-301. DOI: 10.1108/13527590910983549

Zamfir, G. I. 2020. A Knife to a Gunfight: Endogenous Development Through Leader as Contradictory Policy Prescription. Studia Universitatis Babes-Bolyai-Sociologia, 65(1), 43-68. DOI: https://doi.org/10.2478/subbs-2020-0002

Zimmerman, M. A., 2000. Empowerment theory. In Handbook of community psychology, Springer, Boston, MA. DOI: 10.1007/978-1-4615-4193-6_2

Vol.11, No.1, Spring 2022, pp. 279-303 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI:10.22067/geoeh.2022.72675.1112 Open access

An Analysis of Effective Factors on the Management of Ecological and Social Complexities in the Preservation of Rural Natural Resources (Case Study: Villages of Lorestan Province)

Ali Khodadadi[a*], Morteza Tavakoli[b], Ali Akbar Anabestani[c]

[a] *PhD Candidate in Geography and Rural Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran*
[b] *Associate Professor in Geography and Rural Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran*
[c] *Professor, Department of Human Geography and Planning, Shahid Beheshti University*

Received: 7 October 2021 ***Revised: 4 February 2022*** ***Accepted: 9 February 2022***

Abstract

Complexity science is about a management that deals with variety and multiplicity and tries to avoid dominant issues. Therefore, whenever there is a system composed of different factors on different scales with inherent and inseparable dependence and interdependence of factors, we face complexity. Ecological and social systems, on the other hand, are systems which are related to people and nature, emphasizing that man not only cannot be separated from nature, but also must be part of it. Hence, the necessity was felt to address the issue of managing ecological and social complexities in conserving natural resources. This exploratory research applied a descriptive-analytical method and used library and documentary sources. In order to analyze data, DEMATE was used. The results indicated that among the factors affecting the management of ecological and social complexity, such factors as lack of systemic and comprehensive attitude, lack of discussion of environmental resources for land management and its legal status, institutional barriers, lack of an integrated system of exploitation of natural resources and control of unstable factors, and lack of active participation and management interaction within the framework included in four propositions (f4) with a coefficient of 1.077 and active natural resources were identified the most significant factors that affect the management of ecological and social complexities in preserving the natural resources of the villages of Lorestan province.

Keywords: Management, Ecological and Social Complexities, Natural Resources, Lorestan

[*] Corresponding author: Ali Khodadadi E-mail: Ali-khodadadi@modares.ac.ir Tel: + 9809161592761

How to cite this Article: Khodadadi, A., Tavakoli, M., & Anabestani, A. (2022). An Analysis of Effective Factors on the Management of Ecological and Social Complexities in the Preservation of Rural Natural Resources (Case Study: Villages of Lorestan Province). *Journal of Geography and Environmental Hazards, 11*(1), 279-303.

DOI:10.22067/geoeh.2022.72675.1112

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant with open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
Volume 11, Issue 1 - Number 41, Spring 2022
https://geoeh.um.ac.ir
https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2022.72675.1112

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم ، شمارهٔ چهل و یکم ، بهار ۱۴۰۱، صص ۳۰۳-۲۷۹

مقاله پژوهشی

تحلیل عوامل مؤثر بر مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی روستاها (موردمطالعه: روستاهای استان لرستان)

علی خدادادی[1] – دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
دکتر مرتضی توکلی – دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
دکتر علی‌اکبر عنابستانی– استاد گروه جغرافیای انسانی و آمایش دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۱۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۰/۱۵ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱۱/۲۰

چکیده

علم پیچیدگی، مدیریتی را مد نظر دارد که به تنوع و تکثر بها می‌دهد و از مسائل مسلط دوری می‌کند؛ بنابراین هرگاه مجموعه‌ای متشکل از عوامل متعدد و گوناگون، در مقیاس‌های متفاوت، با اتکا و وابستگی ذاتی و جدایی‌ناپذیر عوامل بر همدیگر وجود داشته باشد، با پیچیدگی روبرو هستیم. از طرفی، سیستم‌های اکولوژیکی و اجتماعی، سیستم‌های مرتبط مردم و طبیعت هستند و تأکید می‌کنند که انسان نه‌تنها نمی‌تواند جدا از طبیعت، بلکه باید بخشی از آن باشد. در پژوهش حاضر این ضرورت احساس شده که به مسأله مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی پرداخته شود. این تحقیق از نظر هدف یک تحقیق توصیفی- تحلیلی و از نظر جمع‌آوری اطلاعات یک تحقیق اکتشافی است و در چارچوب مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی قرار دارد. از طرفی به‌منظور تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از ابزار دیماتل استفاده شده است. نتایج نشان داد در بین عوامل مؤثر بر مدیریت پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی، عوامل فقدان نگرشی سیستمی و جامع‌نگر، مشخص نبودن بحث منابع محیطی در آمایش سرزمین و جایگاه قانونی آن، موانع نهادی، فقدان نظام یکپارچه بهره‌برداری از منابع طبیعی و مهار عوامل ناپایدار و

---

۱. نویسنده مسئول: ۰۹۱۶۱۵۹۲۷۶۱ Email: Ali-khodadadi@modares.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:

خدادادی، علی؛ توکلی، مرتضی؛ عنابستانی، علی اکبر. (۱۴۰۱). تحلیل عوامل مؤثر بر مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی روستاها (مورد مطالعه: روستاهای استان لرستان). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*, ۱۱(۱). صص ۳۰۳-۲۷۹ https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2022.72675.1112

فقدان مشـــارکت فعال و تعامل مدیریت در چارچوب عوامل گنجانده شـــده در گروه چهار گزاره‌ها (f_4) با ضـــریب وزنی ۱/۰۷۷ به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی روستاهای استان شناسایی شدند.

کلیدواژه‌ها: مدیریت، پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی، منابع طبیعی، لرستان.

۱- مقدمه

ارزیابی اکوسـیسـتم هزاره تأیید می‌کند که در طول ۵۰ سـال گذشـته بشـر با سرعت و گسترده‌تر از هر دوره قابل مقایسـه‌ای از تاریخ بشـر، اکوسـیسـتم را تغییر داده است (گرمستانی، هارم‌بنسون[1]،۲۰۱۳). برای مقابله با تغییرات سریع در مقیاس بزرگ، دور شـدن از آسـتانه‌های بالقوه سـیسـتم زمین، و ایجاد انعطاف‌پذیری سـیسـتم‌های زیسـت‌محیطی اجتماعی (SES) برای مقابله با تغییر به‌عنوان فرصـــت، به‌ســـرعت به رویکردهای نوآورانه برای پایداری نیاز اســـت (وسـتلی و همکاران[2]، ۲۰۱۳)؛ به‌طوری‌که، انواع مختلفی از مدل‌های مفهومی سیستم‌های اجتماعی- بوم‌شناختی وجود دارد که تعاملات انســـان و طبیعت را در یکپارچه‌ســـازی به تصـــویر می‌کشـــد و توصـــیف می‌کند. این مدل‌ها به‌طور فزاینده‌ای در مدیریت منابع طبیعی اسـتفاده می‌شـوند. لیکن ازآنجاکه فشـارهای انسـانی در تمام اکوسـیسـتم‌ها افزایش یافته اسـت، علوم زیسـت‌محیطی طی سـال‌های اخیر با تغییر الگو روبرو شـده‌اند و نیاز اسـاسی در نظر گرفتن روابط انسـان و بلوغ را برای اطلاع‌رسـانی بهتر و هدایت حفاظت و مدیریت تشـخیص داده‌اند (لینهارد و همکاران[3]، ۲۰۱۵). ازاین‌رو در سـال‌های اخیر مدل‌های تحلیلی متنوعی پدید آمده اسـت، اما بیشـتر آن‌ها بر عناصر اجتماعی یا اکولوژیکی چنین تحولاتی بدون لحاظ ماهیت آن‌ها تأکید دارند (مور و همکاران[4]، ۲۰۱٤).

مدیریت سـنتی همواره در صـدد اجماع و توافق همگانی بوده و درنتیجه تفاوت‌ها را نادیده می‌شـمارد؛ اما علم پیچیدگی، مدیریتی را نوید می‌دهد که به تنوع و تکثر بها می‌دهد و اجماع و فرهنگ‌های مسـلط را خطرآفرین می‌داند. این مدیریت ازآنجاکه امور را غیرقابل‌پیش‌بینی و غیرقطعی می‌داند، احتمالات آماری را در هم می‌ریزد. همچنین به دلیل ارج نهادن به خلاقیت و آزادی، شـیوه‌های کنترل قوی و تحکمی را نا جایز می‌شـمارد (کلارک، وایدی[5]، ۲۰۱۰). از طرفی مدیریت یکپارچه کیفیت محیط نیاز به موارد زیر دارد:

۱- تـأییـد راه‌حـل‌هـای نهادی که بین مفاهیم جایگزین توسـعه و مدیریت (شـرط لازم) کار می‌کند، ۲- اراده تصـمیم‌گیری که راسـتی آزمایی، مفروضـات و معیارهای آن را می‌پذیرد (شـرط کافی) و ۳- الگوی محدودیت رضایت‌ها، براساس پارادایم مقررات زدایی (شرط لازم و کافی) (پیونتک[6]، ۲۰۲۰).

1 Garmestani & Harm Benson
2 Westley et al
3 Leenhardt et al
4 Moore et al
5 Clarke & wildy
6 Piontek

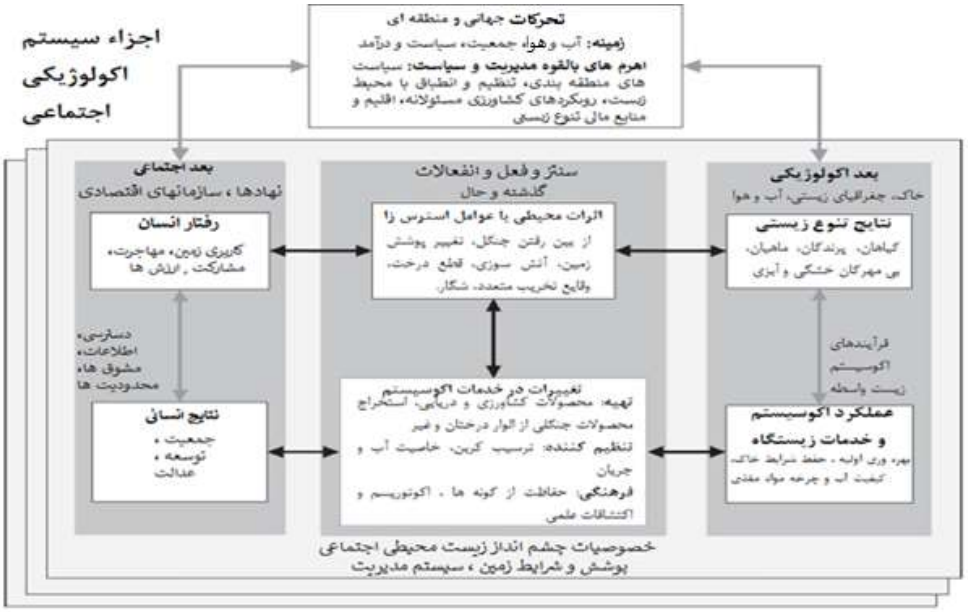
مدیریت مسائل زیست‌محیطی به دلیل گسترش مقیاس مشکلات (مثلاً تغییر آب‌وهوا و تخریب گسترده زمین) و ویژگی‌های پویا و تکاملی این مشکلات، پیچیده‌تر شده است. یک رویکرد برای مقابله با پیچیدگی سیستم‌های منابع مدیریت شده، تأیید اتصال قوی بین جنبه‌های اجتماعی و اکولوژیکی سیستم‌ها بوده است. به دلیل تغییر ماهیت ابعادی اکولوژیکی و اجتماعی، بسیاری از محققان اصطلاح حاکمیت تطبیقی را به‌عنوان نوعی حاکمیت زیست‌محیطی پیشنهاد کرده‌اند که در سیستم‌هایی به وجود آمده است که دارای درجه‌های زیادی از پویایی، پیچیدگی و عدم اطمینان هستند (چافین، گاندرسون[1]، ۲۰۱۶). به‌طوری‌که بیشتر مدیریت منابع قرن ۲۰ روی رویکردهایی متمرکز شده است که قادر به کنترل تغییرات زمانی ناخواسته در سیستم‌های منابع نبوده، و مدیریت شرایط تعادل در SES ها درنتیجه رویکردهای کنترل و بسیاری از این سیستم‌ها، آسیب‌پذیرتر شده و مقاومت کمتری دارند.

تئوری پیچیدگی به‌عنوان روشی غالب در دهه ۱۹۹۰ مطرح شد (هادی‌زاده‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۹). نظریه پیچیدگی و اهمیت تعاملات مقیاس برای تقویت حاکمیت انطباقی در سیستم‌های پیچیده اجتماعی – زیست‌محیطی است. این مدل نشان می‌دهد که یک SES در یک مقیاس خاص وجود دارد (به‌عنوان‌مثال، حوزه آبخیز، چشم‌انداز، زیست منطقه و غیره). با گذشت زمان، ساختار یک SES، سرمایه و پیچیدگی را توسعه می‌دهد (چافین، گاندرسون، ۲۰۱۶)؛ بنابراین علم پیچیدگی انقلابی است در علوم طبیعی، ضمن آنکه علوم اجتماعی را نیز درنوردیده است (الوانی، دانایی فرد، ۱۳۸۱). لذا برای مدیران این پیام را دارد که دیگر نمی‌توان از طریق اهداف سلسله مراتبی و یا منطق از پیش تعیین شده، مانند آنچه که در طراحی پل‌ها یا ساختمان‌ها به کار گرفته می‌شود، سازمان‌ها را اداره کرد. آن‌ها باید بیاموزند که رخدادها و تغییرات در جریان زمان ظهور می‌کنند و مدیران خود نیز بخشی از این تغییر هستند (نجاریان و همکاران، ۱۳۹۲). عملکرد مهم مدیریت سیستم‌های پیچیده باید آگاهی دادن به تصمیم‌گیرندگان در مورد زمان و مکان تغییر وضعیت نامطلوب، که می‌تواند ارائه خدمات اکوسیستم را کاهش یا افزایش دهد، باشد (یونی‌کیل و همکاران[2]، ۲۰۱۰). تئوری پیچیدگی استدلال می‌کند ویژگی‌های باز بودن، هرج‌ومرج، اختلال، اتفاقی و غیرقابل‌پیش‌بینی بودن در سیستم‌ها را نمی‌توان با استفاده از یک نتیجه‌گیری مکانیکی یا خطی حل نمود (قنبری و همکاران، ۱۳۹۵). سازمان‌هایی که تغییر و ثبات را به شیوه‌ای اثربخش در هماهنگی با الزامات محیطی توانمندسازی می‌نمایند، قادر به جذب نوسانات داخلی و خارجی و تثبیت بهره‌وری در وضعیت‌های پایدار محیطی یا ثبات پویا هستند (وفایی و همکاران، ۱۳۹۹).

سیستم‌های اکولوژیکی و اجتماعی یک سیستم منسجم از عوامل بیوفیزیکی و اجتماعی است که به‌طور منظم با روشی انعطاف‌پذیر و پایدار تعامل دارند، سیستمی که در چند مقیاس مکانی، زمانی و سازمانی تعریف شده است، که ممکن است از نظر سلسله مراتبی با هم مرتبط باشند، مجموعه‌ای از منابع حیاتی (طبیعی، اقتصادی– اجتماعی و فرهنگی) که جریان و استفاده آن‌ها با ترکیبی از سیستم‌های اکولوژیکی و اجتماعی تنظیم می‌شود (پرزسوبا، دوایر[3]،

1 Chaffin & Gunderson
2 uni-kiel et al
3 Perez-Soba & Dwyer

۲۰۱۶). چارچوب سیستم اجتماعی – زیست‌محیطی (SES) به‌طور فزاینده‌ای "الگوی تاب‌آوری" را پشتیبانی می‌کند (فابینی و همکاران[1]، ۲۰۱۴)؛ بنابراین نیاز به پیوند حاکمیت و مدیریت با تغییرات SES را که زیربنای تولید خدمات اکوسیستم است، روشن می‌کند، که در ارزیابی تصمیم‌گیری و مدیریت اثربخشی و پیشنهاد راه‌های بهبود سیاست‌های مرتبط با خدمات اکوسیستم، بسیار مهم است (ریرز و همکاران[2]، ۲۰۱۳). مدل‌های مفیدی از چنین سیستم‌هایی که برای ارزیابی و طراحی سیاست‌ها در نظر گرفته شده‌اند، باید از لحاظ ساختار فرا رشته‌ای، و به درک روشنی از عناصر اصلی یک مسئله خاص متکی باشند. سیستم‌های پویا نقطه شروع مدل‌سازی سیستم‌های زیست‌محیطی اجتماعی هستند و مدل‌های مبتنی بر عامل گسترش طبیعی را فراهم می‌کنند (لوین و همکاران[3]، ۲۰۱۳).



شکل ۱- اجزای سیستم اکولوژیکی و اجتماعی (پرزسوبا، دوایر، ۲۰۱۶)

آن چیزی که عناصر موجود یک سیستم را به روش‌های کاملاً جدید ترکیب می‌کند. تحولات را می‌توان به‌طور فعال هدایت و یا ناخواسته انجام داد، اما ما بر تحولات زیست‌محیطی و اجتماعی متمرکز هستیم. به دلیل درک این موضوع است که "شرایط زیست‌محیطی، اجتماعی یا اقتصادی فعلی غیرقابل تحقق یا نامطلوب می‌شوند (مور و همکاران، ۲۰۱۴). بر این اساس مفهوم مدیریت مبتنی بر اکوسیستم جنبه‌های اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی مسائل زیست‌محیطی را در بر می‌گیرد و هدف آن توسعه پایدار با تأیید بر تأثیر متقابل آن‌ها است (لوریلا-پانت و همکاران[4]،

1 Fabinyi et al
2 Reyers et al
3 Levin et al
4 Laurila-Pant et al

۲۰۱۵). چالش اساسی کنونی این است که چگونه می‌توان رفتارهای بهره‌گیری از منابع طبیعی را به‌گونه‌ای تغییر داد که علاوه بر تأمین نیازهای فزاینده انسانی، موجبات افزایش سازگاری با اکولوژی نیز فراهم شود. درصورتی‌که شواهد و مستندات اندکی در زمینه‌ی توفیق دولت‌ها و سیاست‌گذاران برای افزایش پایداری منابع زیستی وجود دارد. **در دوره اندیشه‌های سنتی حفظ منابع طبیعی**، نگرش ابزاری به منابع طبیعی موجب گردید که در این دوره، منابع تنها به‌واسطه تأمین خدمات و کالاهایی همچون چوب، شکار، آب و سایر مایحتاج انسان‌ها مورد توجه قرار گیرند. ضمن اینکه حاکمیت ادراکات مبتنی بر پایداری و دوام طبیعت این امکان را برای انسان‌ها فراهم نمود که به بهره‌گیری افسارگسیخته از منابع طبیعی اقدام نمایند. **در دوره اندیشه‌های معاصر حفظ منابع طبیعی** پیامدهای نامطلوب ناشی از صنعتی شدن، انقلاب سبز و بهره‌برداری نامحدود از منابع طبیعی همچون تغییر اقلیم، از بین رفتن تنوع زیستی، از بین رفتن سریع جنگل‌ها و افزایش بحران منابع آب موجب شده که تمامی جنبه‌های مربوط به رابطه انسان با بوم نظام دگرگون گردیده و بحران بی‌سابقه منابع زیستی به‌عنوان تهدیدی جدی تلقی شود. به‌نحوی‌که برخی صاحب‌نظران بر این باورند که جهان در آستانه اتمام منابع طبیعی قرار دارد. این امر، ضرورت تغییر سیاست‌گذاری‌های حفاظت منابع طبیعی را محسوس ساخته و بازاندیشی در خصوص رابطه انسان و محیط‌زیست را مورد تأکید قرار می‌دهد. این در حالی است که این مهم چندان موردتوجه قرار نگرفته و شناخت مناسبی درزمینه‌ی نحوه دستیابی به اهداف حفاظت منابع طبیعی وجود ندارد (کرمی، کشاورز، ۱۳۹٤).

محققین معتقدند برای تصدی‌گری موفق در منابع طبیعی نیاز مبرم به تلفیق علوم طبیعی و اجتماعی است (رحمانی آزاد، قربانی، ۱۳۹۵). نگاهی به وضعیت محیط‌زیست جهان در دو دهه گذشته نشان می‌دهد که اثرات مخرب انسانی بر محیط‌زیست در حال گسترش است و مسائل حاد و بغرنج، مانند آلودگی شدید جو، کاهش تنوع زیستی، تخریب لایه اوزون، پدیده گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین، افزایش سطح آب اقیانوس‌ها، تغییرات شدید اقلیمی و به‌تبع آن اثرات مختلف و متعدد بروز نموده است. در ایران نیز همانند سایر ملل، توسعه شهرنشینی و تبدیل تدریجی مناطق روستایی و جوامع کشاورزی به مناطق شهری و صنعتی، موجب تغییر روابط مناسب انسانی با محیط‌زیست اطراف خود گردیده است. این تغییرات به علت عدم کنترل، نظارت و مدیریت محیط‌زیست در راستای توسعه پایدار حادث شده است (خطیبی و همکاران، ۱۳۹٤).

پیچیدگی و تعاملات مقطعی در سیستم‌های اجتماعی و اکولوژیکی به این معنی است که هر ساختار مدیریتی به همکاری با دیگران وابسته است تا بتواند بازخوردی از اکوسیستم‌های پویا را به‌خوبی شناسایی، تفسیر و پاسخ دهد (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۷؛ فولکه و همکاران[1]، ۲۰۰۵). اجرای تئوری SES در عمل می‌تواند به مدیران محیط‌زیست کمک کند تا تغییرات محیطی را پیش‌بینی کرده و با آن سازگار شوند (به‌عنوان‌مثال آمادگی)؛ بنابراین می‌توان از

1 Folke et al

عواقب ناخواسته تصمیمات مدیریت جلوگیری کرد. یک رویکرد مدیریت محیطی SES می‌تواند به مدیران کمک کند تا با در نظر گرفتن متغیرهای متعدد و متقابل، سیستم‌های پیچیده را به‌طورکلی بررسی کنند و با مشارکت ذینفعان متنوع در تصمیم‌گیری‌های مدیریت، بخش‌بندی دانش و منابع را کاهش دهد. به‌عنوان‌مثال، مشارکت ذی‌نفعان در توسعه مشترک دانش از طریق رویکردهای فوق رشته‌ای می‌تواند جهان‌بینی سیستمی یک ابتکار را بهبود بخشد و منجر به یک برنامه جامع‌تر برای نظارت بر نتایج یک مداخله شود (ویراپونگس و همکاران، ۲۰۱۹).

از آنجا ایران با بحران حفظ منابع طبیعی روبه‌رو است، نیاز به تدوین یک ساختار مدیریتی پیچیده اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی خود است. از طرفی استان لرستان ازجمله مناطقی است که به لحاظ تخریب منابع طبیعی در سطح بالایی قرار داشته، و از این مقوله مستثنا نیست. از سویی بیشتر این منابع در تصرف روستاها هستند؛ بنابراین لازم به نظر می‌رسید که پژوهشی در چارچوب مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی برای برون‌رفت از وضع موجود صورت گیرد. لذا این سؤال مطرح می‌شود که **چه عواملی بر مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی استان بیشترین تأثیر را دارد، و بعضاً به حفظ منابع طبیعی روستائیان کمک خواهد کرد؟**

با مروری بر پیشینه تحقیق مشخص گردید که تاکنون مطالعات زیادی پیرامون مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی روستاها انجام نشده، لیکن در ادامه به برخی از پژوهش‌های مرتبط با این موضوع پرداخته شده است:

کبیری‌هندی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی رویکرد یکپارچه در مدیریت و حفاظت میراث طبیعی و فرهنگی دریافتند که فقدان یک طبقهٔ حفاظتی در طبقات مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست که حمایت از عرصه‌ای باارزش فرهنگی در طبیعت را مورد توجه قرار دهد، می‌تواند بر این کاستی در مدیریت پایدار ارزش‌های فرهنگی طبیعت فائق آید. قربانی و همکاران (۱۳۹۱) تحلیل شبکه‌ای اجتماعی: رویکرد نوین در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی مدیریت مشارکتی منابع طبیعی، را مورد ارزیابی قرار داده‌اند، و دریافتند که روش تحلیل شبکه اجتماعی قادر است مدیران و برنامه‌ریزان منابع طبیعی را در شناخت چالش‌های پیش روی عملیاتی نمودن مدیریت مشارکتی منابع طبیعی و سیاست‌گذاری جهت برطرف نمودن این چالش‌ها یاری نماید. لاریجانی و همکاران (۱۳۹۲) با مطالعه‌ای تحت عنوان تحلیل شبکه‌ای ذینفعان محلی کنشگران کلیدی (قدرت اجتماعی) در مدیریت مشارکتی سرزمین در میان بهره‌برداران مرتع روستای لزور، دریافتند که شناخت قدرت‌های اجتماعی جهت ساماندهی و اجرای برنامه‌های مدیریت پایدار سرزمین و درنتیجه دستیابی به مدیریت مشارکتی موفق منابع طبیعی ضروری بوده و تحلیل شبکه ابزاری کارآمد در این فرآیند محسوب می‌شود. قربانی و دهبزرگی (۱۳۹۳) در تحلیل ذی‌نفعان، قدرت اجتماعی، و تحلیل شبکه در مدیریت مشارکتی منابع طبیعی، دریافتند که کنشگران با موقعیت مرکزی، نقش کلیدی را در برنامهٔ عمل مدیریت مشارکتی مراتع ایفا می‌نمایند. لواسانی و همکاران (۱۳۹٤) ارزیابی پایداری اکولوژیکی سیستم‌های تولید گلخانه‌ای در منطقه سیستان را مطالعه کردند که نتایج نشان داد مهم‌ترین عوامل تعیین کننده شاخص

پـایـداری در نظـام‌های گلخانه‌ای موردمطالعه به ترتیب، تنوع گونه‌ای زراعی، تنوع علف‌کش و قارچ‌کش، مدیریت بقایای گیاهی و دسـترسـی به نهاده‌ها بودند. بررسـی نقاط بحرانی نظام‌های گلخانه‌ای نشـان داد که برای بهبود پایداری آن‌ها، آموزش کشـاورزان، کمک به ثبات اقتصـادی آن‌ها، اصلاح مدیریت تولید محصول و مدیریت منابع آب از اولویت برخوردار هسـتند. کرمی و کشـاورز (۱۳۹٤) ابعاد انسـانی حفاظت از منابع طبیعی را سـنجش نمودند، و ذکر کردند که به‌منظور حفظ منابع طبیعی می‌بایسـت در نگرشـی سـیسـتمی و جامع‌نگر، رابطه نظام اجتماعی ـ بوم نظام مورد توجه قرارگرفته و بر نقش ابعاد انسـانی در سـازگاری با بوم نظام تأکید شـود. همچنین حفاظت منابع طبیعی دارای بنیانی فرهنگی می‌باشـد. اطهری و همکاران (۱۳۹۵) در بررسـی تبیین الگوی مناسـب مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز کشور، بـه این نتیجـه رسـیـدند که راهبردهای تعاملی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز می‌تواند به ارتقای پایداری توسـعه آبخیزهای کشـور منجر گردد. رحمانی‌آزاد و قربانی (۱۳۹۵) یادگیری اجتماعی و تبادل دانش اکولوژیک بومی در مدیریت اکوسـیسـتم‌های طبیعی در منطقه فیروزکوه روسـتای لزور را موردمطالعه قرار داده‌اند. نتایج حاکی از آن اسـت که شـاخص تمرکز بر اسـاس پیوندهای بیرونی هر فرد، نشـان دهنده میزان همبسـتگی بیشـتر شبکه در فرآیند پخش و انتقـال دانش بومی می‌بـاشـد. درنهـایت می‌توان بیان نمود که تقویت یادگیری اجتماعی می‌تواند در ارتقاء ظرفیت سـازگاری افراد به تغییرات زیسـت‌محیطی مؤثر بوده و همچنین سـبب افزایش میزان موفقیت برنامه مدیریت مشـارکتی منابع طبیعی خواهد شـد. طهوری و پروین (۱۳۹۵) حفاظت و بهره‌برداری پایدار از خاک و جایگاه آن در حقوق بین‌الملـل محیط‌زیسـت را مورد واکاوی قرار دادند، بنابر بررسـی‌های انجام یافته در اسـناد موجود حقوق بین‌الملل محیط‌زیسـت نشـان می‌دهد که رویکردهای متفاوت مطرح در آن اسـناد نسـبت به موضـوع خاک و پراکندگی و عدم انسـجام اقدامات مورد نیاز باعث گردیده تا اسـناد حاضر فاقد کارآیی مؤثر و لازم به‌منظور حفاظت و بهره‌برداری پایدار از خاک با لحاظ نمودن ویژگی و کارکردهای خاص آن باشـند. عنابسـتانی و نادری (۱۳۹۷) در بررسـی چالش‌های مدیریت منابع محیطی در مناطق روسـتایی دریافتند که عدم وجود دسـتورالعمل تخصـصـی ارزیابی برای هر یک از پروژه‌های مشـمول ارزیابی محیطی، عدم غربالگری در ارزیابی اثرات منابع محیطی، مشـخص نبودن بحث منابع محیطی در آمایش سـرزمین و جایگاه قانونی آن، فقدان اصـلاح نظام بهره‌برداری از منابع طبیعی و مهار عوامل ناپایدار ازجمله مهم‌ترین چالش‌ها مدیریت منابع محیطی در مناطق روسـتایی اسـت. وفایی و همکاران (۱۳۹۹) در بررسـی موضوعی با عنوان فهم کیفیت تعامل سـازه‌های رهبری پیچیدگی و سـازمان اجتماعی از دیدگاهی مبتنی بر علوم پیچیده دریافتند عقلانیت عملی و اخلاق هنجاری در توانمندسـازی رهبری پیچیدگی در سـازمان اجتماعی به‌منظور جذب نوسـانات داخلی و خارجی و توسعهٔ وضعیت‌های محیطی پایدار است.

سـیمور و همکـاران[1] (۲۰۱۰) در تحلیل درک نقش مقادیر اختصـاص یافته در مدیریت منابع طبیعی دریافتند که درک ارزش‌های جامعه می‌تواند ارتباطات و مالکیت تصـمیمات در مورد مدیریت منابع طبیعی را بهبود بخشـد. درک

1 Seymour et al

ارزش‌های اختصاص یافته جامعه به تصمیم‌گیری توسط ارگان‌های منطقه‌ای مدیریت منابع طبیعی کمک می‌کند؛ زیرا آن‌ها به سمت رویکرد هدفمندتری در سرمایه‌گذاری وجوه عمومی حرکت می‌کنند که بیشترین ارزش را برای دارایی‌های زیست‌محیطی دارند. برکز[1](۲۰۱۰) تغییر دیدگاه‌ها در مدیریت منابع: انعطاف‌پذیری و تصور مجدد از منابع طبیعی و مدیریت را مورد ارزیابی قرار دادند، لذا متذکر شدند انعطاف‌پذیری یک موضوع تکرار شونده در بحث تغییر دیدگاه در مدیریت منابع است. فابینی و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای هدف از پیچیدگی اجتماعی، مردم‌نگاری و مدیریت منابع ساحلی در فیلیپین ایجاد نوعی "مشارکت تولیدی" است، جایی که دیدگاه مردم‌نگاری کمک‌های مفیدی را ارائه می‌دهد که می‌تواند برخی از پیچیدگی‌های اجتماعی موجود در هر جامعه ساحلی را باز کند. شلتر و همکاران[2](۲۰۱۲) در بررسی موضوع افق‌های جدید برای مدیریت محیط‌زیست: مروری بر مدل‌سازی سیستم‌های اجتماعی- بومی متوجه شدند که پتانسیل قابل‌توجهی از مدل‌های SES برای پرداختن به موضوعاتی که برای مدیریت روابط پیچیده انسان و محیط‌زیست بسیار مهم هستند، ازجمله: پیامدهای ساختار زیست‌محیطی و اجتماعی برای مدیریت منابع، عدم اطمینان از پرداختن به روش‌ها و سیستم‌ها طبیعی و اجتماعی، نقش فرایندهای هم تکوینی در پویایی SES و پیامدهای تصمیم‌گیری انسان در مقیاس کوچک برای مدیریت و حفظ منابع پایدار. توماس و کونتز[3](۲۰۱۱) در تحلیل طرح‌های تحقیقاتی برای ارزیابی تأثیر مدیریت جامعه‌محور در حفاظت از منابع طبیعی به این مهم رسیدند که مدیریت مبتنی بر جامعه به‌طور فزاینده‌ای جایگزین برنامه‌ریزی و تنظیم متمرکز به‌عنوان ابزاری جایگزین برای حفظ منابع طبیعی شده است. پرتی[4](۲۰۱۱) پیشرفت میان‌رشته‌ای در رویکردهای پرداختن به سیستم‌های اجتماعی - بوم‌شناختی و بوم‌گردی را مورد توجه قرار داده که بیان نمودند تغییر شدید بشریت در محیط‌زیست منجر به کاهش چشمگیر سرمایه‌های طبیعی و فرهنگی در سراسر جهان شده است. از طرفی هنوز هم دوگانه گرایی‌های کاذب (به‌عنوان‌مثال دانش محلی در برابر علم) وجود دارد که تمایل دارند بر برتری یکی بر دیگری تأکید کنند. فرهنگ‌های بومی ارتباط خود را با محیط حفظ کرده یا تلاش می‌کنند تا از این طریق مقاومت خود را بهبود بخشند. پروژه‌های تجدید حیات روش‌هایی را برای اتصال دانش و عمل برای تولید نتایج بهینه برای طبیعت و فرهنگ ارائه می‌دهند، که نشان می‌دهد با تأکید بر ترکیب سیستم‌های دانش محلی و سنتی می‌توان سیستم‌ها را دوباره طراحی کرد. آرمیتاژ و همکاران[5](۲۰۱۲) در نقش متقابل بهزیستی و تاب‌آوری در به‌کارگیری دیدگاه اجتماعی - بوم‌شناختی متوجه شدند که برای مقابله با پیچیدگی و تغییر در سیستم‌های بوم‌شناختی انسانی، به ترکیب ابتکاری نظریه اجتماعی و اکولوژیکی نیاز است. جکسون و همکاران[6](۲۰۱۲) در مطالعه اکتشافی با عنوان سازگاری اجتماعی

1 Berkes
2 Schluter et al
3 Thomas & Koontz
4 Pretty
5 Armitage et al
6 Jackson et al

– اکولوژیکی و منطقه‌ای از مدیریت تنوع زراعی دریافتند که شاخص‌های سیستم‌های دانش باید در نظارت بر تنوع زیستی و خدمات اکوسیستم تأکید بیشتری داشته باشند، و موجودی دارایی‌ها در سطح چشم‌انداز می‌تواند مدیریت تطبیقی مداخلات مبتنی بر تنوع زراعی را آگاه سازد. بودین و تنگو[1](۲۰۱۲) در از هم گسیختگی سیستم‌های اجتماعی – زیست‌محیطی ناملموس چالش‌های معاصر زیست‌محیطی، خواستار رویکردهای تحقیقاتی جدیدی است که هنگام مطالعه محیط طبیعی، بعد انسانی را نیز شامل می‌شود. گیمنز و فیلات‌استاک[2](۲۰۱۲) در مروری بر دانش زیست‌محیطی دامداران پیرنه‌ای؟ مستندات و کاربردها برای مدیریت و تطبیق منابع طبیعی دریافتند که دانش سنتی زیست‌محیطی (TEK) می‌تواند به مدیریت پایدار کمک کند و با اطلاع از نظارت بر چراگاه، سازگاری را تسهیل کند. ریرز و همکاران[3](۲۰۱۳) در مطالعه‌ای با عنوان اندازه‌گیری خدمات اکوسیستم: یک رویکرد اجتماعی – زیست‌محیطی به این نتیجه رسیدند که تعامل نزدیک‌تر با مطالعات SES درک ما را از عوامل اجتماعی و زیست‌محیطی مرتبط با خدمات اکوسیستم و HWB پیش می‌برد و درک دقیق‌تر و جامع‌تری از تعاملات انسان و طبیعت در محیط‌های تحت سلطه انسان فراهم می‌کند. سیلییرو همکاران[4] (۲۰۱۳) در بررسی پیچیدگی، مدل‌سازی و مدیریت منابع طبیعی دریافتند که چون هرگز نمی‌توانیم به هیچ سیستم پیچیده‌ای دسترسی جامع داشته باشیم، باید هم از آنچه در هنگام مدل‌سازی کنار می‌گذاریم و هم از پیامدهای انتخاب چارچوب مدل‌سازی خود آگاه باشیم. وستلی و همکاران[5](۲۰۱۳) نظریه آژانس تحول‌آفرین در سیستم‌های اجتماعی – بوم‌شناختی پیوند یافته را تحلیل نمودند و پیشنهاد کردند که نمایندگی در تحول اجتماعی– بوم‌شناختی باید با متن تکامل یافته سیستم مورد نظر هماهنگ عمل کند. ادریسوو همکاران[6](۲۰۱۳) اعتماد و درگیری پنهان در مدیریت مشارکتی منابع طبیعی: مورد پارک ملی پندجاری در بنین را موردمطالعه قرار دادند. یافته‌ها نشان داد که اعتماد مبتنی بر حساب در ابتدای فرآیند ایجاد شده و امکان ایجاد یک رابطه بهتر و همکاری بین جهت پارک و جوامع محلی و افزایش بعدی حیات‌وحش در پارک را فراهم می‌کند. گرمستانی و هارم‌بنسون[7](۲۰۱۳) در پژوهشی تحت عنوان چارچوبی برای حاکمیت مبتنی بر تاب‌آوری در سیستم‌های اجتماعی – بوم‌شناختی دریافتند که پیچیدگی یک روش ابتکاری برای توصیف پویایی مقیاس متقابل سیستم‌های اکولوژیکی اجتماعی و چارچوبی برای چگونگی رفتار نهادهای حاکمیتی برای سازگاری با اکوسیستم‌هایی که مدیریت می‌کنند، فراهم می‌کند. لذا ما اصلاح قانونی گسترده را پیشنهاد می‌دهیم. نیکویست و فون‌هلند[8](۲۰۱٤) حافظه اکولوژیکی – اجتماعی به‌عنوان منبع تاب‌آوری عمومی و مشخص را موردمطالعه قرار دادند

1 Bodin & Tengo
2 Giménez & Fillat Estaque
3 Reyers et al
4 Cilliers et al
5 Westley et al
6 Idrissou et al
7 Garmestani & Benson
8 Nykvist & von Heland

که معلوم نمودند برای تغییر پویایی مسیرهای توسعه که نتایج مطلوبی ایجاد نمی‌کنند، لازم است مدیران از حالت خاص به حالت عمومی تغییر پیدا کنند. فابینی و همکاران[1](۲۰۱٤) سیستم‌های اکولوژیکی اجتماعی، تنوع اجتماعی و قدرت: بینش‌هایی از انسان‌شناسی و بوم‌شناسی سیاسی را مورد ارزیابی قرار داده‌اند که دریافتند تمرکز صریح‌تر بر دیدگاه‌های مختلف، درگیری، جدال، پویایی قدرت خرد (درون جامعه و درون خانگی) و پویایی سیستم‌های ماکروسیستم (سیستم‌های سیاسی و اقتصادی غالب) می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی سهم مقاومت علم را در چالش‌های مهم جامعه با ابعاد زیست‌محیطی تغییر دهد. فاوست و همکاران[2](۲۰۱٤) در واکاوی پژوهشی با موضوع تکامل قوانین تصمیم‌گیری در محیط‌های پیچیده، دریافتند که بینش حاصل از مطالعات تکاملی می‌تواند با در نظر گرفتن چگونگی سازگاری ارگانیسم‌ها با محیط‌های غنی‌تر، سهم مهمی در این مسئله داشته باشد. لینهارد و همکاران[3](۲۰۱۵) در موضوعی با عنوان چالش‌ها، بینش‌ها و دیدگاه‌های مرتبط با استفاده از علوم اجتماعی – زیست‌محیطی برای حفاظت از دریا به این نتیجه رسیدند که برای مفیدترین تحقیقات SES در افزودن ارزش عملی به برنامه‌ریزی حفاظت، فرایندهای برنامه‌ریزی مدیریت منابع دریایی و پیاده‌سازی و ادغام تفکر انعطاف‌پذیری در استراتژی‌های سازگاری، تحقیقات بیشتری در مورد (۱) درک مناظر و محیط‌های زیست‌محیطی اجتماعی مورد نیاز (۲) هزینه‌های تبدیل (مالی، اجتماعی، زیست‌محیطی) به یک سیستم اجتماعی و زیست‌محیطی مقاوم در برابر ثبات، (۳) غلبه بر چالش‌های جمع‌آوری داده‌های مبتنی بر مکان و همچنین چالش‌های مدل‌سازی احتیاج است. استرن و بایرد[4](۲۰۱۵) اعتماد به بوم‌شناسی و انعطاف‌پذیری نهادهای مدیریت منابع طبیعی را مورد واکاوی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که انعطاف‌پذیری مؤسسات مدیریت منابع طبیعی عمدتاً منوط به ظرفیت افراد و سازمان‌های موجود در آن مؤسسات برای یادگیری، نوآوری و سازگاری، چه به صورت فردی و چه به صورت جمعی است. لی و کراسنی[5](۲۰۱۵) نقش یادگیری اجتماعی برای سیستم‌های زیست‌محیطی اجتماعی در ترمیم نخلستان‌های روستاهای کره، دریافتند که یادگیری اجتماعی به‌عنوان ابزاری برای پرورش سازگاری با شرایط متغیر، و به‌طور گسترده‌تر، تاب‌آوری سیستم‌های اجتماعی – زیست‌شناختی شناخته شده است. ریرز و همکاران[6](۲۰۱۵) پیمایش پیچیدگی از طریق تولید همکاری دانش: وارد کردن خدمات اکوسیستم به سمت کاهش خطر بلایا دریافتند که روش‌های تولید مشارکتی و تبادل دانش راهی برای پیمایش این پیچیدگی همراه با ذینفعان و مدیران خدمات اکوسیستم ارائه می‌دهند. جورج و همکاران[7](۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با عنوان مدیریت منابع طبیعی: یک مرور کلی و دستور کار تحقیق منابع طبیعی پایه و

1 Fabinyi et al
2 Fawcett et al
3 Leenhardt et al
4 Stern & Baird
5 Lee & Krasny
6 Reyers et al
7 George et al

اســـاس فعالیت‌های انســـانی، دریافتند که افراد و ســـازمان‌ها مقدار زیادی از منابع طبیعی را به‌عنوان یک امر روزمره مصـرف می‌کنند بدون اینکه شـناخت کافی از ادامه دسـترسی آن‌ها در آینده داشته باشند. دانوهو و همکاران[1](۲۰۱٦) با ارزیـابی موضـــوعی تحـت نـام پیمـایش در پیچیدگی ثبات زیســـت‌محیطی، دریافتند که نظریه‌پردازان، تجربه‌گرایان، سـیاسـت‌گذاران و دسـت‌اندرکاران هر یک باید پیچیدگی چند بعدی پاسخ‌های طبیعی به تغییر محیط را در تحقیقات، سـیاسـت‌ها و اقدامات خود بگنجانند. اوجا و همکاران[2](۲۰۱٦) محلی‌سـازی جوامع: تغییر اشکال مشارکت جامعه در اداره منابع طبیعی در هر دو جهان درحال‌توسـعه و توسـعه‌یافته، دریافتند که شـبکه‌هایی با مقیاس متعددی وجود دارد که باید شـــناخته شـــوند، زیرا اینها پیامدهای عمیقی در مدیریت منابع طبیعی جامعه دارند. بورگوین و مرنز[3](۲۰۱۷) در تحلیل موضـــوع مدیریت روابط ذینفعان، منابع طبیعی و جهانگردی: یک مطالعه موردی از اولوســـوکوان، دریافتند که این جامعه در مدیریت تعدادی از کاربری‌های متضـاد زمین و آرزوهای جامعه با مشـکل روبرو اسـت. تقسـیم سـود به‌عنوان روشـی مؤثر در بهبود معاملات منفی ذینفعان شـناخته شـد و مشـخص شـد که مشارکت فعال در امرار معاش جـامعـه به‌مراتب بیشـــتر از اشـــتراک در پول اســـت. هررو و همکاران[4] (۲۰۱۸) در تحقیقی با عنوان وقتی در مورد سـیسـتم‌های اجتماعی- بوم‌شـناختی صـحبت می‌کنیم ، درباره چه چیزی صـحبت می‌کنیم؟ نشان دادند که SES یک مفهوم گسـترده‌ای اسـت که در مطالعه رابط بین سـیسـتم‌های اجتماعی و زیسـت‌محیطی مورد استناد قرار می‌گیرد. از طرفی مـا SES را بـه‌عنوان مفهومی که هنوز در ســـاخت اســـت در نظر می‌گیریم تا چارچوبی لازم برای ادغام علوم اجتماعی و زیسـت‌محیطی ایجاد کنیم. ویراپونگسـه و همکاران[5] (۲۰۱۹) در بررسی رویکرد سیستم‌های زیست‌محیطی اجتماعی برای مدیریت محیط‌زیسـت به این نتیجه رسـیدند که ما بر اهمیت اسـتفاده از تفکر سـیسـتمی، رویکردهای فوق رشـته‌ای و علم تاب‌آوری برای کمک به حل چالش‌های فعلی در مدیریت محیط‌زیسـت تأکید می‌کنیم. روکنن و تمز[6](۲۰۱۹) رویکردهای مدیریت اسـتراتژیک محیط‌زیسـت که توسط شرکت‌های معدنی در فنلاند استفاده می‌شود را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج ایشـان نشـان داد که ملاحظات زیسـت‌محیطی و اجتماعی عناصـر اسـاسـی در تعهدات شرکت‌ها هستند و استراتژی تجاری آن‌ها را تقویت می‌کنند.

مدیریت سـیسـتم‌های اجتماعی و اکولوژیکی یک مفهوم گسـترده‌ای اسـت که در مطالعه رابط بین سـیسـتم‌های اجتماعی و زیسـت‌محیطی مورد اسـتناد قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که امروزه رویکردهای میان‌رشـته‌ای و فرارشـته‌ای برای کمـک بـه بحران‌هـای فعلی در مدیریت منابع بر تفکر ســـیســـتمی تأکید می‌کنند. این امر موجب شـــده ملاحظات زیسـت‌محیطی و اجتماعی به عناصـر اسـاسـی در تعهدات مؤسسات مبدل شود. از طرفی نظریه‌پردازان، تجربه‌گرایان،

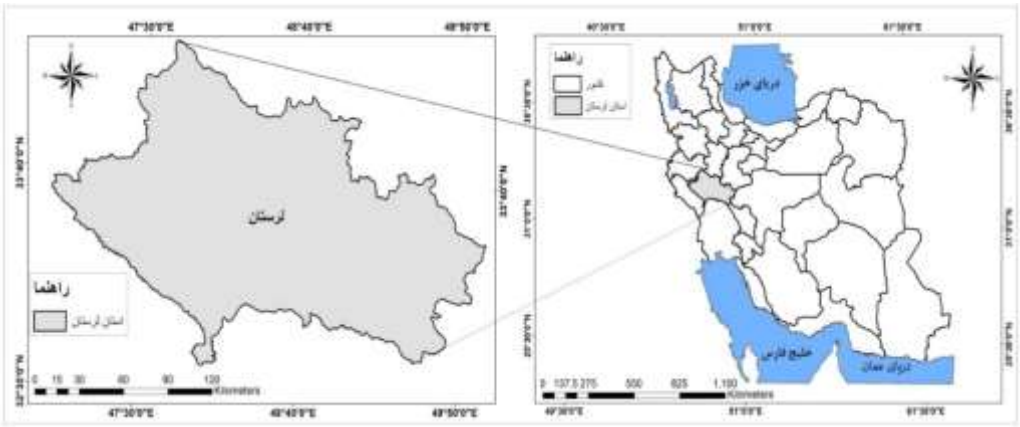
1 Danuho et al
2 Ojha et al
3 Burgoyne & Mearns
4 Herrero et al
5 Virapongse et al
6 Ruokonen & Temmes

سیاست‌گذاران و دست‌اندرکاران هر یک باید پیچیدگی چند بعدی پاسخ‌های طبیعی به تغییر محیط را در تحقیقات، سیاست‌ها و اقدامات خود بگنجانند. درک مناظر و شرایط زیست‌محیطی و اجتماعی، غلبه بر چالش‌ها، انعطاف‌پذیری نهادهای مدیریت منابع طبیعی، مقابله با پیچیدگی و تغییر در سیستم‌های بوم‌شناختی انسانی، به ترکیب ابتکاری نظریه اجتماعی و اکولوژیکی نیاز است. از طرفی هنوز هم دوگانه گرایی‌های کاذب وجود دارد که تمایل دارند بر برتری یکی بر دیگری تأکید کنند. لذا پرورش مدل‌های متنوع، انعطاف‌پذیر و شبکه‌ای از مشارکت جامعه، همراه با شناخت نفوذ سیاسی و اقتصادی، رویکردهای باز و اکتشافی لازم است. همچنین نیاز است مدیران از حالت خاص به حالت عمومی تغییر پیدا کنند. سیستم‌های اجتماعی و اکوسیستم‌ها به صورت همزمان و در حال تکامل باشد. بر این اساس یک نقطه برتری هرگز کافی نیست، زیرا پیچیدگی لزوماً بیانگر آن است که برای درگیری مناسب سیستم، مفهوم‌پردازی‌های متعدد لازم است. حال با توجه به مطالب پیش گفت: پژوهش حاضر بر خلاف تحقیقات گذشته و به شیوه اکتشافی، با تعیین تعدادی گزاره‌ای منبعث از پیشینه مطالعه، به شناسایی عوامل مؤثر بر مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی اجتماعی در حفظ منابع طبیعی پرداخته.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- قلمرو جغرافیایی تحقیق

استان لرستان از استان‌های غربی ایران است. این استان ۲۹۳۰۸ کیلومترمربع مساحت و بیش از یک‌میلیون و ۷۶۰ هزار نفر جمعیت دارد. موقعیت آن بین ٤٦ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه ۳ دقیقه طول شرقی و۳۲ دقیقه و۳٤ درجه و۲۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. از شمال به استان‌های مرکزی و همدان در غرب به استان‌های کرمانشاه و ایلام، از جنوب به استان خوزستان و از شرق به اصفهان محدود می‌شود. دارای جمعیت روستایی به تعداد ٦۲۳۸۹٦ نفر، معادل ۳۵/٤٤ درصد جمعیت استان است (نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۹۵).



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی محدوده موردمطالعه (سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱٤۰۰)

۲-۲- تنگناها، محدودیت‌ها و مشکلات مدیریتی حفظ منابع طبیعی استان لرستان

استان لرستان علی‌رغم پتانسیل غنی منابع طبیعی، همواره تحت تأثیر عوامل محیطی و فعالیت انسانی قرار دارد. براساس بررسی‌ها، مشاهدات میدانی و همچنین مطالعه تحقیقات مختلف، تخریب پوشش گیاهی و گونه‌های جنگلی، ورود زودهنگام و افزایش ظرفیت چرای دام در مراتع، اقدامات ناکافی بیولوژیکی و مکانیکی آبخیزداری، جاده‌سازی و عبور خطوط لوله، تغییر کاربری اراضی و بهره‌برداری نامناسب از منابع آبی سطحی و زیرزمینی و... ازجمله عوامل محیطی و انسانی تأثیرگذار در بحران‌های منابع طبیعی استان لرستان محسوب می‌شوند. از طرفی مردمان ساکن روستاهای لرستان از گذشته تا حال نیازهای معیشتی خود را با استفاده از این منابع برطرف کرده‌اند. لذا وابستگی شدیدی به عرصه‌های منابع طبیعی دارند؛ بنابراین در اثر بهره‌برداری بی‌رویه باعث تخریب هر چه بیشتر این منابع شده‌اند، به‌عنوان‌مثال زوال درختان بلوط، که به یک بحران جدی در سطح روستاهای این استان تبدیل شده است. از سویی مشکلات مدیریتی حفظ منابع طبیعی در این استان مزید بر علت شده که می‌توان آن‌ها را به شرح ذیل برشمرد:

نبود نیروی حفاظتی کافی، ناکارآمدی برخی از قوانین و مقررات موجود و نظارت ضعیف بر اجرای قوانین حفاظت از منابع طبیعی و پایه، خارج شدن سطح قابل‌توجهی از عرصه‌های منابع طبیعی از مالکیت دولت، ناکارآمدی مدیریت مصرف آب، کم‌توجهی دستگاه‌های اجرایی فرابخشی به امور مرتبط با ساماندهی و اسکان جامعه عشایری، توسعه‌نیافتگی روستاها و جوامع عشایری و فقدان عوامل نگهداشت جمعیت، بهره‌برداری غیراصولی از منابع طبیعی، مدیریت نکردن زوال جنگل‌ها، کمبود اعتبارات دولتی، بهره‌برداری بی‌رویه، حفاظت ناکافی و تخریب جنگل‌ها و مراتع، عدم تأمین معیشت اقتصادی روستاییان، حریق، احداث کانال، عبور لوله‌ها، مخابرات، برق، احداث جاده و بزرگراه‌ها، فزونی تعداد دام‌ها بر ظرفیت مراتع، و فرسایش شدید خاک در حوزه‌های آبخیز (اداره منابع طبیعی استان لرستان، ۱۳۹۹ و سازمان برنامه و بودجه استان لرستان، اسناد بخشی برنامه ششم توسعه استان لرستان، ۱۳۹۵). با توجه به مشکلات پیش‌آورده مشخص است که، مدیریت منابع طبیعی استان لرستان با چالش اساسی و پیچیدگی خاص خود روبه‌رو است. از جهتی این استان دارای ۲۸۸۳ روستا می‌باشد، که به‌طور وسیعی در مجاورت با منابع طبیعی قرار دارند. لذا این روند نیازمند بررسی مقوله مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی این استان است.

۲-۳- روش تحقیق

این تحقیق از نظر هدف یک تحقیق توصیفی-تحلیلی و از نظر جمع‌آوری اطلاعات یک تحقیق اکتشافی بوده، و در چارچوب مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی قرار دارد. از طرفی به‌منظور تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از ابزار دیماتل استفاده شده. لذا با مراجعه به مطلعین مسائل منابع طبیعی و دانشگاهی و نظرسنجی از آن‌ها، به سنجش موضوع موردبررسی پرداخته شد.

روش دیماتل اولین بار توسط دو پژوهشگر به نام‌های فونتلا و گابوس در سال ۱۹۷۶ ارائه شد. این تکنیک بر اساس مقایسه‌های زوجی و از ابزارهای تصمیم‌گیری بر مبنای تئوری گراف است. این روش ممکن است تأییدکنندهٔ روابط میان متغیرها یا محدود کنندهٔ روابط در یک روند توسعه‌ای و نظام‌مند متقابل بین معیارها، میزان تأثیر و اهمیت آن‌ها را به صورت امتیاز عددی مشخص می‌کند. مهم‌ترین شاخصهٔ روش دیماتل، تصمیم‌گیری چند معیاره و عملکرد آن در ایجاد روابط و ساختار بین عوامل است. این تکنیک علاوه بر تبدیل روابط علت و معلولی به یک مدل ساختاری-بصری، قادر است وابستگی‌های درونی بین عوامل را نیز شناسایی و آن‌ها را قابل‌فهم کند(نقوی و همکاران، ۱۳۹۷؛ یادگار و همکاران، ۱۳۹۵). در ساختار دیماتل، هر یک از عوامل/ زیر فاکتورها ممکن است از سایر فاکتورهای سطح بالاتر یا پایین به دست آید. یکی از برتری‌های این روش استفاده از برنامه بازخورد به جای روش تصمیم‌گیری دیگران است. وابستگی متقابل میان جنبه‌های غیرقابل‌پیش‌بینی از طریق نقشه روابط متقابل را می‌توان از طریق این روش تجسم کرد. گروه تأثیر را می‌توان با بهبود گروه علت به‌راحتی بهبود بخشید؛ زیرا گروه تأثیرپذیری تحت تأثیر سایر ویژگی‌های گروه علت است. این روش به مدیران کمک می‌کند تا با توجه به معیارهای گروه اثر، عملکرد بالایی داشته باشند (کاوشیک، سومویر[1]، ۲۰۱۵). بنابر مطالب گفته شده می‌توان مراحل این روش را به صورت زیر برشمرد:

مرحله ۱: جمع‌آوری نظریات پاسخگویان و محاسبه میانگین ماتریس Z

$$z_{ij} = \frac{1}{m}\sum_{i-1}^{m} x_{ij}^{k}$$

مرحله۲: محاسبه اولیه و نرمالیته کردن ماتریس D

$$D = \lambda^{*} \mathrm{z}$$

$$[d_{ij}]nxn = \lambda\,[z_{ij}]\,nxn$$

$$\lambda = \min \frac{1}{max1\ \le i\ \le n\ \sum_{j}^{n} = 1[zij]}\ ,\ \frac{1}{max1\ \le i\ \le n\ \sum_{j}^{n} = 1[zij]}$$

$$lim_{m}\ \to^{\infty}\ D^{m}\ = \{0\}\,nxn$$

مرحله۳: استخراج ماتریس رابطهٔ کل T

$$T = lim_{m}\ \to^{\infty}\ (D + \ D^{2} + \ D^{m})$$

$$= \sum_{m}^{\infty} 1D^{i}$$

$$\sum_{m}^{\infty} = D^{1} + \ D^{2} + \cdots D^{n}$$

$$T \begin{array}{l} = D\ (I + \ D^{1}\, D^{2} + \cdots + \ D^{m-1}\ ) \\ = D\ (I - D)^{-1}\ (I - D)(I + \ D^{1} + \ D^{2} + \cdots D^{m-1}) \\ = \ D\ (I - D)^{-1}\ (I - D^{m}) \\ = D\ \ (I - D)^{-1} \end{array}$$

1 Kaushik & Somvir

مرحلهٔ٤: محاسبه مجموع از سطر و ستون از ماتریس T

$$r = [r_i]\, nx1 = \left(\sum i^n = 1 T_{ij}\right) nx1,$$
$$C = [c_{ij}]\, 1xn = \left(\sum i^n = 1\, T_{ij}\right)' 1xn,$$

مرحلهٔ٥: تنظیم مقدار آستانه (α)

$$\propto = \frac{\sum i^n = 1 \sum i^n = 1\{tij\}}{N}$$

مرحلهٔ٦: ساخت یک نمودار رابطهٔ علت و معلول (دچارت، پونگپون[1]، ۲۰۱۳).

٤-۲- گزاره‌ها

ازآنجاکه بیشتر محققان در اکثر مطالعات برای سنجش و ارزیابی مسأله موردپژوهش از یک سری شاخص‌های تعریف شده استفاده می‌کنند، در این تحقیق به شیوه تعیین گزاره به بررسی موضوع پرداخته شده. برای این کار ابزار جمع‌آوری داده‌ها در بخش کیفی این پژوهش، بررسی ادبیات و تحقیقات مرتبط بوده است؛ بنابراین از میان نتایج ٤٠ پژوهش (داخلی و خارجی) بیان شده در این مطالعه به ۲۰ گزاره کلی دست یافته‌ایم.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- یافته‌های توصیفی

در این قسمت به معرفی جامعه و عوامل موردسنجش پرداخته شده است. جامعه مورد پرسش شامل اساتید، دانش‌آموختگان دانشگاهی، دانشجویان و کارشناسان منابع طبیعی بوده‌اند. از طرفی به دلیل روش بکاربرده شده در این پژوهش و طرح موضوع در چارچوب مسائل مدیریتی، پرسشنامه به صورت پنل خبرگان مد نظر بوده است؛ بنابراین نمونه به تعداد گزاره‌های مورد ارزیابی، در نظر گرفته شده است. در این بین ۲ نفر (مرد) از مجموعه موردمطالعه اساتید دانشگاه، ٦ نفر (٤مرد و ۲زن) دانش‌آموخته مقطع دکتری، ٥ نفر (۳مرد و۲زن) دانشجویان دکتری رشته برنامه‌ریزی روستایی و ۷ نفر (٦مرد و۱زن) کارشناسان منابع طبیعی بوده‌اند. از سویی عوامل موردسنجش، به شیوه انتخاب گزاره‌ها، از مجموع بررسی‌های به عمل آمده در چارچوب نتایج و راهکارهای مطالعات نشریات علمی_پژوهشی دهه‌های اخیر (داخلی: ۹۰-۹۹ و خارجی: ۲۰۱۰-۲۰۱۹)، به‌ویژه در حوزه‌های علوم اجتماعی، محیط‌زیست، مدیریت منابع طبیعی و پیچیدگی که با موضوع مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی و بعضاً حفظ منابع طبیعی در ارتباط هستند، انتخاب گردیدند. براین اساس، پس از مطالعهٔ پژوهش‌های یاد شده، در کل، ۲۰ مقوله یا گزاره با عناوین راهکار و راه‌حل، و پیشنهاد پژوهش شناسایی و استخراج گردید. پس از بازبینی و ویرایش، مجموع این گزاره‌ها در ٤ گروه با توجه به نظر کارشناسان و احتمال تأثیر بیشتر آن‌ها بر حل مسئله مطرح شده، یا

1 Detcharat & Pongpun

به‌نوعی با توجه به روایی نشـــان داده شـــده دســـته‌بندی گردیدند. لذا گزاره‌های انتخاب شـــده به شـــرح جدول ذیل می‌باشند:

جدول ۱- گروه‌بندی گزاره‌های انتخاب شده در فرایند مطالعات مرتبط با مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی (مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰)

	گزاره
گروه یک	عدم شناخت قدرت‌های اجتماعی و تحلیل شبکه ابزاری کارآمد (لاریجانی و همکاران،۱۳۹۲، قربانی و همکاران، ۱۳۹۱)
	فقدان تمرکز صریح‌تر بر دیدگاه‌های مختلف (فابینی و همکاران، ۲۰۱٤)
	دوگانه گرایی‌های کاذب در چارچوب دانش محلی، سنتی و مدرن (پرتی، ۲۰۱۱)
	فقدان درک ارزش‌های جامعه بر اساس نظریه ارزش- باور- هنجار (سیمور و همکاران، ۲۰۱۰)
	فقدان عقلانیت عملی و اخلاق هنجاری در توانمندسازی مدیریت پیچیدگی (وفایی و همکاران، ۱۳۹۹)
گروه دو	عدم توسعه و مدیریت منابع انسانی استراتژیک (رونکن و تمز، ۲۰۱۹)
	عدم حرکت تدریجی به سمت تحقیقات میان‌رشته‌ای
	عدم انعطاف‌پذیری و سازگاری مدیریت با اکوسیستم‌ها و منابع طبیعی
	فقدان تغییر ساختار مدیریت از حالت خاص به حالت عمومی (نیکویست و فون‌هلند، ۲۰۱٤)
	رویکردهای متفاوت و عدم انسجام اقدامات (طهوری و پروین، ۱۳۹۵)
گروه سه	فقدان بینش حاصل از مطالعات تکاملی (فاوست و همکاران، ۲۰۱٤)
	عدم ارتقاء ظرفیت سازگاری افراد به تغییرات زیست‌محیطی مؤثر (رحمانی آزاد و قربانی، ۱۳۹۵)
	درک و ملاحظات زیست‌محیطی و اجتماعی بر مبنای تنوع زیستی (جکسون و همکاران، ۲۰۱۲)
	عدم غربالگری در ارزیابی اثرات منابع محیطی (عنابستانی و نادری، ۱۳۹۷)
	چالش‌های جمع‌آوری داده‌ها و کمبود شواهد تجربی (لینهارد و همکاران، ۲۰۱۵)
گروه چهار	فقدان نگرشی سیستمی و جامع‌نگر (کرمی و کشاورز، ۱۳۹٤)
	مشخص نبودن بحث منابع محیطی در آمایش سرزمین و جایگاه قانونی آن (عنابستانی و نادری، ۱۳۹۷)
	موانع نهادی در مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی
	فقدان نظام یکپارچه بهره‌برداری از منابع طبیعی و مهار عوامل ناپایدار (همان، ۱۳۹۷)
	فقدان مشارکت فعال و تعامل مدیریت

همان‌طور که در جدول فوق مشـاهده می‌شـود، گزاره‌های مشـخص شـده از نتایج پیشـینه مطالعه حاضر استخراج شـده، سـپس جهت تسـریع در روند ادامه کار به صـورتی که در توضـیح بالای جدول بیان شـد به چهار گروه اصلی تقسـیم شـدند. در ادامه می‌توان گفت که به دلیل شـرایط اکولوژیکی و اجتماعی حاکم بر منطقه، مردم جهت برآوردن ابتدایی‌ترین نیازهای زندگی خود در مقابله با تنگناها به شـیوه‌ها مختلف از طبیعت سـرزمین خود اسـتفاده بیش از توان

را به عمل می‌آورند؛ بنابراین مدیریت منابع طبیعی با بحران اساسی روبه‌رو است. از طرفی رویکرد مدیریت پیچیدگی تفکری فراتر از مدیریت سنتی داشته، مبنی بر اینکه انسان جزئی از شرایط اکولوژیکی و اجتماعی است. درحالی‌که وضعیت موجود مدیریت منابع طبیعی در حوزه زیسته روستائیان استان لرستان از نگاه مردمی و سازمانی چنین روندی را نشان نمی‌دهد. بدین معنی که خود را جدا از بحران‌های به وجود آمده می‌داند و برای از بین بردن چالش‌های موجود بی‌تفاوت است. درصورتی‌که هم مسئولین وهم مردم باید خود را متعلق به معضلات ایجاد شده دانسته، و در جهت مرتفع نمودن آن‌ها تلاش نمایند. لذا جهت بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی منابع طبیعی روستاها گزاره‌هایی (خارجی و داخلی) انتخاب شدند که می‌توانند به موضوع مطرح شده کمک نمایند.

۳-۲- یافته‌های تحلیلی

در این بخش با توجه به معیارهای مشخص شده در فرایند تحقیق، به بررسی عوامل مدیریتی پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی در چارچوب طرح پنل خبرگان پرداخته شد. به‌طوری‌که کارشناسان قادرند با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل بپردازند. بر این اساس ماتریسی تشکیل گردیده، و از کارشناسان مرتبط خواسته شد که در قالب یک طیف ۵ گزینه‌ای که شامل گزینه فاقد تأثیر (۰)، تأثیر کم (۱)، تأثیر متوسط (۲)، تأثیر زیاد (۳) و تأثیر بسیار زیاد (٤) به مقایسه زوجی عوامل تأثیرگذار بر مدیریت منابع طبیعی امتیاز دهند. لذا بعد از جمع نظرات کارشناسان و محاسبه میانگین نظرات آن‌ها، نتایج در جدول ذیل آورده شد:

جدول ۲- ماتریس میانگین امتیازات کارشناسان در ارزیابی عوامل مدیریتی پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی (مآخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰)

عوامل	گروه یک (f_1)	گروه دو (f_2)	گروه سه (f_3)	گروه چهار (f_4)	جمع
گروه یک (f_1)	۰	۰/٦	۰/۸	۰/۳	۱/۷
گروه دو (f_2)	۲/٤	۰	۱/۸	۱/۳	۵/۵
گروه سه (f_3)	۱	۰/۹	۰	۱/۱	۳
گروه چهار (f_4)	۳	۱/۵	۲/٦	۰	۷/۱

ماتریس استاندارد عوامل موردسنجش در مدیریت پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی به‌منظور حفظ منابع طبیعی

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 0.084 & 0.113 & 0.042 \\ 0.338 & 0 & 0.253 & 0.183 \\ 0.141 & 0.127 & 0 & 0.155 \\ 0.422 & 0.211 & 0.366 & 0 \end{bmatrix}$$

ماتریس محاسبه اثرات غیرمستقیم عوامل موردسنجش در مدیریت پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی به‌منظور حفظ منابع طبیعی

$$(I-D)=\begin{bmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\0&0&0&1\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}0&0.084&0.113&0.042\\0.338&0&0.253&0.183\\0.141&0.127&0&0.155\\0.422&0.211&0.366&0\end{bmatrix}$$

$$(I-D)=\begin{bmatrix}1&-0.084&-0.113&-0.042\\-0.338&1&-0.253&-0.183\\-0.141&-0.127&1&-0.155\\-0.422&-0.211&-0.366&1\end{bmatrix}$$

ماتریس محاسبه معکوس عوامل موردسنجش در مدیریت پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی به‌منظور حفظ منابع طبیعی

$$(I-D)^{-1}=\begin{bmatrix}1.119&0.141&0.200&0.104\\0.599&1.177&0.481&0.315\\0.346&0.230&1.185&0.240\\0.725&0.392&0.619&1.198\end{bmatrix}$$

ماتریس محاسبه کل عوامل موردسنجش در مدیریت پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی به‌منظور حفظ منابع طبیعی

$$T=D(I-D)^{-1}=\begin{bmatrix}0&0.084&0.113&0.042\\0.338&0&0.253&0.183\\0.141&0.127&0&0.155\\0.422&0.211&0.366&0\end{bmatrix}*\begin{bmatrix}1.119&0.141&0.200&0.104\\0.599&1.177&0.481&0.315\\0.346&0.230&1.185&0.240\\0.725&0.392&0.619&1.198\end{bmatrix}$$

ماتریس کل عوامل موردسنجش در مدیریت پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی به‌منظور حفظ منابع طبیعی

$$T=\begin{bmatrix}0.119&0.141&0.200&0.104\\0.599&0.177&0.481&0.315\\0.346&0.230&0.185&0.240\\0.725&0.392&0.619&0.198\end{bmatrix}$$

جدول۳- تأثیرات عوامل موردسنجش بر مدیریت پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی (مآخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰)

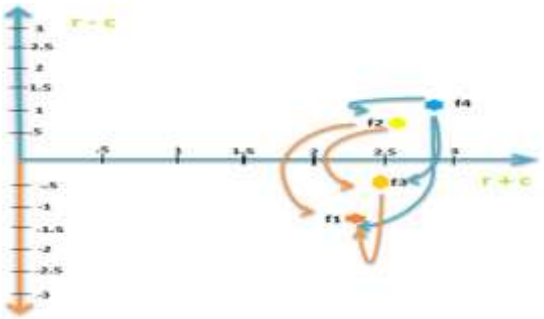
عوامل	گروه یک (f_1)	گروه دو (f_2)	گروه سه (f_3)	گروه چهار (f_4)	R_i	C_j	(R_i+C_j)	(R_i-C_j)
گروه یک (f_1)	۰/۱۱۹	۰/۱٤۱	۰/۲۰۰	۰/۱۰٤	۰/٥٦٤	۱/۷۸۹	۲/۳٥۳	-۱/۲۲٥
گروه دو (f_2)	۰/٥۹۹	۰/۱۷۷	۰/٤۸۱	۰/۳۱٥	۱/٥۷۲	۰/۹٤	۲/٥۱۲	۰/٦۳۲
گروه سه (f_3)	۰/۳٤٦	۰/۲۳۰	۰/۱۸٥	۰/۲٤۰	۱/۰۰۱	۱/٤۸٥	۲/٤۸٦	-۰/٤۸٤
گروه چهار (f_4)	۰/۷۲٥	۰/۳۹۲	۰/٦۱۹	۰/۱۹۸	۱/۹۳٤	۰/۸٥۷	۲/۷۹۱	۱/۰۷۷

با توجه به جدول فوق می‌توان این استنباط را داشت که در بین عوامل مؤثر بر مدیریت پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی در حفظ منابع طبیعی، عوامل فقدان نگرشی سیستمی و جامع‌نگر، مشخص نبودن بحث منابع محیطی در آمایش سرزمین و جایگاه قانونی آن، موانع نهادی در مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی، فقدان نظام یکپارچه بهره‌برداری از منابع طبیعی و مهار عوامل ناپایدار و فقدان مشارکت فعال و تعامل مدیریت در ذیل مجموعه گروه چهار (f4) با ضریب وزنی ۱/۰۷۷ به‌عنوان عوامل تأثیرگذار بر حفظ منابع طبیعی روستاها شناسایی شدند. در درجه دوم عوامل عدم توسعه و مدیریت منابع انسانی استراتژیک، عدم حرکت تدریجی به سمت تحقیقات میان‌رشته‌ای، عدم انعطاف‌پذیری و سازگاری مدیریت با اکوسیستم‌ها و منابع طبیعی، فقدان تغییر ساختار مدیریت از حالت خاص به حالت عمومی و رویکردهای متفاوت و عدم انسجام اقدامات، در چارچوب گروه دو (f2) با ضریب وزنی ۰/۶۳۲ از دیگر عوامل تأثیرگذار در این روند خواهند بود. لیکن عدم شناخت قدرت‌های اجتماعی و تحلیل شبکه ابزاری کارآمد، فقدان تمرکز صریح‌تر بر دیدگاه‌های مختلف، دوگانه گرایی‌های کاذب در چارچوب دانش محلی، سنتی و مدرن، فقدان درک ارزش‌های جامعه بر اساس نظریه ارزش- باور- هنجار و فقدان عقلانیت عملی و اخلاق هنجاری در توانمندسازی مدیریت پیچیدگی در چارچوب گروه یک (f1) با ضریب وزنی ۱/۲۲۵- به‌عنوان تأثیرپذیرترین عوامل در این ساختار شناسایی شدند. در ادامه به‌منظور طراحی روابط علی و معلولی به محاسبه آلفای عوامل می‌پردازیم:

به دست آوردن آلفا (α) یا به عبارتی میانگین محاسبات:

$$\alpha = \frac{5.071}{16} = 0.316$$

عدد ۰/۳۱۶ آلفا نشان از آن است که گزاره‌های گروه چهار نسبت به دیگر گزاره‌ها برتری دارد؛ زیرا اکثر اعداد آن بالاتر از آلفای (α) محاسبه شده است. به صورتی که در جدول شماره ۳ نشان داده شده. براین اساس در ادامه **نمودار رابطهٔ علت و معلولی** مؤثر بر مدیریت پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی را به شکل ذیل می‌توان ترسیم نمود:



شکل۳- گراف روابط علی و معلولی مؤثر بر مدیریت پیچیدگی اکولوژیکی و اجتماعی (مآخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰)

مبنای تصمیم‌گیری بر اساس آستانه محاسبه شده بدین گونه است که عناصر تشکیل دهنده t_{ij} درصورتی‌که بزرگ‌تر از میزان آستانه ارزشی باشند انتخاب و در ترسیم دیاگرام به صورت فلش جهت‌دار میزان رابطه با سایر عوامل را به‌عنوان عامل علی نشان می‌دهند. بدین ترتیب همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده از آنجائی که میزان t_{ij} عامل f_4 بزرگ‌تر از t_{ij} عامل f_2 بر حسب آستانه محاسبه شده می‌باشد. جهت ترسیم فلش از f_4 به سمت f_2 می‌باشد؛ بنابراین عوامل گروه f_4 به‌عنوان تأثیرگذارترین و عوامل گروه f_1 به‌عنوان تأثیرپذیرترین عوامل شناسایی می‌شوند.

٤- جمع‌بندی

ازآنجاکه اثرات مخرب انسانی بر محیط طبیعی به دلیل عدم کنترل، نظارت و مدیریت در حال گسترش است و از سویی مدیریت مسائل محیطی به دلیل تغییر آب‌وهوا و تخریب گسترده زمین و ویژگی‌های پویا و تکاملی آن، پیچیده‌تر شده است، کنترل تغییرات زمانی ناخواسته در سیستم‌های منابع، و مدیریت شرایط تعادل نیازمند به تلفیق علوم طبیعی و اجتماعی است؛ بنابراین پیچیدگی و تعاملات مقطعی در سیستم‌های اجتماعی و اکولوژیکی ملزم به تدوین ساختار مدیریتی است که به همکاری با دیگران وابسته است تا بتواند بازخوردی از اکوسیستم‌های پویا را به‌خوبی شناسایی، تفسیر و پاسخ دهد. بر این اساس یک رویکرد مدیریت محیطی زمانی می‌تواند در حفظ منابع طبیعی به مدیران کمک کند که متغیرهای متعدد و متقابل، سیستم‌های پیچیده را در نظر داشته باشد و با مشارکت ذینفعان متنوع در تصمیم‌گیری‌های مدیریت، اثرات تخریب منابع طبیعی را کاهش دهد. این کار با لحاظ عواملی چون: استفاده از تفکر سیستمی و جامع‌نگر، مشخص کردن بحث منابع و اصلاح نظام بهره‌برداری از منابع طبیعی و مهار عوامل ناپایدار، مرتفع نمودن موانع نهادی در چارچوب مسائل زیست‌محیطی، مشارکت فعال و تعامل مدیریت، توسعه و مدیریت منابع انسانی استراتژیک، حرکت به سمت تحقیقات میان‌رشته‌ای، انعطاف‌پذیری و سازگاری مدیریت با اکوسیستم‌ها و منابع طبیعی، تغییر ساختار مدیریت از حالت خاص به حالت عمومی و رفع رویکردهای متفاوت و عدم انسجام اقدامات، عملی خواهد بود. به صورتی که در یافته‌های به دست آمده از این پژوهش نیز نشان داده شد. لذا در یک جمع‌بندی کلی و بنابر مقدمات آورده شده می‌توان بیان نمود، مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی در راستای حفظ منابع طبیعی به دلیل تأثیر انسان بر اکوسیستم‌های طبیعی دچار اختلال زیادی شده و علوم زیست‌محیطی نیز طی سال‌های اخیر با تغییر الگو روبرو شده‌اند و نیاز است روابط انسان و تکامل آن برای هدایت حفاظت و مدیریت منابع به‌روزرسانی شود. بر این اساس در درجه اول باید این اصل را در نظر گرفت که انسان خود جزئی از این پیچیدگی بوده و ساختار آن را با اعمال خود بر هم زده یا به اعتدال می‌رساند؛ بنابراین بحث پیچیدگی در مدیریت ساخته و پرداخته خود انسان است؛ یعنی خود را بخشی از آن دانسته و میزان شدت و ضعف آن را صرفاً به عوامل دیگر ارتباط ندهد. در گام بعدی می‌بایست ساختارهای فکری، نهادی، علمی، مدیریتی و اجرایی در برخورد

با پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی و بعضاً حفظ منابع طبیعی روستاها را در نظر داشت که به‌نوعی بیمارگونه بوده و قدرت رفع پیچیدگی‌های مدیریتی و نهایتاً حفظ منابع را نخواهند داشت. این امر با لحاظ نتایج به دست آمده در روش دیماتل محقق خواهد بود. سرانجام در پاسخ به سؤال ابتدایی این پژوهش می‌توان بیان داشت: ساختار و نگاه سیستمی، اصلاح نظام بهره‌برداری، رفع مسائل ناپایدار، رفع مشکلات مدیریتی، بهینه‌سازی ساختار مدیریت، کاربرد تحقیقات میان‌رشته‌ای و به‌خصوص انسان متحول، چه در نقش بهره‌بردار و چه مدیر اجرایی پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی بیشترین تأثیر را بر مدیریت پیچیدگی‌های اکولوژیکی و اجتماعی داشته و در حفظ منابع طبیعی روستاهای استان لرستان راهگشا خواهد کرد. در پایان می‌توان گفت که، نتایج این پژوهش با نتایج مطالعاتی چون: کرمی و کشاورزی (۱۳۹٤)، عنابستانی و نادری (۱۳۹۷)، پیونتک (۲۰۲۰)، لاریجانی و همکاران (۱۳۹۲)، قربانی و همکاران (۱۳۹۱)، فابینی و همکاران (۲۰۱٤)، پرتی (۲۰۱۱)، سیمور (۲۰۱۰) و وفایی (۱۳۹۹) همسو بوده است.

کتابنامه

اطهری، زهرا؛ پزشکی‌راد، غلامرضا؛ عباسی، عنایت و علی‌بیگی، امیرحسین؛ ۱۳۹۵. تبیین الگوی مناسب مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز کشور. فصلنامه آمایش جغرافیایی فضا. ٦(۲۰): ۲۰۹-۲۲۵. https://civilica.com/doc/886197/

الوانی، مهدی و دانایی‌فرد، حسین؛ ۱۳۸۱. تئوری نظم در بی‌نظمی و مدیریت. چاپ اول. تهران: انتشارات صفار.

خطیبی، عطیه؛ دانه‌کار، افشین؛ پورابراهیم، شراره و وحید، مجید؛ ۱۳۹٤. معرفی مدل DPSIR و قابلیت کاربرد آن در تصمیم‌گیری‌های محیط‌زیستی. فصلنامه انسان و محیط‌زیست. (۵۳): ٦۵-۷۹.
https://he.srbiau.ac.ir/article_8959_bb9010bc043fcb0825a5baa9669a8cd3.pdf?lang=en

رحمانی‌آزاد، الهام و قربانی، مهدی؛ ۱۳۹۵. یادگیری اجتماعی و تبادل دانش اکولوژیک بومی در مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، مطالعه موردی: منطقه فیروزکوه_ روستای لزور. فصلنامه محیط‌زیست طبیعی. منابع طبیعی ایران. ۹٦(۱): ۱۸۳-۱۹٦. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=302320

سازمان برنامه‌وبودجه استان لرستان؛ ۱۳۹۵. اسناد بخشی برنامه ششم توسعه استان لرستان. خرم‌آباد: سازمان برنامه.

سازمان نقشه‌برداری کشور؛ ۱٤۰۰. لایه رقومی محدوده موردمطالعه. https://www.ncc.gov.ir

طهوری، پریسا و پروین، محمدرضا؛ ۱۳۹۵. حفاظت و بهره‌برداری پایدار از خاک و جایگاه آن در حقوق بین‌الملل محیط‌زیست. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. ۱۸(۲): ۱٤۵-۱٦۱.
https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=274976

عنابستانی، علی‌اکبر و نادری، مریم؛ ۱۳۹۷. بررسی چالش‌های مدیریت منابع محیطی در مناطق روستایی، موردمطالعه: شهرستان بینالود. فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی. (۲۸): ۵۳-۷۰.
DOI: https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.69713.

قربانی، مهدی؛ آذرنیوند، حسین؛ مهرابی، علی‌اکبر؛ باستانی، سوسن؛ جعفری، محمد و نایبی، هوشنگ؛ ۱۳۹۱. تحلیل شبکه‌ای اجتماعی: رویکرد نوین در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی مدیریت مشارکتی منابع طبیعی. نشریه مرتع و آبخیزداری. مجله منابع طبیعی ایران. ٦۵(٤): ۵۵۳-۵٦۸. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=204531

قربانی، مهدی و دهبزرگی، مهرو؛ ۱۳۹۳. تحلیل ذینفعان، قدرت اجتماعی، و تحلیل شبکه در مدیریت مشارکتی منابع طبیعی. نشریه مرتع و آبخیزداری. مجله منابع طبیعی ایران. ٦٧(١): ١٤١-١٥٧. Doi: 10.22059/JRWM.2014.50835

قنبری، مهرداد؛ حیدری‌نژاد، قدرت‌اله و پرندین، کاوه؛ ۱۳۹۵. مدیریت عملکرد، چالش‌های فراروی و تئوری پیچیدگی. فصلنامه حسابداری دولتی سوم. ۲(۱): ۴۹-۵۸. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=357154

کبیری‌هندی، مریم و دانه‌کار، افشین؛ ۱۳۹۰. رویکرد یکپارچه در مدیریت و حفاظت میراث طبیعی و فرهنگی. مجله نامهٔ باستان‌شناسی. ۱(۱):١٤٧-١٥٩.
https://nbsh.basu.ac.ir/article_322_0eee458b1a3402e596ed7047d8a0178f.pdf

کرمی، عزت‌الله و کشاورز، مرضیه؛ ۱۳۹٤. ابعاد انسانی حفاظت از منابع طبیعی، علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران ۱۱(۲): ۱۰۱-۱۲۰. Doi: 20.1001.1.20081758.1394.11.2.7.3.

لاریجانی، مریم؛ قربانی، مهدی و رحمانی‌آزاد، الهام؛ ۱۳۹۲. تحلیل شبکه‌ای ذینفعان محلی کنشگرای کلیدی (قدرت اجتماعی) در مدیریت مشارکتی سرزمین، موردمطالعه: بهره‌برداران مرتع روستای لزور. فصلنامه پژوهش‌های دانش سرزمین. ٤(۱۳): ۳۷-۵۰. Doi: 20.1001.1.20088299.1392.4.1.3.3

لواسانی، احمد؛ قنبری، احمد و اصغری پور محمدرضا؛ ۱۳۹٤. ارزیابی پایداری اکولوژیکی سیستم‌های تولید گلخانه‌ای در منطقه سیستان. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۵(۳): ۳۱-٤۱.
https://www.sid.ir/fA/Journal/ViewPaper.aspx?id=268790

مرکز آمار ایران؛ ۱۳۹۵. نتایج سرشمای عمومی نفوس و مسکن، بخش جمعیت، تهران: مرکز آمار ایران.

میرزایی، معصومه؛ کلاهی، مهدی و فرزام، محمد؛ ۱۳۹۷. مدیریت مشارکتی _ تطبیقی: رویکردی نوین در مدیریت پایدار مراتع. هفتمین همایش ملی مرتع و مرتعداری ایران. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. ۱۸-۱۹ اردیبهشت ۱۳۹۷. https://profdoc.um.ac.ir/paper-abstract-1068758.html

نجاریان، پروانه؛ محمودنیا، علیرضا؛ ضرغامی، سعید و یمنی، محمد؛ ۱۳۹۲. بررسی نظریه پیچیدگی و تبیین اشارات آن در مدیریت سازمان‌های آموزشی. فصلنامه روش‌شناسی علوم انسانی. ۱۹(٧٦): ۱۳۱-۱۵۲.
http://ensani.ir/file/download/article/20140830121943-9897-109.pdf

نقوی، محمدرضا؛ دیوسالار، اسدالله و ریاحی، وحید؛ ۱۳۹۷. سنجش کیفیت زندگی درشهرهای ساحلی با استفاده از مدل DEMATEL در شهر ساحلی نور. فصلنامه جغرافیا و توسعه. (۵۲): ۲۱۱-۲۲٦. doi: 10.22111/gdij.2018.4005.

وفایی، زهرا؛ فیّاضی، مرجان و شاه‌حسینی، محمدعلی؛ ۱۳۹۹. فهم کیفیت تعامل سازه‌های رهبری پیچیدگی و سازمان اجتماعی از دیدگاهی مبتنی بر علوم پیچیده. فصلنامه پژوهش‌های مدیریت عمومی. ۱۳(٤٧): ۳۰۷-۳۳٤.
doi.10.22111/JMR.2020.31955.4819

هادی‌زاده‌مقدم، اکرم؛ نکویی‌زاده، مریم و میرزاده، لیلا؛ ۱۳۸۹. نقش تئوری پیچیدگی در تحول سازمان‌ها. فصلنامه تدبیر. (۲۱٦): ۳۰-۳۵. http://ensani.ir/file/download/article/20110215175420-M%20(13).pdf

Armitage, D., C. Béné, A. T. Charles, D. Johnson, and E. H. Allison., 2012. The interplay of well-being and resilience in applying a social-ecological perspective. Resilience Alliance Inc, Ecology and Society 17(4): 15. https:// www.ecologyandsociety.org/ vol17/iss4/art15/

Berkes, F., 2010. Shifting perspectives on resource management: Resilience and the Reconc-eptualization of 'Natural Resources' and 'Management' MAST 2010, 9(1): 13-40. https://www.marecentre.nl/mast/documents/Mastvol9no1_Berkes

Bodin O and Tengo, M., 2012. Disentangling intangible social–ecological systems, Global Environmental Change (22): 430–439. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.01.005.

Burgoyne, C., and Mearns K., 2017. Managing stakeholder relations, natural resources and tourism: A case study from Ololosokwan, Tanzania, Tourism and Hospitality Research, Vol. 17(1): 68–78. https://doi. org/10.1177/1467358416639088.

Chaffin, B.C and Gunderson, L.H., 2016. Emergence, institutionalization and renewal: Rhythms of adaptive governance in complex social-ecological systems, Journal of Environmental Management, (165): 81-87. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.09.003.

Cilliers, P., H. C. Biggs, S. Blignaut, A. G. Choles, J. S. Hofmeyr, G. P. W. Jewitt, and D. J. Roux., 2013. Complexity, modeling, and natural resource management. Resilience Alliance Inc, Ecology and Society 18(3): 1. https://www.jstor.org/stable/26269371?seq=1

Clarke, S and Wildy, H., 2010. Preparing for pricipalship from the crucible of experience: reflecting on theory, practice and research, Journal of Educational Administration and History, 42(1): 1-16. https://doi.org/10.1080/00220620903462116.

Detcharat S and Pongpun, A., 2013. Using Dematel Method to Analyze the Causal Relations on Technological Innovation Capability Evaluation Factors in Thai Technology- Based Firms. International Transaction Journal of Engineering, Management, Applied Sciences Technologies. https://www.researchgate.net/publication/284487247

Donohue, I., Hillebrand, H., Montoya, J.M., Petchey, O. L., Pimm, S.L., Fowler, M.S., Healy, K., Jackson, A. L., Lurgi, M., McClean, D., O'Connor, N.E., O'Gorman, E. J and Yang, Q., 2016. Navigating the complexity of ecological stability, Ecology Letters, doi: 10.1111/ele.12648. https://doi.org/10.1111/ele.12648.

Fabinyi, M., Evans, L and Foale, S.J., 2014. Social-ecological systems, social diversity, and power: insights from anthropology and political ecology, Ecology and Society 19(4): 28. https://www.jstor.org/stable/26269693

Fabinyi, M., Knudsen, M. and SEGI, S., 2010. Social Complexity, Ethnography and Coastal Resource Management in the Philippines, Coastal Management, (38): 617–632. https://doi.org/10.1080/08920753.2010.523412.

Fawcett, T.W., Fallenstein, B., Higginson, A.D., Houston, A.I., Mallpress, D.E.W., Trimmer, P.C and McNamara J.M., 2014. The evolution of decision rules in complex environments, Trends in Cognitive Sciences, 18(3): 153-161. https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.12.012.

Garmestani, A.S and Benson, M.H., 2013. A framework for resilience-based governance of social-ecological systems, Ecology and Society 18(1): 9. http://dx.doi.org/10.5751/ES-05180-180109. https://www.jstor.org/stable/26269259

George, G., SCHILLEBEECK, Simon J. D and liak, Teng lit T., 2015. The Management of Natural Resources: An Overview and Research Agenda, Academy of Management Journal. 58 (6): 1595-1613. Research Collection Lee Kong Chian School Of Business. https://doi.org/10.4337/9781786435729.

Giménez, M. E and Fillat Estaque, F., 2012. Pyrenean Pastoralists' Ecological Knowledge: Documentation and Application to Natural Resource Management and Adaptation, Hum Ecol, (40): 287–300. https://link.springer.com/article/10.1007/s10745-012-9463-x

Herrero Jáuregui, C., Arnaiz-Schmitz, C., Fernanda Reyes, M., Telesnicki, M., Agramonte I., H. Easdale., M, Fe Schmitz, M., Aguiar, M., Gómez-Sal, A and Montes, C., 2018. What do We Talk about When We Talk about Social-Ecological Systems? A Literature Review, Sustainability, 10, 2950. DOI:10.3390/su10082950.

Idrissou, L., van Paassen, A., Aarts, N., Vodouhè e, S and Leeuwis, C., 2013. Trust and hidden conflict in participatory natural resources management: The case of the Pendjari national park (PNP) in Benin, Forest Policy and Economics (27): 65–74. https://doi.org/ 10.1016/ j.forpol.2012.11.005.

Jackson, L.E., Pulleman, M.M., Brussaard, L., Bawa, K.S., Brown, G.G., Cardoso, I.M., de Ruiter, P.C., Garcia Barrios, L., Hollander, A.D., Lavelle, P. Oue draogo, E. Pascual, U., Setty, S., Smukler, S.M. Tscharntke, T and Van Noordwijk, M., 2012. Social-ecological and regional adaptation of agrobiodiversity management across a global set of research regions, Global Environmental Change (22): 623–639. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.05.002.

Kaushik, S,. and Somvir, Dr., 2015. DEMATEL: A Methodology for Research in Library and Information Science, International Journal of Librarianship and Administration, 6(2): 179-185. http://www.ripublication.com/

Laurila-Pant, M., Lehikoinen, A., Uusitalo, L and Venesjärvi, R., 2015. How to value biodiversity in environmental management? Ecological Indicators (55): 1-11. https://doi.org/10.1016/ j.ecolind.2015.02.034.

Lee, E., and M. Krasny. E., 2015. The role of social learning for social-ecological systems in Korean village groves restoration. Resilience Alliance Inc, Ecology and Society 20(1): 42. http://dx.doi.org/ 10.5751/ES-07289-200142.

Leenhardt, P,. Teneva, L,. Kininmonth, S,. Darling, E,. Cooley, S and Claudet, J., 2015. Challenges, insights and perspectives associated with using social-ecological science for , journal Ocean & Coastal Management (115): 49-60. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.04.018.

Levin, S., Xepapadeas, T., CR´Epin, A-S., Norberg, J., Zeeuw, A.DE., Folke, C., Hughes, T., Arrow, K., Barreet, S., Daily, G., Ehrlich, P., Kautsky, N., RAN MA LER, K-GO., POLASKY, S., TROELL, M., VINCENT J.R. and WALKER B., 2013. Social-ecological systems as complex adaptive systems: modeling and policy implications, Environment and Development Economics, 111–132. https://doi.org/10.1017/S1355770X12000460.

Moore, M.L., Tjornbo, O., Enfors, E., Knapp, C., Hodbod, J., Baggio, J.A. Norström, Olsson, A.P and Biggs, D., 2014. Studying the complexity of change: toward an analytical framework for understanding deliberate social-ecological transformations, Ecology and Society 19(4): 54. http://dx.doi.org/10.5751/ES-06966-190454.

Nykvist, B., and von Heland, J., 2014. Social-ecological memory as a source of general and specified resilience. Resilience Alliance Inc, Ecology and Society 19(2): 47. http://dx.doi.org/10.5751/ES-06167-190247.

Ojha, H., Ford R., Keena, N. J., Race, D., Carias Vega, D., Himlal B and Sapkota, P., 2016. Delocalizing Communities: Changing Forms of Community Engagement in Natural Resources Governance, World Development, http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev. 2016. 06.017. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305750X16304053

Perez-Soba, M and Dwyer, J., 2016. The social-ecological system concept, Wageningen university, DG AGRI Workshop.

Piontek, F., 2020. Integrated Environmental Quality Management as a Function of the Adopted Concept of Development, Middle Pomeranian Scientific Society of the Environment Protection, Rocznik Ochrona Środowiska, Vol22, ISSN 1506-218X, 669-679. https://www.ros.edu.pl/

Pretty, J., 2011. Interdisciplinary progress in approaches to address social-ecological and ecocultural systems, Environmental Conservation, 38 (2): 127–139. https:// doi.org/ 10.1017/S0376892910000937.

Reyers, B., Biggs, R., Cumming, G.S., Elmqvist, T., Hejnowicz, A.P and Polasky, S., 2013. Getting the measure of ecosystem services: a social–ecological approach, Frontiers in Ecology and the Environment, 11(5): 268-273, ISSN 1540-9295. https://doi.org/10.1890/120144.

Reyers, B., Nel, J. L., O'Farrell, P.J., Sitas, N and Nel, D.C., 2015. Navigating complexity through knowledge coproduction: Mainstreaming ecosystem services into disaster risk reduction, Special Feature: Perspective, 112(24): 7362–7368. https://doi.org/10.1073/pnas.1414374112.

Ruokonen, E and Temmes, A., 2019. The approaches of strategic environmental management used by mining companies in Finland, Journal of Cleaner Production (210): 466-476. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.273.

Schluter, M., Mcallister, R., Arlingaaus, R., Bunnefeld, N., Eisenack, K., HOlker, F., Milner-Gulland, E.J., Muller, B., Nicholson, E., Quaas, M and Stoven, M., 2012. NEW HORIZONS FOR MANAGING THE ENVIRONMENT: A REVIEW OF COUPLED SOCIAL-ECOLOGICAL SYSTEMS MODELING, NATURAL RESOURCE MODELING, 25(1): 219-272. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1939-7445.2011.00108.x

Seymour, E., Curtis, A., Pannell, D., Allan, C. and Roberts, A., 2010. Understanding the role of assigned values in natural resource management, Australasian Journal of Environmental Management, 17(3): 142-153. https://doi.org/10.1080/14486563.2010.9725261.

Stern, M. J., and T. Baird., 2015. Trust ecology and the resilience of natural resource management institutions. Resilience Alliance Inc, Ecology and Society 20(2): 14. http:// dx.doi.org/ 10.5751/ES-07248-200214. https://www.jstor.org/stable/26270214

Thomas,C. and Koontz, T. M., 2011. Research Designs for Evaluating the Impact of Community-Based Management on Natural Resource Conservation, Journal of Natural Resources Policy Research, 3(2): 97–111. DOI: 10.1080/19390459.2011.557877.

uni-kiel, de., Burkhard, B., Petrosillo, I and Costanza, R., 2010. Ecosystem services – Bridging ecology, economy and social sciences, Ecological Complexity, (7): 257–259. http://www.uni-kiel.de/ecology/users/fmueller/salzau2008/ESS_EcoCom_2008_09.pdf

Virapongse, A., Brooks, S., Covelli Metcalf, E., Zedalis, M., Gosz, J., Kliskey, A and Alessa, L., 2019. A social-ecological systems approach for environmental management, https://doi.org/ 10.1016/ j.jenvman.2016.02.028.

Westley, F.R., O.Tjornbo, L., Schultz, P., Olsson, C., Folke, B.C and Bodin, Ö., 2013. A theory of transformative agency in linked social-ecological systems, Ecology and Society 18(3): 27. http://dx.doi. org/10.5751/ES-05072-180327. https://www.jstor.org/stable/26269375

GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

(Research Journal)

VOLUME 11, NO 41, Spring 2022

CONTENTS

- **Tectonic and Erosion Analysis of Shahid Abbasspour Dam Catchment using Geomorphometric Techniques** 1
  Mehdi Mumipour, Mahshid Moavi
- **Distribution of Nickel in Some Surface Soils of Qom Province using Kriging Method** 2
  Zahra MovahediRad, Somayeh Sadr
- **Bank Erosion Potential and Channel Instability in Haji Arab River Located in Buin Zahra, Qazvin** 3
  Mohammad Mahdi Hosseinzadeh, Siavosh Shayan, Fatemeh Najafzadeh
- **Mapping and Quantitative Identification of Regions Sensitive to Land Degradation in South of Isfahan Province using Modified MEDALUS Model** 4
  Akram Mashadi, Reza Jafari
- **Dynamic Analysis of Flood Risk using HEC-RAS Hydraulic Model (Case Study: Shahinshahr River, Isfahan Province)** 5
  Seyed Meysam Moshashaie, Roya Panahi, Mitra Moshashaie
- **The Investigation and Analysis of Natural Hazards and Human and Environmental Issues in Sanandaj for Providing Appropriate Solutions** 6
  Mozhgan Nosrati, Saeid Khezri, Afagh Kazemi
- **Factors Affecting Individual Readiness against Flood Occurrence in the Mountain Villages Susceptible to the Flood of Poledokhtar Township** 7
  Mehrshad Toulabi Nejad, Ali Haji Nejad, Meysam Toulabi Nejad
- **Frequency Analysis of Dangerous Extreme Rainy Days in IRAN** 8
  Sayyed Mohammd Hosseini, Sirus Nabiuni
- **Comparative Study of the Best Methods for Estimating Maximum Annual Precipitation in Selected Stations of Haraz River** 9
  Abbas Gholami
- **Routing Dust Storms using Suspended Particulates Concentration and Meteorological Models in Hamadan Province** 10
  Kamran Shayesteh, Shiva Gharibi, Mohammad Parsimehr
- **Analysis of Geopotential Altitude Trend on Iran under the Influence of Climate Change** 11
  Zahra Hejazizadeh, Bohloul Alijani, Hossien Asakere, Mokhtar Fatahian
- **Pathology of Rural Areas in Risks of COVID-19 (Case Study: Rural Areas of Ijroud City in Zanjan Province)** 12
  Saeid Nasire Zare, Taher Parizadi, Mojtaba Hakimi
- **Formulation and Prioritization of Sustainable Strategies based on Believable Scenarios of Increasing the Physical Resilience of Tehran Against Earthquakes (Case Study: District 10)** 13
  Amin Latifi, Keramatollah Ziari, Seyyed Majid Naderi
- **Assessing the Role of Economic and Social Empowerment of Rural Households in Reducing the Effects of Drought (Case Study: Sarpol-e Zahab Township, Kermanshah Province)** 14
  Jamshid Einali, Hosein Farahani, Bahareh Mohammadi
- **An Analysis of Effective Factors on the Management of Ecological and Social Complexities in the Preservation of Rural Natural Resources (Case Study: Villages of Lorestan Province)** 15
  Ali Khodadadi, Morteza Tavakoli, Ali Akbar Anabestani

GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

Editor – in – Chief:
Professor M. R. Rahnama
Department of Geography
Ferdowsi University of Mashhad
Mashhad, Iran.

Director:
Dr. S. R. Hosseinzadeh
Department of Geography
Ferdowsi University of Mashhad
Mashhad, Iran.

Executive Coordinator :
Sayyed Mohammad Ali Moosavi

Managing Editor:
Dr.Neda Mohseni

English Language Editor:
Abdullah Nowruzy

Editorial Board:

Prof. Victor R. Baker
Department of Hydrology and Water Resource,
University of Arizona, USA

Prof. Ziyadin Çakir
Department of Geology, Istanbul Technical University,
Turkey

Prof. Gao-Lin Wu
Institute of Water and Soil Conservation, Chinese Academy of Sciences

Dr.B Feizizadeh
Department of Geography, Letters and Humanities
University of Tabriz

Professor Z. B. Hejazizadeh
Department of Geoghraphy,
University of Alkharazmi, Tehran, Iran.

Dr. S. R. Hoseinzadeh
Department of Geography,
Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Proffesor M. Ghahroudi Tali
Department of Geography,
University of Alkharazmi, Tehran, Iran.

Professor J. Javan
Department of Geography,
Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Professor A. Masudian
Department of Physical Geography,
University of Isfahan, Isfahan, Iran.

Dr. M. Minaei
Department of Geography,
Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Dr. H. Negaresh
Department of Physical Geography,
University of Sistan, Zahedan, Iran.

Professor A. Nohegar
Department of Planning, management, and education of environment,University of Tehran, Tehran, Iran.

Professor B. Sari Sarraf
Department of Physical Geography University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Dr. Sh. Shataee Joybari
Department of forest sciences
University of Gorgan, Gorgan, Iran.

Professor S. Velayati
Department of Geography
Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Professor M. Yamani
Department of Physical Geography,
University of Tehran, Tehran, Iran.

Geography and Environmental Hazards (ISSN:2322-1682) is published four times a year in June, September, December and March by Ferdowsi University of Mashhad, Postal Code 9177948883, mashhad-Iran, tel: +98(0) 5138805273
Fax: +98(0) 51 38794144 E-mail: geo.eh@um.ac.ir Website : http://geoeh.um.ac.ir

GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

Notes For Contributors

AIMS AND SCOPE

Geography and environmental Hazards is an Iranian Interdiciplinary research journal devoted to the publication of original scientific and technical papers in natural and technological hazards. The subjects include of full rang of Hazardous events from extreme Geological, Geomorphlogical, Hydrological, Atmospheric and Biological events such as earthquakes, subsidence, floods, debris flows, landslids, storms, desertification, air pollution and epidemics to technological Impacts and Human malifunction such as industrial explosions, fires, nuclear and toxic waste releases.
With an approach to Geography this journal highlightes issues of Geographically risk degree of regions, human exposure, vulnerability, awareness , respons to disasters and planning.
The role of hazards in affecting development process particularly in under development countries and issues of efficiency, social justice and sustainability are also discussed in the journal.

NOTES FOR CONTRIBUTORS

Geography and Environmental Hazards is a bilingual Journal in Persian and English languages. Persian authors with papers in their own language must submit an extended abstracet in English. authors with English papers must submit the initial electronic mansuript to one of the following Addresses:
Journal website: **http://geoeh.um.ac.ir**
Journal Email: **geo.eh@ um.ac.ir**
The initial manuscript must be sent in two separate files, **word** and **pdf** form.

Manuscript Style

All submissians must be printed on A4 paper size, be double- line spaced and have a margin of 3.5 cm all round.
Illustrations and tables must be printed on separate sheets and not be incorporated into the text.
Title Page must list full title, short title, names and affilications of author(s), and full address of each author. The precise mailing address, Telephon, Fax, and Email address of the corresponding author.
Supply an abstract of up to 300 words and a keyword list up to 6 words below the abstract. The abstract should precise the paper, giving a clear indication of Its conclusions. It should contain no citation to other published works.

Reference Style

References should be presented in the text as name of author and year within brackets and listeted at the end of the paper alphabetically. All references in the reference list should appear in the text.
Where reference is made to more than one work by the same author published in the same year, identify each citation in the text as follows: (Baker, 1987 a), (Baker 1987b). Where three or more outhors are listed in the reference list, cite in the text as (Baker et al 1998) References should be listed in the following style:

- **Journals**: Baker, V.R., 1994. Geomorphological understanding of floods. Geomorphology 10, 139–156.
- **Books:** Huggett, R., 1989. Cataclysms and Earth history: the Development of Diluvialism. Clarendon Press, Oxford, 220 pp.
- **Proceedings**,: Baker, V.R., Webb, R.H., House, P.K., 2002. The scientific and societal value of paleoflood Hydrology. In: House, P.K., Webb, R.H., Baker, V.R., Lavish, D.R. (Eds.), Ancient Floods, Modern Hazards: Principles and Applications of Paleoflood Hydrology. Water Science and Application, vol. 5. American Geophysical Union, Washington, D.C., pp. 1–19.

Illustrations must relate clearly to the section in which appear and sholud be referred to in the text as **figure 1**. **figure 2**, etc. Illustrations should be supplied as **JPEG** or **TIFF** files, the filename must include the corresponding author, Surname and figure number. This journal is only greyscale so All figures (**Maps, graphs and pictures**) must be comprehensible in black and white, please use patterns to differentiate sections.

GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

Contents
(Abstracts)

VOLUME 11, NO 41, Spring 2022 Pages

- **Tectonic and Erosion Analysis of Shahid Abbasspour Dam Catchment using Geomorphometric Techniques** **1**
  Mehdi Mumipour, Mahshid Moavi
- **Distribution of Nickel in Some Surface Soils of Qom Province using Kriging Method** **2**
  Zahra MovahediRad, Somayeh Sadr
- **Bank Erosion Potential and Channel Instability in Haji Arab River Located in Buin Zahra, Qazvin** **3**
  Mohammad Mahdi Hosseinzadeh, Siavosh Shayan, Fatemeh Najafzadeh
- **Mapping and Quantitative Identification of Regions Sensitive to Land Degradation in South of Isfahan Province using Modified MEDALUS Model** **4**
  Akram Mashadi, Reza Jafari
- **Dynamic Analysis of Flood Risk using HEC-RAS Hydraulic Model (Case Study: Shahinshahr River, Isfahan Province)** **5**
  Seyed Meysam Moshashaie, Roya Panahi, Mitra Moshashaie
- **The Investigation and Analysis of Natural Hazards and Human and Environmental Issues in Sanandaj for Providing Appropriate Solutions** **6**
  Mozhgan Nosrati, Saeid Khezri, Afagh Kazemi
- **Factors Affecting Individual Readiness against Flood Occurrence in the Mountain Villages Susceptible to the Flood of Poledokhtar Township** **7**
  Mehrshad Toulabi Nejad, Ali Haji Nejad, Meysam Toulabi Nejad
- **Frequency Analysis of Dangerous Extreme Rainy Days in IRAN** **8**
  Sayyed Mohammd Hosseini, Sirus Nabiuni
- **Comparative Study of the Best Methods for Estimating Maximum Annual Precipitation in Selected Stations of Haraz River** **9**
  Abbas Gholami
- **Routing Dust Storms using Suspended Particulates Concentration and Meteorological Models in Hamadan Province** **10**
  Kamran Shayesteh, Shiva Gharibi, Mohammad Parsimehr
- **Analysis of Geopotential Altitude Trend on Iran under the Influence of Climate Change** **11**
  Zahra Hejazizadeh, Bohloul Alijani, Hossien Asakere, Mokhtar Fatahian
- **Pathology of Rural Areas in Risks of COVID-19 (Case Study: Rural Areas of Ijroud City in Zanjan Province)** **12**
  Saeid Nasire Zare, Taher Parizadi, Mojtaba Hakimi
- **Formulation and Prioritization of Sustainable Strategies based on Believable Scenarios of Increasing the Physical Resilience of Tehran Against Earthquakes (Case Study: District 10)** **13**
  Amin Latifi, Keramatollah Ziari, Seyyed Majid Naderi
- **Assessing the Role of Economic and Social Empowerment of Rural Households in Reducing the Effects of Drought (Case Study: Sarpol-e Zahab Township, Kermanshah Province)** **14**
  Jamshid Einali, Hosein Farahani, Bahareh Mohammadi
- **An Analysis of Effective Factors on the Management of Ecological and Social Complexities in the Preservation of Rural Natural Resources (Case Study: Villages of Lorestan Province)** **15**
  Ali Khodadadi, Morteza Tavakoli, Ali Akbar Anabestani

JOURNAL OF GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

Research Journal

Volume. 11, No. 41, Spring 2022

- **Tectonic and Erosion Analysis of Shahid Abbasspour Dam Catchment using Geomorphometric Techniques** 1
  Mehdi Mumipour, Mahshid Moavi
- **Distribution of Nickel in Some Surface Soils of Qom Province using Kriging Method** 2
  Zahra MovahediRad, Somayeh Sadr
- **Bank Erosion Potential and Channel Instability in Haji Arab River Located in Buin Zahra, Qazvin** 3
  Mohammad Mahdi Hosseinzadeh, Siavosh Shayan, Fatemeh Najafzadeh
- **Mapping and Quantitative Identification of Regions Sensitive to Land Degradation in South of Isfahan Province using Modified MEDALUS Model** 4
  Akram Mashadi, Reza Jafari
- **Dynamic Analysis of Flood Risk using HEC-RAS Hydraulic Model (Case Study: Shahinshahr River, Isfahan Province)** 5
  Seyed Meysam Moshashaie, Roya Panahi, Mitra Moshashaie
- **The Investigation and Analysis of Natural Hazards and Human and Environmental Issues in Sanandaj for Providing Appropriate Solutions** 6
  Mozhgan Nosrati, Saeid Khezri, Afagh Kazemi
- **Factors Affecting Individual Readiness against Flood Occurrence in the Mountain Villages Susceptible to the Flood of Poledokhtar Township** 7
  Mehrshad Toulabi Nejad, Ali Haji Nejad, Meysam Toulabi Nejad
- **Frequency Analysis of Dangerous Extreme Rainy Days in IRAN** 8
  Sayyed Mohammd Hosseini, Sirus Nabiuni
- **Comparative Study of the Best Methods for Estimating Maximum Annual Precipitation in Selected Stations of Haraz River** 9
  Abbas Gholami
- **Routing Dust Storms using Suspended Particulates Concentration and Meteorological Models in Hamadan Province** 10
  Kamran Shayesteh, Shiva Gharibi, Mohammad Parsimehr
- **Analysis of Geopotential Altitude Trend on Iran under the Influence of Climate Change** 11
  Zahra Hejazizadeh, Bohloul Alijani, Hossien Asakere, Mokhtar Fatahian
- **Pathology of Rural Areas in Risks of COVID-19 (Case Study: Rural Areas of Ijroud City in Zanjan Province)** 12
  Saeid Nasire Zare, Taher Parizadi, Mojtaba Hakimi
- **Formulation and Prioritization of Sustainable Strategies based on Believable Scenarios of Increasing the Physical Resilience of Tehran Against Earthquakes (Case Study: District 10)** 13
  Amin Latifi, Keramatollah Ziari, Seyyed Majid Naderi
- **Assessing the Role of Economic and Social Empowerment of Rural Households in Reducing the Effects of Drought (Case Study: Sarpol-e Zahab Township, Kermanshah Province)** 14
  Jamshid Einali, Hosein Farahani, Bahareh Mohammadi
- **An Analysis of Effective Factors on the Management of Ecological and Social Complexities in the Preservation of Rural Natural Resources (Case Study: Villages of Lorestan Province)** 15
  Ali Khodadadi, Morteza Tavakoli, Ali Akbar Anabestani

دانشگاه هرمزگان — دانشگاه علوم کشاورزی و علوم طبیعی گرگان — دانشگاه سیستان و بلوچستان — دانشگاه خوارزمی تهران — دانشگاه تبریز — دانشگاه اصفهان

ISSN:2322-1682
Published by
Ferdowsi University of Mashhad