

مجله



جغرافیا و مخاطرات محیطی

(نشریه علمی)

سال دهم، شماره ۳۷، بهار ۱۴۰۰، شاپا: ۱۶۸۲-۲۳۲۲

- تبیین عوامل مؤثر بر تاب آوری اجتماعی در برابر مخاطرات بیولوژیکال با تأکید بر کووید-۱۹ ...
حسین طهماسبی مقدم، محسن احدنژاد روشتی، محمدتقی حیدری، علیرضا شغلی
- کارایی مدل ویکور در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز سد گلال استان ایلام
فتح‌الله نادری، بهروز ناصری، نعمت اله بسطامی
- ارزیابی خطر فرسایش خاک در کاربری‌های اراضی با استفاده از معادله اصلاح شده جهانی فرسایش خاک...
مهدی مزبانی، محمد حسین رضایی مقدم، اسداله حجازی
- پهنه‌بندی مناطق مستعد خطر زمین‌لغزش در محدوده سد شهید عباسپور
اکبر مجد باوی، مهدی مومی پور
- مورفولوژی و فرآیندهای مؤثر در تغییرات مسیر جریان رودخانه سفیدرود برای پیش‌بینی افق ۲۰۳۰
حمیدرضا معصومی، علیرضا حبیبی، علیرضا قدرتی
- تأثیر معادن شن و ماسه شهریار بر ریزگردهای استان تهران
منیژه قهرودی تالی، دکتر خدیجه علی نوری، مریم اجاقلو
- هرمنوتیک و مخاطرات آب و هواشناسی؛ با تأکید بر واکاوی تغییرات زمانی-مکانی پر ارتفاع جنب‌حاره و ...
ندا مجیدی راد، سعید رحیمی هرآبادی
- شبیه‌سازی و پیش‌بینی رشد و گسترش شهری با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور ...
احمد اسدی، زینت محمدپور سنگانی، علی حاجی زاده شیخوانلو
- تبیین مؤلفه‌های کلیدی افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در برابر زلزله با رویکرد تحلیل ساختاری ...
امین لطیفی، کرامت‌اله زیاری، سید مجید نادری
- تحلیل و بررسی عوامل مؤثر بر توانمندی روان‌شناختی زعفران کاران روستایی با توجه به راهبردهای ...
ابوذر پایدار، علی ایزدی
- بهینه‌سازی زمان جمع‌آوری پسماندهای شهر زابل در کاهش مخاطرات محیطیبا تکیه بر الگوریتم رقابت ...
علیرضا شهبازی، اکبر کیانی، عباسعلی پیری، امیر حمزه شهبازی
- بررسی میزان تاب‌آوری شهری با استفاده مدل Waspas و WP (نمونه موردی: شهر ساری)
میثم رئیسیان، مریم ایلانلو، لیلا ابراهیمی، کیا بزرگمهر



فصلنامه

جغرافیا و مخاطرات محیطی

(نشریه علمی)

سال دهم، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

شاپا: ۱۶۸۲-۲۳۲۲

- تبیین عوامل مؤثر بر تاب‌آوری اجتماعی در برابر مخاطرات یولوژی‌کال با تأکید بر کووید-۱۹ ...
حسین طهماسبی مقدم، محسن احدنژاد روشنی، محمدتقی حیدری، علیرضا شغلی
- کارایی مدل ویکور در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز سد گلال استان ایلام
فتح‌الله نادری، بهروز ناصری، نعمت‌اله بسطامی
- ارزیابی خطر فرسایش خاک در کاربری‌های اراضی با استفاده از معادله اصلاح شده جهانی فرسایش خاک ...
مهدی مزبانی، محمد حسین رضایی مقدم، اسداله حجازی
- پهنه‌بندی مناطق مستعد خطر زمین‌لغزش در محدوده سد شهید عباسپور
اکبر مجد باوی، مهدی مومی پور
- مورفولوژی و فرآیندهای مؤثر در تغییرات مسیر جریان رودخانه سفیدرود برای پیش‌بینی افق ۲۰۳۰
حمیدرضا معصومی، علیرضا حبیبی، علیرضا قدرتی
- تأثیر معادن شن و ماسه شهریار بر ریزگردهای استان تهران
منیژه قهرودی تالی، دکتر خدیجه علی نوری، مریم اجاقلو
- هرمنوتیک و مخاطرات آب و هواشناسی؛ با تأکید بر واکاوی تغییرات زمانی-مکانی پر ارتفاع جنوب‌حاره و ...
ندا مجیدی راد، سعید رحیمی هرابادی
- شبیه‌سازی و پیش‌بینی رشد و گسترش شهری با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور ...
احمد اسدی، زینت محمدپور سنگانی، علی حاجی زاده شیخوانلو
- تبیین مؤلفه‌های کلیدی افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در برابر زلزله با رویکرد تحلیل ساختاری ...
امین لطیفی، کرامت‌اله زیاری، سید مجید نادری
- تحلیل و بررسی عوامل مؤثر بر توانمندی روان‌شناختی زعفران کاران روستایی با توجه به راهبردهای ...
ابوذر پایدار، علی ایزدی
- بهینه‌سازی زمان جمع‌آوری پسماندهای شهر زابل در کاهش مخاطرات محیطی با تکیه بر الگوریتم رقابت ...
علیرضا شهبازی، اکبر کیانی، عباسعلی پیری، امیر حمزه شهبازی
- بررسی میزان تاب‌آوری شهری با استفاده مدل Waspas و WP (نمونه موردی: شهر ساری)
میثم رئیسیان، مریم ایلاتلو، لیلای ابراهیمی، کیا بزرگمهر



دانشگاه تهران
دانشکده ادبیات و علوم انسانی

فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد
مدیر مسئول: دکتر سیدرضا حسین زاده
سرمدیر: دکتر محمد رحیم رهنما
هیئت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا):

ویکتور بیکر - استاد دانشگاه آریزونا - توسان آمریکا (دکترای ژئومورفولوژی رودخانه‌ای)	منیژه قهرودی تالی - استاد دانشگاه شهید بهشتی تهران (دکترای جغرافیا - ژئومورفولوژی)
جعفر جوان - استاد دانشگاه فردوسی مشهد (دکترای جغرافیا - روستایی)	ابوالفضل مسعودیان - استاد دانشگاه اصفهان (دکترای جغرافیا - اقلیم شناسی)
زهرا بیگم حجازی زاده - استاد دانشگاه خوارزمی تهران (دکترای جغرافیا - اقلیم شناسی)	مسعود مینائی - دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد (دکترای جغرافیا - سنجش از دور GIS)
سید رضا حسین زاده - دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد (دکترای جغرافیا - ژئومورفولوژی)	حسین نگارش - دانشیار دانشگاه سیستان و بلوچستان (دکترای جغرافیا - ژئومورفولوژی)
بهروز ساری صراف - استاد دانشگاه تبریز (دکترای جغرافیا - اقلیم شناسی)	احمد نوحه گر - استاد دانشگاه تهران (گروه برنامه ریزی مدیریت و آموزش محیط زیست)
شعبان شتایی جویباری - دانشیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (دکترای علوم جنگل - سنجش از دور)	سعدالله ولایتی - استاد دانشگاه فردوسی مشهد (دکترای زمین شناسی)
بختیار فیضی زاده - دانشیار دانشگاه تبریز (دکترای جغرافیا - سنجش از دور و GIS)	مجتبی یمانی - استاد دانشگاه تهران (دکترای جغرافیا - ژئومورفولوژی)

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

بر اساس آئین نامه کمیسیون نشریات وزارت علوم تحقیقات و فناوری 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: دکتر ندا محسنی
ویراستاری ادبی: دکتر جواد میزبان حروف نگاری و صفحه آرایی: الهه تجویدی طراحی جلد: امیراسفندیار عامل محرابی

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

نشانی: مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دکتر علی شریعتی، کد پستی ۹۱۷۹۴۸۸۳

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 مورخ ۱۳۹۰/۱۲/۱۰، رتبه علمی-پژوهشی دریافت کرده است.

این مجله در پایگاه‌های زیر نمایه می‌شود:

- پایگاه استادی علوم جهان اسلام (ISC)
- پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)
- پایگاه بانک اطلاعات نشریات کشور (Magiran)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی

(نشریه علمی)

سال دهم، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

شاپا: ۱۶۸۲-۲۳۲۲

راهنمای تدوین و نحوه ارسال مقاله برای چاپ در فصلنامه علمی - 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.

۴- 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 ضمیمه و چکیده مبسوط انگلیسی باشد.

نکته: لطفاً دقت شود که همه بخش‌ها و زیر بخش‌ها به استثنای تیتیر "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).

۶- 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 ۲ سانتی‌متر از سمت چپ و ۲ سانتی‌متر از سمت راست از متن اصلی باشد). تیتیرهای اصلی متن ۱۲ پررنگ B Lotus با فاصله ۱۲ pt از پاراگراف قبل و ۸ pt 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 (۱۲ B Lotus) و در ادامه منابع انگلیسی (Times New Roman ۱۱) 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.

کتاب 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. (۱۳۷۶). نقش پرفشار جنب حاره در تغییر فصل ایران. چاپ در مجموعه مقالات کنگره جغرافیدان ایران. تبریز، صص ۱۸۵-۱۷۴.

بحری، معصومه؛ دستورانی، محمدتقی. (۱۳۹۶). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم و تغییر کاربری اراضی بر پاسخ هیدرولوژیک حوزه آبخیز اسکندری. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، شماره ۲۲، ۳۷-۵۷.

کتاب فارسی:

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

تبصره ۱: 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 می شود.

تبصره ۲: در صورت استفاده از پایان نامه و رساله های 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 نمونه های زیر با قلم ۱۲ B Lotus برای مقالات فارسی و قلم Times New Roman برای مقالات انگلیسی:

(محمودی، ۱۳۶۸)، (بحری و دستورانی، ۱۳۹۶)، (محمودی و همکاران، ۱۳۶۸)

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

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

۱۴- مسئولیت 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.

۱۶- مقاله های ارسال شده به نویسنده جهت انجام اصلاحات در صورت عدم دریافت پاسخ در تاریخ تعیین شده، به منزله انصراف از چاپ تلقی می گردد.

داوران این شماره به ترتیب حروف الفبا

۱. پاکزاد آزادخانی (استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه باختر ایلام)
۲. عبدالمجید احمدی (استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه بزرگمهر قائنات)
۳. نظام اصغری پور دشت بزرگ (دکتری مخاطرات ژئومورفیک-هیدرولوژیک پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور)
۴. علیرضا انتظاری (استادیار جغرافیای طبیعی-اقلیم شناسی دانشگاه حکیم سبزواری)
۵. فرشاد پژوه (دکترای تخصصی آب و هواشناسی دانشگاه خوارزمی تهران)
۶. آزاده توکلی (استادیار محیط زیست-آلودگی هوا دانشگاه زنجان)
۷. مهدی جهانی (استادیار دانشگاه آزاد اسلامی مشهد)
۸. مهدی جوانشیری (دکتری جغرافیا و برنامه ریزی روستایی دانشگاه فردوسی مشهد)
۹. میلاد حسنعلی زاده (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه زنجان)
۱۰. محمد صادق دهقانیان (استادیار زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس)
۱۱. محسن رضائی عارفی (دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری)
۱۲. سمیه سلطانی گردفرامری (استادیار دانشگاه اردکان)
۱۳. حمید شایان (استاد گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد)
۱۴. طاهره صادقلو (استادیار گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد)
۱۵. سعید صالحیان (دکتری جغرافیا و برنامه ریزی روستایی دانشگاه شهید بهشتی تهران)
۱۶. حسین طهماسبی مقدم (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه زنجان)
۱۷. ندا محسنی (استادیار گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد)
۱۸. سعید نگهبان (استادیار جغرافیای طبیعی-ژئومورفولوژی دانشگاه شیراز)
۱۹. رضا هاشمی معصوم آباد (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه محقق اردبیلی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱	• تبیین عوامل مؤثر بر تاب‌آوری اجتماعی در برابر مخاطرات یئولوژی‌کال با تأکید بر کووید-۱۹ ... حسین طهماسبی مقدم، محسن احدنژاد روشتی، محمدتقی حیدری، علیرضا شغلی
۲۱	• کارایی مدل ویکور در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز سد گلال استان ایلام فتح‌الله نادری، بهروز ناصری، نعمت اله بسطامی
۴۱	• ارزیابی خطر فرسایش خاک در کاربری‌های اراضی با استفاده از معادله اصلاح شده جهانی فرسایش خاک... مهدی مزبانی، محمد حسین رضایی مقدم، اسداله حجازی
۶۵	• پهنه‌بندی مناطق مستعد خطر زمین‌لغزش در محدوده سد شهید عباس‌پور اکبر مجد باوی، مهدی مومی پور
۸۱	• مورفولوژی و فرآیندهای مؤثر در تغییرات مسیر جریان رودخانه سفیدرود برای پیش‌بینی افق ۲۰۳۰ حمیدرضا معصومی، علیرضا حبیبی، علیرضا قدرتی
۹۹	• تأثیر معادن شن و ماسه شهریار بر ریزگردهای استان تهران منیژه قهرودی تالی، دکتر خدیجه علی نوری، مریم اجاقلو
۱۱۹	• هرمنوتیک و مخاطرات آب و هواشناسی؛ با تأکید بر واکاوی تغییرات زمانی-مکانی پر ارتفاع جنب‌حاره و ... ندا مجیدی راد، سعید رحیمی هرآبادی
۱۴۳	• شبیه‌سازی و پیش‌بینی رشد و گسترش شهری با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور ... احمد اسدی، زینت محمدپور سنگانی، علی حاجی زاده شیخوانلو
۱۶۱	• تبیین مؤلفه‌های کلیدی افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در برابر زلزله با رویکرد تحلیل ساختاری ... امین لطیفی، کرامت‌اله زیاری، سید مجید نادری
۱۸۳	• تحلیل و بررسی عوامل مؤثر بر توانمندی روان‌شناختی زعفران کاران روستایی با توجه به راهبردهای ... ابوذر پایدار، علی ایزدی
۲۰۹	• بهینه‌سازی زمان جمع‌آوری پسماندهای شهر زابل در کاهش مخاطرات محیطیبا تکیه بر الگوریتم رقابت ... علیرضا شهبازی، اکبر کیانی، عباسعلی پیری، امیر حمزه شهبازی
۲۲۵	• بررسی میزان تاب‌آوری شهری با استفاده مدل Waspas و WP (نمونه موردی: شهر ساری) میثم رئیسیان، مریم ایلانلو، لیلا ابراهیمی، کیا بزرگمهر



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: امور علمی نشریه را هیأت تحریریه، که حداقل یک چهارم اعضای آن از بین اعضای انجمن هستند، انجام خواهند داد. تبصره ۱: 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 خواهد شد. 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 خواهد شد.

ماده ۴: روی جلد مجله علاوه بر نشان دانشگاه فردوسی مشهد نشان انجمن ایرانی ژئومورفولوژی با اندازه یکسان نیز چاپ خواهد شد. 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، حق الزحمه 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 خواهد شد.

ماده ۸: هرگاه یکی از طرفین قرارداد مایل به فسخ آن باشد باید تصمیم خود را حداقل شش ماه زودتر کتبا به اطلاع طرف مقابل برساند. در صورت توافق طرفین به فسخ توافقنامه، نتیجه توسط دبیرانجمن یا مدیر مسئول 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.

۹- 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 هیأت مدیره انجمن ایرانی ژئومورفولوژی) به امضاء رسید.

دکتر احمدرضا بهرامی

معاون پژوهشی و فن‌آوری دانشگاه فردوسی مشهد

معاونت پژوهش و فن‌آوری

دکتر مجتبی یمانی

رییس هیأت مدیره انجمن ایرانی ژئومورفولوژی

انجمن ایرانی ژئومورفولوژی



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۱۹-۱

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoh.2021.67234.0>

مقاله پژوهشی

تبیین عوامل مؤثر بر تاب‌آوری اجتماعی در برابر مخاطرات بیولوژیکال با تأکید بر کووید-۱۹ (مطالعه موردی: شهر زنجان)

حسین طهماسبی مقدم- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

محسن احدنژاد روشنی^۱- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

محمدتقی حیدری- استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

علیرضا شغلی- دانشیار پزشکی اجتماعی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۸/۲۵ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۱/۲۴ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۲/۷

چکیده

رسالت این نوشتار تبیین عوامل مؤثر بر تاب‌آوری اجتماعی در برابر مخاطرات بیولوژیکال با تأکید بر کووید-۱۹ است. روش تحقیق، توصیفی-تحلیلی و از لحاظ هدف، کاربردی است. برای گردآوری داده‌های موردنیاز از روش کتابخانه‌ای (نقشه توزیع بیماری کووید ۱۹، کتاب‌ها و مقالات معتبر در راستای موضوع پژوهش) و از روش پیمایشی به صورت پرسش‌نامه و روش دلفی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل و آماده‌سازی داده‌ها از نرم‌افزار SPSS برای جامعه آماری ۱۳۳۱۵۶ خانوار شهر زنجان با حجم نمونه ۳۲۱ استفاده شد و با استفاده از ابزارهای تحلیلی تحقیق (از مدل تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی در قالب مدل‌سازی معادلات ساختاری) اقدام به تحلیل داده‌ها گردید. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تحلیل شاخصه‌های مفهومی با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی چهار عامل تبیین‌کننده اصلی را به صورت عوامل: آگاهی و سلامت با ضریب ۰,۷۴، نگرش با ضریب ۰,۷۸، مهارت با ضریب ۰,۸۲، سرمایه اجتماعی و عدالت با ضریب ۰,۷۳ مورد شناسایی قرارداد و تحلیل ساختار ارتباطی عوامل مؤثر شناسایی شده با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی نشان داد که عوامل شناسایی شده دارای ارتباط ساختاری معناداری در تاب‌آوری اجتماعی در برابر کرونا در شهر زنجان است.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری اجتماعی، تحلیل عاملی، کرونا ویروس، کووید-۱۹، شهر زنجان.

۱- مقدمه

باوجود پیشرفت‌هایی که در دهه‌های اخیر از نظر آموزش‌های پزشکی، مراقبت‌های بهداشتی و بالا رفتن معیارهای کیفیت زندگی حاصل شده است (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۶) خطرات ناشی از امراض را کاهش داده و بعضی از بیمارها را از بین برده است (متیو و مک‌دونالد^۱، ۲۰۰۶)، ولی انسان هنوز هم در برابر بسیاری از امراض آسیب‌پذیر است (اورتیز^۲، ۲۰۰۸)؛ چراکه علی‌رغم پیشرفت‌های آموزشی و بهداشتی، میکروب‌های عفونی، ثابت و پایدار بودند (موسسه ملی بهداشت^۳، ۲۰۰۷)؛ به‌طوری‌که بیماری‌های همه‌گیر مانند مالاریا و آنفولانزا هنوز در کشورهای درحال توسعه ادامه دارد (اسمیت^۴ و همکاران، ۲۰۲۰). اصلی‌ترین موانع کنترل مؤثر این بیمارها در کشورهای درحال توسعه؛ مهاجرت، شهرنشینی سریع، ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی است (ریمرز و شلیخر^۵، ۲۰۲۰)؛ چراکه گسترش یک پاندمی وابستگی بسیاری به محیط، نحوه ابتلا به بیماری، میزان کشندگی و مسری بودن آن، سطح بهداشت مردم و زمان پیدایش واکسن یا درمان برای آن بیماری دارد (ساداتی^۶ و همکاران، ۲۰۲۰). پاندمی، شیوع بیماری است که به سرعت و به‌طور گسترده، گسترش می‌یابد و نقش مهمی در محیط دارد (شاتناوی^۷، ۲۰۱۳). پاندمی‌های نوپدید مانند سارس، آنفولانزا، ایدز و کووید-۱۹ نشان می‌دهد که چگونه محیط‌های انسان‌ساخت و بالأخص جوامع شهری را با مخاطرات متعدد روبرو کرده است (ایستون^۸ و همکاران، ۲۰۱۱). شهرها به‌عنوان یکی از محیط‌های انسان‌ساخت با برخورداری از ابعاد اجتماعی، فرهنگی، زیست‌محیطی، اقتصادی، کارکردی و کالبدی دارای روابط و پیچیدگی‌های عدیده‌ای است (مارتی^۹ و همکاران، ۲۰۱۹). این روابط و شرایط پیچیده ممکن است برای شهر و شهروندان مطلوب یا نامطلوب باشد. یکی از حالت‌های این پیچیدگی شیوع بیماری‌های همه‌گیر به‌ویژه پاندمی کرونا (کووید ۱۹) است که ناشناخته بودن، ابعاد و اثرات پنهان و نیمه پنهانش روزبه‌روز در حال گسترش است (اکوتا^{۱۰}، ۲۰۲۰) و با سرعت بیشتری نه مثل اسلاف خود (طاعون، وبا، ابولا و...) جوامع را از شرق به غرب درنوردیده (سازمان بهداشت جهانی^{۱۱}، ۲۰۲۰) و به دنبال آن، موجی از چالش‌های شهری در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی ایجاد کرده است؛ به‌طوری‌که این نو پدیده از یک پدیده پزشکی به پدیده اجتماعی، اقتصادی و

1 Matthew & McDonald

2 Ortiz

3 National Institutes of Health

4 Smith

5 Reimers & Schleicher

6 Sadati

7 Shatnawi

8 Easton

9 Martí

10 Acuto

11 World Health Organization

در پی آن شهر و شهرنشینی تبدیل شده و برعکس سایر همه خانواده‌های خود، بدون تبعیض، فقیر و غنی، شمال و جنوب شهر را به یک‌چشم نگاه می‌کند؛ اما همواره گروه‌های آسیب‌پذیر شهری به دلیل ناتوانی در رعایت موازین بهداشتی، الزام برای کار و تأمین حداقل معیشت خانواده و پرسه زنی اجتماعی برای فرار از فضاهای کوچک سکونتی که محل سکونت نیست، بیشتر در معرض بیماری قرار دارند و این زمینه دیگری برای درگیری اجتماعی و اقتصادی همه گروه‌ها در فضاهای شهری را فراهم می‌کند که خود مسبب افزایش مشکلات پیشگیری و کنترل کرونا ویروس است (پالینگ، ۲۰۲۰) که مهم‌ترین برآیند آن وقفه در جریان عادی زندگی مردم، مشکلات اجتماعی و اقتصادی، عاطفی، روانی، وقفه در تولید، خدمات و ارتباطات، خسارات مالی و جانی، تهدید و ازهم‌گسیختگی سلامتی جامعه امروزی است (مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۹)؛ بنابراین برای پاسخ‌دهی به این پاندمی رویکردهای نوینی برای، آمادگی و پیشگیری الزامی است زیرا استراتژی‌های فعلی برای این مراکز به‌راحتی قابل پیشبرد نخواهد بود (وانگ^۱ و همکاران، ۲۰۲۰). در این میان، تبیین تاب‌آوری اجتماعی به‌عنوان یکی از ابعاد تاب‌آوری شهری و رویکرد نوین در برنامه‌ریزی شهری در برابر پاندمی‌ها بالأخص پاندمی کرونا (کووید -۱۹) اهمیت بسیار زیادی دارد. بدین‌سان در دهه‌های اخیر، در سطح جهانی، تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات شکل گرفت؛ به‌طوری‌که دیدگاه غالب از تمرکز صفر بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل مخاطرات تغییر پیدا کرده است (بسطامی و همکاران، ۱۳۹۷). بر اساس این نگرش، برنامه‌ریزی‌های کاهش مخاطرات و برنامه‌های آن به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آوری شده‌اند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری اجتماعی توجه می‌کنند (کواک^۲ و همکاران، ۲۰۱۶). در این چارچوب با توجه به تجربه جهانی کرونا و پارادایم برنامه‌ریزی از درون افراد پذیرفته‌اند که تاب‌آوری اجتماعی، یکی از زیربنای حرکتی برای مهار کرونا خواهد بود و تاب‌آوری اجتماعی به‌عنوان توانایی یا ظرفیت افراد، واحدهای اجتماعی (مانند جوامع و سازمان‌های اجتماعی) و سیستم‌های اجتماعی از خانواده‌ها گرفته تا جامعه وسیع‌تر برای مقابله، مقاومت و بازیابی از یک فاجعه توصیف می‌شود (مگوایر و هاگان^۳، ۲۰۰۷) و آن به ظرفیت یک جامعه یا اجتماع محلی در مقابله و انطباق با اختلالات و تغییرات اشاره دارد و توانایی جوامع برای خودسازمان‌دهی، تنظیم تنش‌ها و افزایش ظرفیت خود برای یادگیری را انطباق و پوشش می‌دهد (برتون^۴، ۲۰۱۵)؛ بنابراین سطوح تاب‌آوری اجتماعی اغلب به تعدادی از عوامل پیچیده محلی و منطقه‌ای، مانند وضعیت اجتماعی - اقتصادی، میزان حمایت خارجی و ارائه کمک، تجربه گذشته بحران‌ها بستگی دارد.

1 Wang

2 Kwok

3 Maguire & Hagan

4 Burton

شهرهای ایران نیز از این قاعده مستثنا نبوده و این پاندمی جدید، با اندکی تأخیر و در شرایط ویژه اقتصادی، اجتماعی و سیاسی از طریق شهر قم وارد ایران شد. بنا به علل و عوامل مدیریتی در سطح کلان جامعه، امکان قرنطینه کامل آن گونه که متخصصان بهداشت و درمان انتظار داشتند، وجود نداشت و بدین ترتیب فرایندهای اقتصادی، اجتماعی و با شکل و فرم دیگری در فضا، رخ نشان داد (دانشپور^۱، ۲۰۲۰) به عبارتی دیگر، این پاندمی بر فضای اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و سیستم‌های سلامت شهری، شهرهای ایران تأثیر می‌گذارد و تغییراتی را در فضای شهری آن‌ها ایجاد خواهد کرد. مفهوم تاب‌آور، در بسیاری از رشته‌های دانشگاهی کاربرد دارد. تعاریف متعدد و گاه کاملاً متفاوت از آن ارائه شده است، به نحوی که آن‌ها را می‌توان به هرکسی یا هر مکانی و یا هر پدیده‌ای اعم از اجتماعی و غیره نسبت داد (دین و پیرسون^۲، ۲۰۱۵). این اصطلاح را نخستین بار هولینگ^۳ در سال ۱۹۷۳ به عنوان مفهومی اکولوژیکی مطرح کرد، سپس ادگر^۴ (۲۰۰۰) در نظام‌های اجتماعی، کارپتر^۵ (۲۰۰۱) در نظام‌های انسانی - محیطی، برکیس^۶ (۲۰۰۳) در نظام‌های اجتماعی - اکولوژیکی، برنئو^۷ (۲۰۰۳) در مدیریت سوانح کوتاه‌مدت و تیمرمن^۸ (۱۹۸۱) در پدیده‌های بلندمدت مانند تغییرات اقلیمی به کار گرفتند (رفیعیان و همکاران، ۱۳۸۹) با تکامل مفهوم تاب‌آوری و توجه از مفهوم اولیه اکولوژیکی آن به سمت مفهوم اجتماعی اکولوژیکی و سپس به مفهوم اجتماعی تغییر یافت و تاب‌آوری اجتماعی برای اولین بار توسط ادگر مطرح شد (مالدونادو^۹ و همکاران، ۲۰۱۹) و به‌طور گسترده در مدیریت منابع طبیعی، توسعه و تحولات اجتماعی و مدیریت بحران مورد مطالعه قرار گرفت (کک و ساکداپولراک^{۱۰}، ۲۰۱۳). همه تعاریف نهادهای اجتماعی چه اشخاص، سازمان‌ها و جوامع از تاب‌آوری اجتماعی مربوط به توانایی‌ها و ظرفیت‌های آن‌ها برای تحمل، جذب و مقابله انواع تهدیدهای زیست‌محیطی و اجتماعی است (هال و لامونت^{۱۱}، ۲۰۱۳) تاب‌آوری اجتماعی به دلیل تأثیر فراوان بلایا بر مردم و جوامع، توسط بسیاری از محققان به مثابه یک مؤلفه کلیدی در تاب‌آوری در نظر گرفته شد (کواک^{۱۲}، ۲۰۱۶) و تاب‌آوری اجتماعی به عنوان توانایی یا ظرفیت افراد، واحدها و سیستم‌های اجتماعی از خانواده‌ها گرفته تا جامعه وسیع‌تر برای مقابله، مقاومت و بازپایی از یک فاجعه توصیف شد (مگوایر و هاگان، ۲۰۰۷). زمانی یک سیستم اجتماعی تاب‌آور است که بتواند تکانه‌های موقت یا دائم را

1 Daneshpour

2 Dinh and Pearson

3 Holling

4 Adger

5 Carpenter

6 Berkes

7 Bruneau

8 Timmerman

9 Maldonado

10 Keck & Sakdapolrak

11 Hall & Lamont

12 Kwok

جذب کرده و بدون اینکه ثبات خود را از دست بدهد، به سرعت با شرایط در حال تغییر سازگار شود (برتون، ۲۰۱۵) در این چارچوب مخاطرات بیولوژیکی به عنوان مخاطرات زیستی، یک تهدیدی جدی برای سلامت موجودات زنده به ویژه انسان‌ها شناخته (شرودر، ۲۰۱۵) که شامل باکتری‌های پاتوژن، ویروس‌ها، انگل‌ها و همچنین سمومی هستند (مارتینلی^۱، ۲۰۱۹). این نوع مخاطرات علت بسیاری از بیماری‌های انسانی است؛ به عنوان مثال باکتری‌های وبا، سل، تب، جذام منجر به بسیاری از بیمارهای اسهال می‌شوند (رامش، ۲۰۱۵). مالاریا، بیماری خواب و لیشرمانیوز نمونه‌هایی از بیماری‌های ناشی از انگل‌های تک‌یاخته‌ای می‌باشند که توسط نیش حشرات ایجاد می‌شوند. آمیبی دیسانتری و ژیا ردیا ناشی از مصرف آب و غذای آلوده می‌باشد (استه‌لگرن و اشناس، ۲۰۰۶). شیوع یک بیماری غیرمعمولی شبیه به بیماری آنفلونزا که در سال‌های ۱۹۱۶ و ۱۹۱۷ در انگلستان و فرانسه مشاهده شد، در واقع می‌تواند نشان دهنده شیوع اولیه گونه‌ای از بیماری آنفلونزا باشد که باعث مرگ بسیاری از انسان‌ها شد (آکسفورد^۲، ۲۰۰۲؛ آکسفورد، ۲۰۰۱) علاوه بر این، در طول دوره همه‌گیری آنفلونزای اسپانیایی در سال ۱۹۱۸، حدود یک سوم جمعیت جهان به این بیماری مبتلا شدند که منجر به مرگ حدود ۵۰ میلیون نفر در سراسر جهان شد (تاوبنبرگر و مورنس^۳، ۲۰۰۶) و در برخی از نقاط جهان این ویروس تا سال ۱۹۲۰ به شیوع خود ادامه داد (جانسون و مولر^۴، ۲۰۰۲) و تأثیرات عمده اجتماعی و اقتصادی بسیاری داشته که برخی از آن‌ها هنوز چندین دهه بعد آن آشکار شدند (آلمند^۵، ۲۰۰۶). جدول (۱) اثرات انواع فاجعه بر انسان را نشان می‌دهد.

جدول ۱- اثرات انواع فاجعه بر انسان

انواع فاجعه	مقیاس	مدت زمان	اخطار	نیازهای بهداشتی	نیاز به تخلیه	هزینه‌های اقتصادی	خسارت
زلزله	بزرگ	کوتاه	خشی	زیاد	جدی	بزرگ	زیاد
آب‌وهوای شدید	جدی	متوسط	کم	کوچک	متوسط	متوسط	متوسط
سونامی	بزرگ	کوتاه	کم	متوسط	محلی	زیاد	زیاد
جنگ و ناآرامی‌های مدنی	جدی	کوتاه	کم	متوسط	زیاد	متوسط	زیاد
آتش‌سوزی	زیاد	طولانی	متوسط	کوچک	متوسط	زیاد	زیاد
نشت شیمیایی	بزرگ	جدی	کم	بزرگ	محلی	زیاد	زیاد
بیمارهای پاندمی	خیلی بزرگ	خیلی زیاد	طولانی	خیلی زیاد	متوسط	خیلی زیاد	متوسط

مأخذ: (لیتمن^۶، ۲۰۲۰)

1 Martinelli

2 Oxford

3 Taubenberger & Morens

4 Johnson and Mueller

5 Almond

6 litman

امروز پاندمی کرونا (کووید-۱۹) به دلیل قابلیت انتقال سریع و ویروس یک تهدید جدی برای انسان تلقی می‌شود که اگر کنترل و مقابله نشود، می‌تواند جان صدها میلیون انسان را بگیرد (مرکز تحقیقات پزشکی مبتنی بر شواهد^۱، ۲۰۲۰). یکی از شیوه‌های جلوگیری و کند کردن انتقال ویروس، استفاده از مؤلفه‌های کلیدی تاب‌آوری اجتماعی از قبیل آگاهی و آموزش، سلامت، مهارت، نگرش، سرمایه اجتماعی و عدالت و برابری در برابر کووید-۱۹ می‌باشد (سازمان بهداشت جهانی^۲، ۲۰۲۰؛ ساجا^۳، ۲۰۲۰). اگرچه شیوع این پاندمی با افزایش تراکم رابطه مستقیم دارد و با افزایش تراکم شیوع و انتقال ویروس بیشتر می‌شود اما دو نکته قابل توجه است از یک‌سو شهرهای متراکم با برنامه‌های بهداشت عمومی خوب از آلودگی و مرگ‌ومیر کمتری نسبت به مناطق کم‌تراکم و با برنامه‌های ضعیف برخوردار هستند (ریچموند و روهنر^۴، ۲۰۱۸) از سوی دیگر از طریق عوامل مؤثر تاب‌آوری اجتماعی از قبیل آگاهی و آموزش، سلامت، مهارت، نوع نگرش، سرمایه اجتماعی، عدالت و برابری می‌تواند باعث کاهش شیوع پاندمی و فشار آن بر سیستم‌های سلامت در مناطق شهری شوند (لیندکه^۵، ۲۰۲۰؛ نورمیل^۶، ۲۰۲۰)^۷ چراکه عوامل تاب‌آوری اجتماعی از قبیل معیار آگاهی و آموزش یکی از اقدامات پیشگیرانه در برابر این مخاطره می‌باشد که سبب ارتقای سطح آگاهی و مهارت‌های پیشگیری‌کننده مردم در راستای حفاظت فردی و جمعی در برابر این پاندمی، از مهم‌ترین معیارهای ضروری برای کنترل و پیشگیری آن می‌باشد (کاتر^۸، ۲۰۰۸؛ سینتر^۹ و همکاران، ۲۰۰۹). شاخص مهم دیگر در بعد اجتماعی میزان دانش و توانایی است که در این زمینه شهروندان به دست آورده‌اند (راس^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۰) بدین معنا که علاوه بر آگاهی که خود از محیط اطراف دارند به چه میزان توانسته اطلاعاتی را در زمینه پاندمی کووید-۱۹ به دست آورند. شاخص مهارت یکی دیگر از شاخص‌های مهم تاب‌آوری اجتماعی است که خانوارها برای مقابله با پاندمی کووید-۱۹ کسب کرده‌اند به همین دلیل وضعیت مهارت خانوارها در برابر پاندمی کووید-۱۹ از طریق شرکت در دوره‌های آموزشی و به‌عنوان مثل رعایت پروتکل‌های بهداشتی ارزیابی می‌شود (کلوز^{۱۱}، ۲۰۲۰).

1 Centre for Evidence-Based Medicine(CEBM)

2 World Health Organization

3 Saja

4 Richmond and Roehner

5 Lindeke

6 Normile

۷ به عنوان مثال میزان بالای آلودگی کوید-۱۹ در شهرهای بزرگی مانند شیکاگو، نیویورک و سیاتل (مراکز مهم تجارت، گردشگری و مهاجرت) و شهرهای متراکم مانند هنگ کنگ، سنگاپور و سانفرانسیسکو و کشورهای مانند ژاپن، کره جنوبی و تایوان با تراکم شهرنشینی بالا از طریق برنامه‌های منظم بهداشتی و تاب‌آوری اجتماعی میزان مرگ و میر کوید-۱۹ را به حداقل رسانده‌اند.

8 Cutter

9 Cinner

10 Ross

11 Kluge

یکی دیگر از شاخص‌های تأثیرگذار بر میزان تاب‌آوری اجتماعی نوع نگرش و باور افراد و خانوارها در سطح اجتماعات محلی نسبت به مخاطره پاندمی است (کارت^۱، ۲۰۱۷). سرمایه اجتماعی یکی از شاخص‌های اجتماعی در زمینه تاب‌آوری اجتماعی است که از طریق مشارکت در رعایت پروتکل‌های بهداشتی، اعتماد و همبستگی، گروه‌ها و شبکه‌های اجتماعی می‌تواند در مقابله با پاندمی کووید-۱۹ مورد بررسی شود (ساجا، ۲۰۲۰). در نهایت شاخص برابری و عدالت است که از میان معیارهای آن، زیر معیارهای توزیع منابع بهداشتی و عدالت اجتماعی می‌تواند در تحلیل عوامل مؤثر در تاب‌آوری اجتماعی در راستای کرونا مؤثر باشد (ساجا^۲، ۲۰۲۰). با توجه به جدید بودن بحران بیماری کرونا (کووید-۱۹) در سراسر جهان و عدم پژوهش‌های کافی در ابعاد مختلف آن، منابع کافی و مستندی وجود ندارد. نیز اغلب پژوهش‌های به‌عمل‌آمده در سراسر جهان نیز در حوزه‌های پزشکی، درمانی، زیست‌شناسی و بهداشتی مربوطه هستند. پژوهش‌های مرتبط با بیماری کرونا و شهرسازی را می‌توان در دودسته داخلی و خارجی طبقه‌بندی نمود: لی و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان آمادگی‌های اپیدمیک در محیط شهری به بررسی فرصت‌ها و چالش‌های جدید اثرات کرونا در محیط‌های شهری پرداخته‌اند آن‌ها معتقدند محیط‌های شهری دارای یک سری از عوامل مشترکی می‌باشند که باید برای مقابله با این اپیدمی مورد توجه قرار بگیرند؛ به عبارتی برای تضمین آمادگی بهتر در محیط‌های شهری باید بر ارتقاء تاب‌آوری برای مقابله با شیوع و سلامت تأکید شود. در نتیجه برای ارتقاء تاب‌آوری باید از کنشگران فعال، جوامع محلی و اجتماعی و شبکه‌های اجتماعی استفاده شود.

ریانتي^۳ و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان تاب‌آوری ساختمان در برابر مخاطرات بیولوژیکی و بیماری‌های همه‌گیر: کووید ۱۹ و پیامدهای آن در چارچوب سندای به مکانیسم‌ها و استراتژی‌های موجود برای تاب‌آوری در برابر بلایا در چارچوب سندای برای کاهش فاجعه را تشریح می‌کند که می‌توان با واکنش مطلوب به بیماری‌های همه‌گیری مانند کووید ۱۹ را افزایش داد اما اقدامات اولیه و سریعی از سوی سازمان‌های مرتبط با کاهش خطر فاجعه^۴ صورت نگرفته است.

رابینسون^۵ (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان رهنمودهای عمل: ارزیابی ملی خطر ابتلا به بلایا به ارزیابی مخاطرات بیولوژیکال و به تشریح انواع مخاطرات بیولوژیکی از قبیل ویروس ابولا، زیکا و کووید ۱۹ و رویکردهای ارزیابی این مخاطرات از قبیل ارزیابی ریسک استراتژیک، ارزیابی سریع ریسک، ارزیابی پس از رویداد پرداخته است و نتیجه‌گیری می‌کند که پارامترهای کلیدی باید در ارزیابی خطر بیماری‌های مسری در نظر گرفته شوند که عبارت

1 Carter

2 Saja

3 Riyanti

4 Disaster risk reduction

5 Robinson

است از: احتمال (احتمال انتقال در جمعیت) و تأثیر (شدت بیماری) و همچنین زمینه‌ای که بیماری در آن رخ می‌دهد.

رامش^۱ (۲۰۱۵) در مطالعاتی با عنوان مقدمه‌ای بر مخاطرات بیولوژیکال و زیست‌محیطی، ریسک‌ها و بلایا به ارزیابی مخاطرات، ریسک‌ها و فجایع متعددی که می‌تواند با دیگر پدیده‌های طبیعی یا فعالیت‌های انسانی مرتبط می‌باشد پنج فصل کتاب به ریسک‌ها، خطرات و بلایای مرتبط با حشرات و اثرات تغییرات جمعیتی آن‌ها می‌پردازد و در ادامه، علل بیمارهای مزمن محیطی و پاسخ به شیوع بیمارهای عمده در نقاط مختلف جهان مورد بررسی قرار می‌گیرند. فصل‌های ارائه شده در این کتاب، منعکس‌کننده تهدیدات بزرگ‌تر و گسترده‌تر، ناشی از تنوع طاعون و آفت حشرات، جلبک‌های سمی، تهدیدهای مستقیم حیوانات، تخریب زمین، جنگل‌زدایی، بیابان‌زایی، اثرات اکولوژیکی تغییر آب‌وهوا و حتی حمله به زمین توسط ستاره‌های دنباله‌دار و خرده سیاره‌ها هستند که اگر به‌اندازه کافی بزرگ باشند، زندگی را نابود می‌کنند. شهر زنجان به‌عنوان یکی از شهرهای میان‌اندام ایران تحت تأثیر این مخاطره بیولوژیکال و خارجی قرار گرفته و این امر از یک‌سو باعث شده شهروندان تحت تأثیر این شرایط جدید در برابر این تهدید و مخاطره سه واکنش انکار، بی‌تفاوتی و یا تغییر و تحول را از خود بروز دهند که باعث اشاعه شدید این پاندمی شده و از سوی دیگر با مشخص شدن ابعاد مسئله و جدیت آن، مدیریت شهری با امتناع فراوان، مجبور به اجرایی سیاست‌های چون فاصله‌گذاری اجتماعی، در خانه ماندن به‌صورت داوطلبانه و اعمال قوانین در صورت نیاز، ممنوع شدن اجتماعات عمومی، تعطیلی مدارس و ادارات، پرهیز از حمل‌ونقل‌های عمومی و مانند آن‌ها که چرخ‌های گردش زندگی اجتماعی را کند کرده است؛ برای مثال بسیاری از کسب‌وکارهای وابسته به رونق زندگی اجتماعی مانند غذا فروشی‌ها، فعالیت‌های ورزشی، آرایشگاه‌ها و کافی‌شاپ‌ها در کوتاه‌مدت کساد شده و چه‌بسا با تداوم بحران، ورشکست شوند. با حضور طولانی‌مدت در منزل در جامعه‌ای با الگوی زندگی مردسالار، فشار انجام وظایف خانگی را برای زنان بیش‌تر کرده و موجب تنش‌هایی میان زوجین یا میان آن‌ها و کودکان و کهن‌سالان شده است. همچنین تعطیلی مدارس و دانشگاه‌ها موجب جدا شدن میلیون‌ها کودک، نوجوان و جوان از فعالیت‌های آموزشی و اجتماعی برای مدتی طولانی خواهد بود که بعداً ممکن است جبران آن به‌آسانی ممکن نباشد. از سوی دیگر تداوم وضعیت بحران و محدودیت و خود انزوایی تحمیلی یا خودخواسته، تأثیرات مخربی بر گروه‌های آسیب‌پذیری خواهد گذاشت. از همین رو لازم است تا عوامل مؤثر بر تاب‌آوری اجتماعی شهری در برابر پیامدهای پاندمی (کوید-۱۹) شناسایی شود تا بتوان از طریق این عامل گامی در جهت مقابله با این پاندمی برداشت؛ بنابراین

سؤال اصلی تحقیق حاضر به شرح زیر می‌باشد؛ عوامل مؤثر بر تاب‌آوری اجتماعی در برابر مخاطرات بیولوژیکال با تأکید بر کووید-۱۹ کدام اند؟

۲- داده‌ها و روش‌ها

۲-۱- روش تحقیق

روش تحقیق در پژوهش حاضر، به لحاظ روش توصیفی - تحلیلی و از لحاظ هدف کاربردی است. برای گردآوری داده‌های موردنیاز از روش کتابخانه‌ای (نقشه توزیع بیماری کووید ۱۹، کتاب‌ها و مقالات معتبر در راستای موضوع پژوهش) و از روش پیمایشی به‌صورت پرسش‌نامه و روش دلفی هدفمند استفاده شد. جامعه آماری تحقیق ۱۳۳۱۵۶ خانوار شهر زنجان می‌باشد که بر اساس فرمول کوکران حجم نمونه ۳۲۱ به دست آمد. جهت انتخاب نمونه‌ها برای انجام مصاحبه از روش نمونه‌گیری هدفمند (بیماران کرونایی) و سهمیه‌ای استفاده شد. برای همین منظور ابتدا به‌صورت مطالعه و مرور نظام‌مند منابع، با توجه به مبانی نظری پژوهش اقدام به گردآوری ۴۵ شاخص عوامل مؤثر در تاب‌آوری اجتماعی در برابر مخاطرات بیولوژیکال با تأکید بر کووید ۱۹ گردید و سپس به روش دلفی هدفمند باهدف استفاده از نظرات، ایده‌های خلاقانه و قابل اطمینان از ۳۰ کارشناس^۱ و شهروندان در دو مرحله بررسی و تأیید اولیه (برای رسیدن به اجماع اولیه) و در مرحله دوم، تدوین و تأیید نهایی (برای رسیدن به اجماع نهایی) اقدام به تدوین نهایی شاخص‌ها و گویه‌های تاب‌آوری اجتماعی در برابر مخاطرات بیولوژیکال با تأکید بر کووید ۱۹- گردید که حاصل این مرحله ۲۲ شاخص مفهومی نهایی در جدول (۱) می‌باشد که نهایی شد. جهت بررسی روایی و پایایی پرسش‌نامه در این پژوهش از دو روش اعتبار پرسش‌نامه با استفاده از دو روش صوری و اعتبار سازه (عاملی) به‌منظور ارزیابی قابلیت اعتماد پرسش‌نامه از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شده است که نتایج حاکی از آن است که پرسش‌نامه از پایایی بالا برخوردار است. آلفای کرونباخ برای دو ساختار از ۰/۷ بالاتر است که بالاتر از ۰/۵ می‌باشد. در ادامه برای تحلیل داده‌ها با استفاده از روش پیمایشی نظرات کارشناسان مرتبط با موضوع اقدام ارزش‌گذاری نهایی برای شاخصه‌های مفهومی نهایی گردیده و با استفاده از ابزارهای تحلیلی پژوهشی (از مدل تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی در قالب مدل‌سازی معادلات ساختاری) اقدام به تحلیل داده‌ها گردید.

۱ کارشناسان هدف در این بخش از تحقیق دانشگاه علوم پزشکی زنجان، اساتید گروه جغرافیای دانشگاه زنجان و کارشناسان مدیریت بحران استان زنجان بودند.

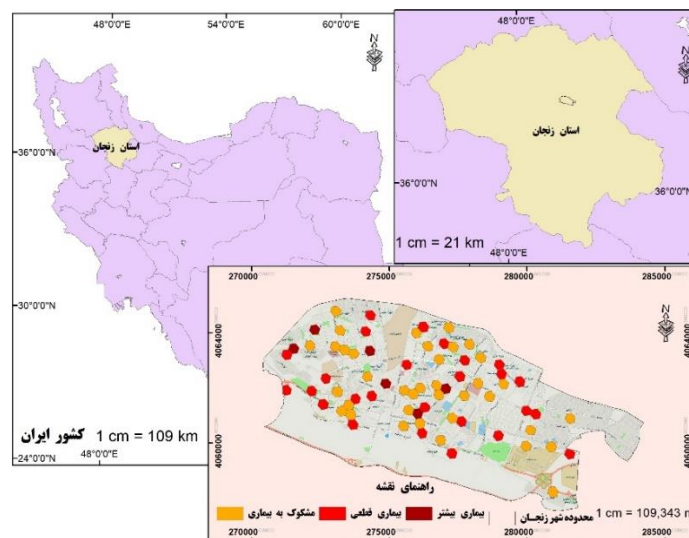
جدول ۲- شاخص‌های مفهومی استخراج شده برای شناسایی عوامل مؤثر

ردیف	گویه‌ها
۱	آگاهی از برنامه‌های ردیابی تماس با مبتلایان و اپلیکیشن‌های کووید ۱۹
۲	آموزش‌های لازم برای واکنش مناسب و مقابله منظم در ارتباط با کووید ۱۹
۳	میزان آگاهی برای قرار گرفتن در مکان‌ها و فضاهای عمومی
۴	میزان آگاهی از پروتکل‌های بهداشتی در جهت پیشگیری پاندمی کووید ۱۹
۵	میزان تحت پوشش بیمه‌های درمانی و تأمین اجتماعی
۶	میزان دسترسی به پزشک خانواده
۷	برگزاری دوره‌های خودمراقبتی در پیشگیری از کووید ۱۹
۸	معتقدم در قبال این بحران ناخواسته مصلحتی است
۹	اثرات بحران کرونا بر انگیزه ادامه حیات
۱۰	میزان اثرات فاصله‌گذاری اجتماعی و فیزیکی از شیوع کرونا و ویروس
۱۱	استفاده از اپلیکیشن‌های ردیابی تماس و کرونا روی تلفن همراه مرتبط با کرونا و ویروس
۱۲	میزان عملکرد در راستای پیشگیری یا گسترش ویروس کرونا، در مقایسه با عملکرد دیگران
۱۳	دارای مهارت‌های خودمراقبتی در برابر ویروس همه‌گیر کرونا
۱۴	سازگاری با تغییرات شرایط کرونایی
۱۵	ارزیابی رفتارهای سلامتی در مقایسه با قبل از شیوع کرونا
۱۶	کاهش شیوع بیماری کووید -۱۹ از طریق کار گروهی و تیمی
۱۷	میزان اعتماد به مدیران شهری در راستای کاهش بیماری کووید -۱۹ در بین افراد منطقه
۱۸	عملکرد مدیران شهری در راستای شفاف‌سازی در مقابله با کووید -۱۹
۱۹	دسترسی به مراکز درمانی بیمارستان، اورژانس، داروخانه و....
۲۰	رضایت ساکنان از وضعیت عملکردی نهادهای مؤثر در کاهش اثرات ناشی از کووید -۱۹
۲۱	دسترسی به اینترنت
۲۲	برنامه‌ریزی نهادهای دولتی و محلی برای جلوگیری از پیامدها و خسارات ناشی از کووید -۱۹

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

۲-۲- قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

شهر زنجان بر سر راه دو کلان‌شهر تهران - تبریز و از شهرهای بخش شرقی استان زنجان و در ارتفاع متوسط ۱۶۶۳ متر از سطح دریا واقع گردیده است. موقعیت جغرافیایی شهر منطبق بر ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه عرض شمالی از خط استوا است. فاصله شهر زنجان تا پایتخت ایران ۳۳۰ کیلومتر می‌باشد (طرح تفصیلی شهر زنجان، ۱۳۸۵). شکل شماره (۲) موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- توزیع پاندمی کووید-۱۹ و موقعیت منطقه مورد مطالعه

منبع اپلیکیشن ماسک و نگارندگان، ۱۳۹۹

۳- نتایج و بحث

پیش از اقدام به تبیین عوامل مؤثر تاب‌آوری اجتماعی در برابر مخاطرات بیولوژیکال با تأکید بر کووید-۱۹ با استفاده از روش تحلیل عاملی از یک سو باید از کافی بودن حجم نمونه جهت تحلیل عاملی اکتشافی اطمینان حاصل نمود. یکی از روش‌های بررسی کفایت نمونه جهت تحلیل عاملی محاسبه شاخص کفایت نمونه است. در صورتی که مقدار آن کمتر از ۰/۷ باشد داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب نخواهند بود، نتایج حاصل از آن نشان داد آماره KMO میزان ۰/۸۵۶ با میزان خطای ۰/۰۰۰ به دست آمده است؛ بنابراین حجم نمونه برای تحلیل عاملی کافی است. از سوی دیگر برای اطمینان از مناسب بودن داده‌ها را تحلیل عاملی مبنی بر این اینکه ماتریس همبستگی که پایه تحلیل عاملی قرار می‌گیرد در جامعه برابر با صفر نیست، باید از آزمون بارتلت استفاده کرد نتایج حاصل از آزمون بارتلت نشان داد که مقدار آن برابر با ۱۵۲۸/۳۲۱ با میزان خطای ۰/۰۰۰ می‌باشد؛ بنابراین نتایج گویای معنای مناسب بودند داده‌های گردآوری شده می‌باشد.

جدول ۳- مقدار آزمون kmo و بارتلت برای شناسایی عوامل مؤثر تاب‌آوری اجتماعی در برابر کووید ۱۹

آزمون	بارتلت	مقدار kmo	میزان خطا (sig)
مقادیر	۱۵۲۸/۳۲۱	۰/۸۵۶	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

بعد از مراحل مذکور از تحلیل عاملی اکتشافی در نرم افزار ایموس برای تبیین عوامل مؤثر تاب آوری اجتماعی در برابر کووید ۱۹- استفاده شد در این مرحله برحسب شاخص های مفهومی برگزاری شده و بر اساس روش چرخش عملیاتی مدل، اقدام به شناسایی عوامل اصلی تبیین کننده تاب آوری اجتماعی در برابر پاندمی کووید ۱۹ در شهر زنجان شد. نتایج جدول ۴، چهار عامل اصلی را نشان می دهد که ۲۲ شاخص مفهومی تبیین کننده را بر اساس بار عاملی عملیاتی می کند و عامل اول با ۶ شاخص مفهومی را باتوجه به قرابت مفهومی و عملیاتی در کنار هم قرار می دهد و نتایج مفهومی برای عامل اول نشان می دهد که شاخص آگاهی از برنامه های ردیابی تماس با مبتلایان و اپلیکیشن های کووید ۱۹ با بیشترین بار عاملی ۰/۸۳ و میزان دسترسی به پزشک خانواده دارای کمترین میزان بار عاملی ۰/۵۸ در این فرایند می باشد و باتوجه به مفاهیم استنباط شده می توان عنوان آگاهی و سلامت را برای عامل اول نام گذاری کرد. میزان آگاهی و اطلاعات افراد در مورد پاندمی کووید ۱۹ و سلامت به کمک مطالعه و فناوری اطلاعات و همچنین این مقوله بیانگر نحوه واکنش شهروندان با پیامدهای پاندمی کووید ۱۹ می باشد؛ بنابراین می توان گفت آگاهی و میزان سلامت برای واکنش به پاندمی کووید ۱۹ و رویارویی مناسب با آن، اصلی مهم در مدیریت و ارتقاء تاب آوری اجتماعی در برابر پاندمی کووید ۱۹ است. ۴ شاخص مفهومی با ضریب پایایی ۰/۷۸ جهت تبیین عامل دوم تاب آوری اجتماعی در برابر پاندمی کووید ۱۹ در شهر زنجان با استفاده از عامل اکتشافی مورد شناسایی قرارگرفت است این فرایند نشان می دهد که باتوجه به اهمیت این عامل مقوله های مانند اثرات بحران کووید ۱۹ بر انگیزه ادامه حیات در شهر زنجان با بیشترین بار عاملی ۰/۹۵ و میزان اثرات فاصله گذاری اجتماعی و فیزیکی از شیوع کووید ۱۹ و ویروس بار عاملی ۰/۴۰ و برگزاری دوره های خودمراقبتی در پیشگیری از کووید ۱۹ دارای کمترین بار عاملی ۰/۳۸ برای تبیین تاب آوری اجتماعی در برابر پاندمی کووید ۱۹ می باشد و باتوجه به بار مفهومی شاخص های مفهومی شناسایی شده توسط مدل ذکر شده می توان این عامل را با عنوان عامل نگرش نام گذاری کرد. نگرش و باورهای خانوارها مبنی بر وجود این پاندمی، انجام اقداماتی برای کاهش اثرات زیان بار آن در بین خانوارها دارای حائز اهمیت است.

جدول ۴- نتایج شاخص های مفهومی استخراج شده برای شناسایی عوامل مؤثر بر تاب آوری اجتماعی

ابعاد	ردیف	گویه ها	بار عاملی	K
آگاهی و سلامت (F1)	A1	آگاهی از برنامه های ردیابی تماس با مبتلایان و اپلیکیشن های کووید ۱۹	۰/۸۹	۰/۷۴
	A4	آموزش های لازم برای واکنش مناسب و مقابله منظم در ارتباط با کووید ۱۹	۰/۷۸	
	A3	میزان تحت پوشش بیمه های درمانی و تأمین اجتماعی	۰/۶۹	
	A2	میزان آگاهی از پروتکل های بهداشتی در جهت پیشگیری پاندمی کووید ۱۹	۰/۵۹	
	A5	میزان آگاهی برای قرارگرفتن در مکان ها و فضاهای عمومی	۰/۵۶	
	A6	میزان دسترسی به پزشک خانواده	۰/۵۸	

ابعاد	ردیف	گویه‌ها	بارعاملی	K
تغییر (F2)	B1	برگزاری دوره‌های خودمراقبتی در پیشگیری از کووید ۱۹	۰/۳۷	۰/۷۸
	B2	معتقدم در قبال این بحران ناخواسته مصلحتی است	۰/۶۴	
	B3	اثرات بحران کووید ۱۹ بر انگیزه ادامه حیات	۰/۹۹	
	B4	میزان اثرات فاصله‌گذاری اجتماعی و فیزیکی از شیوع کرونا و ویروس	۰/۴۰	
مهارت (F3)	C1	استفاده از اپلیکیشن‌های ردیابی تماس و کرونا روی تلفن همراه مرتبط با کرونا و ویروس	۰/۵۸	۰/۸۲
	C2	میزان عملکرد در راستای پیشگیری یا گسترش ویروس کرونا، در مقایسه با عملکرد دیگران	۰/۸۳	
	C3	دارای مهارت‌های خودمراقبتی در برابر ویروس همه‌گیر کرونا	۰/۷۵	
	C4	سازگاری با تغییرات شرایط کرونایی	۰/۶۹	
	C5	رفتارهای سلامتی در مقایسه با قبل از شیوع کرونا	۰/۴۸	
سرمایه اجتماعی و عدالت (F4)	D1	کاهش شیوع بیماری کووید ۱۹- از طریق کار گروهی و تیمی	۰/۶۸	۰/۷۳
	D2	میزان اعتماد به مدیران شهری در راستای کاهش بیماری کووید ۱۹- در بین افراد منطقه	۰/۶۰	
	D3	عملکرد مدیران شهری در راستای شفاف‌سازی در مقابله با کووید ۱۹-	۰/۸۳	
	D4	دسترسی به مراکز درمانی بیمارستان، اورژانس، داروخانه و....	۰/۹۸	
	D5	رضایت ساکنان از وضعیت عملکردی نهادهای مؤثر در کاهش اثرات ناشی از کووید ۱۹-	۰/۸۳	
	D6	دسترسی به اینترنت	۰/۷۰	
	D7	برنامه‌ریزی نهادهای دولتی و محلی برای جلوگیری از پیامدها و خسارات ناشی از کووید ۱۹	۰/۶۷	

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

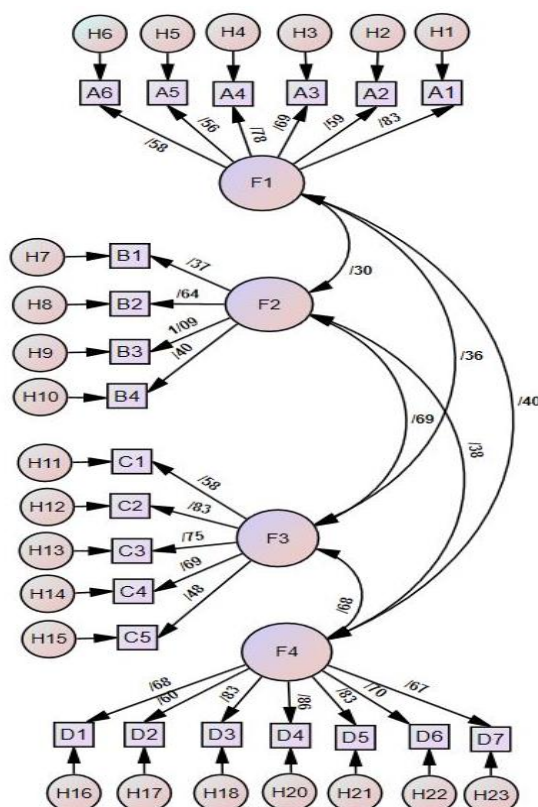
تحلیل مقوله‌های به‌کاررفته برای عامل سوم با ضریب پایایی ۰/۸۲ نشان می‌دهد که میزان عملکرد در راستای پیشگیری یا گسترش ویروس کرونا، در مقایسه با عملکرد دیگران با بیشترین بار عاملی ۰/۸۳ و شاخصه مفهومی رفتارهای سلامتی در مقایسه با قبل از شیوع کووید ۱۹ دارای کمترین بار عاملی ۰/۴۸ می‌باشد و باتوجه‌به بار مفهومی و معنایی ۶ مشخصه می‌توان عنوان مهارت را برای آن نام‌گذاری کرد؛ چراکه مهارت یکی از مهم‌ترین عامل‌های ارتقاء تاب‌آوری اجتماعی برای مقابله با این پاندمی است به همین دلیل وضعیت مهارت خانوارها در دوره کرونایی باید سنجش شود. ۷ شاخصه مفهومی شناسایی شده برای عامل چهارم شناسایی شدند که شاخصه دسترسی به مراکز درمانی بیمارستان، اورژانس، داروخانه و... دارای بیشترین بار عاملی ۰/۹۸ و شاخصه میزان اعتماد به مدیران شهری در راستای کاهش بیماری کووید ۱۹- در بین افراد منطقه دارای کمترین بار عاملی ۰/۶۰ می‌باشد؛ بنابراین باتوجه‌به بار مفهومی و محتوای شاخص‌ها می‌توان عنوان سرمایه اجتماعی و عدالت را برای آن نام‌گذاری کرد. بعد از شناسایی عوامل تاب‌آوری اجتماعی در برابر پاندمی کرونا در شهر زنجان، ارتباط ساختاری این عوامل در تبیین تاب‌آوری در شهر زنجان مورد تحلیل قرار گرفت. برای این منظور از تحلیل عاملی تأییدی در قالب نرم‌افزار مدل‌سازی ساختاری ایموس استفاده شد. در راستای نمایه‌های آماری استخراج‌شده از مدل مذکور در مدل‌سازی معادلات ساختاری نشان از معناداری ارتباط ساختاری عامل‌های استخراج‌شده دارد.

جدول ۵- آماره ساختار عاملی تأییدی پیشران‌های استخراج‌شده

Rmse	CFI	GFI	P	CMIN/DF	Df	X ²	
۰/۰۴۵	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۰۰۲	۲/۸۲	۴۸	۱۳۵/۴۹	F1
۰/۰۵۵	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۰۰۱	۲/۸۶	۴۸	۱۴۰/۲۱	F2
۰/۰۴۸	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۰۰۲	۲/۹۲	۴۹	۱۴۳/۱۲	F3
۰/۰۴۴	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۰۰۱	۲/۹۷	۴۹	۱۴۵/۵۴	F4

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

همان‌طور که شاخص‌های برازندگی جدول ۳ نشان می‌دهد، داده‌های این پژوهش با ساختار عاملی و زیربنای نظری تحقیق برازش مناسبی دارد و تمامی آن‌ها دارای وضعیت مناسب با توجه به حد آستانه‌های تعریف‌شده برای آن‌ها دارد؛ چراکه از الگوی برازش مناسبی برخوردار است که نسبت X^2 به درجه آزادی (DF) کمتر از ۳ باشد و مقدار RMSEA کمتر از ۰/۱۰ باشد. در الگوی حاضر مقدار RMSEA کمتر از ۰/۰۵۵ و مقدار X^2 به درجه آزادی (DF) کمتر از ۳ می‌باشد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که الگوی مفهومی تحقیق حاضر، تناسب مناسبی با داده‌های جمع‌آوری شده دارد.



شکل ۲- مدل‌سازی ارتباط متقابل بین عوامل مؤثر تبیین‌کننده تاب‌آوری اجتماعی در برابر پاندمی کووید ۱۹

مدل‌سازی ارتباط متقابل عوامل مؤثر تبیین‌کننده تاب‌آوری اجتماعی در برابر پاندمی کووید ۱۹ نشان می‌دهد که ارتباط معناداری بین عوامل شناسایی شده جهت تبیین تاب‌آوری اجتماعی در شهر زنجان وجود دارد. در این بین بیشترین میزان ضریب رگرسیون وزن‌دار به دست آمده مربوط به ارتباط متقابل مهارت (F3) با نگرش (F2) با ضریب رگرسیونی وزن‌دار ۰,۶۹ می‌باشد که نشان‌دهنده اهمیت این دو عامل در تبیین عوامل تاب‌آوری اجتماعی در برابر پاندمی کووید ۱۹ است. بعد از این دو عامل، عامل سرمایه اجتماعی و عدالت (F4) با نگرش (F2) با ضریب رگرسیونی وزن‌دار ۰,۶۸ از اهمیت بیشتری نسبت به سایر عوامل برخوردار می‌باشد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که عوامل مؤثر شناسایی شده در برابر پاندمی کووید ۱۹ از ارتباط دوسویه معناداری در راستای تبیین عوامل مؤثر تاب‌آوری اجتماعی دارند.

۴- نتیجه‌گیری

در بحران کنونی، مفهوم تاب‌آوری اغلب برای تجزیه و تحلیل فرایندهای بازیابی سیستم‌ها از تکانه‌های موقت و شوک‌ها استفاده می‌شود. تاب‌آوری به این مفهوم برای توصیف اینکه سیستم‌ها بتواند تکانه‌های موقت یا دائم را جذب کرده و بدون اینکه ثبات خود را از دست بدهد، به سرعت با شرایط در حال تغییر سازگار شود، اشاره دارد و هر بحران و تکانه ویژگی‌های خاص خود را دارد، اما از نظر مقیاس و مدت زمان متفاوت است (جدول ۱). بحران فعلی (کووید ۱۹) نمونه بارز از یک بحران همه‌گیر است که می‌تواند به عنوان تکانه و شوک جهانی در نظر گرفته شود، یک رویداد سریع با عواقب بسیار خطرناک که می‌تواند حداقل دو قاره را پوشش دهد و برآیند آن، اغلب با یک بحران بهداشتی و همچنین بحران اجتماعی مرتبط است. در این میان، تبیین تاب‌آوری به عنوان یکی از رویکردهای نوین در برنامه‌ریزی شهری در برابر پاندمی‌ها بالأخص پاندمی کرونا (کووید ۱۹) اهمیت بسیار زیادی دارد. بدین‌سان در دهه‌های اخیر، در سطح جهانی، تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات شکل گرفت؛ به طوری که دیدگاه غالب از تمرکز صفر بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل مخاطرات تغییر پیدا کرده است. بر اساس این نگرش، برنامه‌ریزی‌های کاهش مخاطرات و برنامه‌های آن به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آوری شده‌اند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری اجتماعی توجه می‌کنند. در این چارچوب با توجه به تجربه جهانی کرونا و پارادایمیک برنامه‌ریزی از درون افراد پذیرفته‌اند که تاب‌آوری اجتماعی، یکی از عوامل زیربنایی حرکتی برای مهار کووید ۱۹ خواهد بود و تاب‌آوری اجتماعی به عنوان توانایی یا ظرفیت افراد، واحدهای اجتماعی و سیستم‌های اجتماعی از خانواده‌ها گرفته تا جامعه وسیع‌تر برای مقابله، مقاومت و بازیابی از یک فاجعه توصیف می‌شود و آن به ظرفیت یک جامعه یا اجتماع محلی در مقابله و انطباق با اختلالات و تغییرات اشاره دارد و توانایی جوامع برای خودسازمان‌دهی، تنظیم تنش‌ها و افزایش ظرفیت خود برای یادگیری را انطباق و پوشش می‌دهد. همه تعاریف نهادهای اجتماعی چه اشخاص، سازمان‌ها و جوامع از تاب‌آوری اجتماعی

مربوط به توانایی‌ها و ظرفیت‌های آن‌ها برای تحمل، جذب و مقابله انواع تهدیدهای زیست‌محیطی و اجتماعی است. تاب‌آوری اجتماعی به دلیل تأثیر فراوان بلایا بر مردم و جوامع، توسط بسیاری از محققان به‌عنوان یک مؤلفه کلیدی در تاب‌آوری در نظر گرفته می‌شود و به‌عنوان توانایی یا ظرفیت افراد، واحدهای اجتماعی (مانند جوامع، سازمان‌های اجتماعی) و سیستم‌های اجتماعی از خانواده‌ها گرفته تا جامعه وسیع‌تر برای مقابله، مقاومت و بازیابی از یک فاجعه توصیف می‌شود؛ بنابراین باید نخست، عوامل مؤثر بر تاب‌آوری اجتماعی در برابر پاندمی کرونا شناسایی شود. برای مشخص کردن عوامل مؤثر بر تاب‌آوری اجتماعی در شهر زنجان که یکی از شهرهای ایران است که در معرض آلودگی پاندمی کووید ۱۹ قرار گرفته است، از مدل تحلیل عاملی در نرم‌افزار ایموس استفاده شد. از همین رو باتوجه به تعداد معیارهای تحقیق از ۴۵ شاخص مفهومی تبیین عوامل مؤثر در تاب‌آوری اجتماعی در برابر پاندمی کووید ۱۹ گردآوری شده با استفاده از مدل مذکور ۲۲ شاخص مفهومی با ۴ شاخص شناسایی شدند. نتایج حاصل از مدل مذکور نشان داد که از بین ۲۲ شاخص مفهومی در عامل اول با عنوان آگاهی و سلامت با نماد (F1) شاخصه مفهومی آگاهی از برنامه‌های ردیابی تماس با مبتلایان و اپلیکیشن‌های کووید ۱۹ با بیشترین بار عاملی ۰,۸۳ و در عامل دوم با عنوان نگرش با نماد (F2) شاخصه مفهومی اثرات بحران کووید ۱۹ بر انگیزه ادامه حیات با بیشترین بار عاملی ۰,۹۹ و در عامل سوم با عنوان مهارت با نماد (F3) شاخصه مفهومی میزان عملکرد در راستای پیشگیری یا گسترش ویروس کرونا، در مقایسه با عملکرد دیگران با بیشترین بار عاملی ۰,۸۳ و در نهایت در عامل چهارم با عنوان سرمایه اجتماعی و عدالت (F4) شاخصه مفهومی دسترسی به مراکز درمانی بیمارستان، اورژانس، داروخانه و.... با بیشترین بار عاملی ۰,۹۸ شناسایی شدند؛ بنابراین مدل‌سازی ارتباط متقابل عوامل مؤثر تبیین‌کننده تاب‌آوری اجتماعی در برابر پاندمی کووید ۱۹ نشان می‌دهد که ارتباط معناداری بین عوامل شناسایی شده جهت تبیین تاب‌آوری اجتماعی در برابر پاندمی کووید ۱۹ در شهر زنجان وجود دارد. در این بین بیشترین میزان ضریب رگرسیون وزن‌دار به‌دست‌آمده مربوط به ارتباط متقابل مهارت (F3) با نگرش (F2) با ضریب رگرسیونی وزن‌دار ۰,۶۹ می‌باشد که نشان‌دهنده اهمیت این دو عامل در تبیین عوامل تاب‌آوری اجتماعی در برابر پاندمی کووید ۱۹ است.

کتابنامه

- بسطامی‌نیا، امیر؛ رضائی، محمدرضا؛ سرائی، محمدحسین؛ ۱۳۹۷. تبیین و تحلیل تاب‌آوری اجتماعی برای مقابله با سوانح طبیعی. فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران. ۸ (۳): ۲۰۹-۲۲۴.
- رفیعیان، مجتبی؛ رضایی، محمدرضا؛ عسگری، علی؛ پرهیزکار، اکبر؛ شایان، سیاوش؛ ۱۳۹۰. تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع‌محور (CBDM). برنامه‌ریزی و آمایش فضا. ۱۵ (۴): ۱۹-۴۱.

مرکز پژوهش‌های مجلس؛ ۱۳۹۹. درباره مقابله با شیوع ویروس کرونا (۲۸) چالش‌های خانواده ایرانی در مواجهه با کرونا. گزارش پژوهشی، معاونت پژوهش‌های فرهنگی و اجتماعی، دفتر مطالعات آموزش و فرهنگ. قابل دسترسی در پایگاه مجازی مرکز پژوهش‌های مجلس.

مرکز پژوهش‌های مجلس؛ ۱۳۹۹. درباره مقابله با شیوع ویروس کرونا (۳۲) بررسی ابعاد گسترش ویروس کرونا بر حوزه شهری و شهرسازی. گزارش پژوهشی، معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی، دفتر مطالعات زیربنایی. قابل دسترسی در پایگاه مجازی مرکز پژوهش‌های مجلس.

میرزایی، محمد؛ دارابی، سعد اله؛ باباپور، میترا؛ ۱۳۹۶. سال‌خوردگی جمعیت در ایران و هزینه‌های رو به افزایش بهداشت و درمان. *سالمند: مجله سالمندی ایران*. ۱۲ (۲): ۱۵۶-۱۶۹.

- Acuto, M., 2020. COVID-19: Lessons for an Urban (izing) World, *On Earth Journal*, Cell Press, pp 317-319.
- Almond, D., 2006. Is the 1918 influenza pandemic over? Long-term effects of in utero influenza exposure in the post-1940 U.S. population. *Journal of Political Economy*, 114(4), 672-712. <https://doi.org/10.1086/507154>
- Bill Lindeke 2020. It's Not Density That's Driving the American Pandemic, *Streets MN* (<https://streets.mn>); at <https://streets.mn/2020/03/24/its-not-density-thats-driving-the-american-pandemic>.
- Burton, C. G. 2015. A validation of metrics for community resilience to natural hazards and disasters using the recovery from Hurricane Katrina as a case study. *Annals of the Association of American Geographers*, 105(1), 67-86.
- CEBM (2020. Global COVID-19 Case Fatality Rates, Centre for Evidence-Based Medicine (www.cebm.net); at www.cebm.net/COVID-19/global-COVID-19-case-fatality-rates.
- Cinner, J.; Fuentes, M. M. P. B. and Randriamahazo, H., 2009. "Exploring social resilience in Madagascar's marine protected areas", In: *Ecology and Society* 14(1), 41.
- Cutter, Susan I. et al., 2008. "Community and regional resilience: Perspectives from hazards disasters and emergency management, Community and Regional Resilience Initiative," CARRI Research Report 1, pp. 1-19.
- Daneshpour, Z. A., 2020. Out of the coronavirus crisis, a new kind of urban planning must be born.
- Dennis Normile., 2020. "Coronavirus Cases have Dropped Sharply in South Korea. What's the Secret to its Success?" *Science*, 17 March (www.sciencemag.org); at <https://bit.ly/39wxa29>.
- Dinh, H., & Pearson, L., 2015. Specifying community economic resilience-a framework for measurement (No. 426-2016-27235).
- Fleming, D. O., 2006. Risk assessment of biological hazards. *Biological Safety: Principles and Practices*, 79-91.
- Hall, P. A., & Lamont, M., (2013). *Social resilience in the neoliberal era*. Cambridge University Press.
- Keck, M. and P. Sakdapolrak., 2013. "What is social resilience? Lessons learned and ways forward." *Erdkunde*: 5-1.7
- Kluge, H. H. P., 2020. Statement-Physical and mental health key to resilience during COVID-19 pandemic.

- Kwok, A. H., Doyle, E. E. H., Becker, J., Johnston, D., & Paton, D., 2016. What is 'social resilience'? Perspectives of disaster researchers, emergency management practitioners, and policymakers in New Zealand. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 19, 197-211.
- Lee, V. J., Ho, M., Kai, C. W., Aguilera, X., Heymann, D., & Wilder-Smith, A., 2020. Epidemic preparedness in urban settings: new challenges and opportunities. *The Lancet Infectious Diseases*, 20(5), 527529.-
- Litman, T., 2020. Pandemic-Resilient Community Planning. Victoria Transport Policy Institute.
- Maguire, B., & Hagan, P., 2007. Disasters and communities: understanding social resilience. *Australian Journal of Emergency Management*, the, 22(2), 16.
- Maldonado-González, A. L., Cruz-Sánchez, G. E., Bello-Benavides, L. O., & González-Gaudio, E. J., 2019. Shared commitments towards social resilience in populations vulnerable to extreme weather conditions. *Southern African Journal of Environmental Education*, 35.(١)
- Martí, P., García-Mayor, C., & Serrano-Estrada, L., 2019. Identifying opportunity places for urban regeneration through LBSNs. *Cities*, 90, 191-206.
- Martinelli, k., 2019. A Guide to the Most Common Workplace Hazards, high speed training. co. uk.
- Matthew, R. A., & McDonald, B., 2006. Cities under siege: Urban planning and the threat of infectious disease. *Journal of the American Planning Association*, 72(1), 109-117.
- National Institutes of Health., 2007. Understanding emerging and re-emerging infectious diseases. Biological sciences curriculum study. NIH Curriculum Supplement Series. National Institutes of Health, Bethesda, MD.
- Ortiz, E., 2008. Towards a World Charter for the Right to the City. UNESCO, 2008, 97-106.
- Oxford, J. S., 2001. The so-called Great Spanish Influenza Pandemic of 1918 may have originated in France in 1916. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B, 356:1857–1859.
- Oxford, J. S., Sefton, A., Jackson, R., Innes, W., Daniels, R. S., and Johnson, N. P. A. S., 2002. World War I may have allowed the emergence of "Spanish" influenza. *The Lancet Infectious Diseases*, 2:111–114.
- Pelling, M., 2020. Tomorrow's Cities and Covid-19: A discussion document, UK Research and Innovation, Commentary accessed from <https://www.tomorrowcities.org/tomorrows-cities-and-covid-19-discussion>
- Ramesh, S., 2015. Biological and environmental hazards, risks, and disasters. *Biological and environmental hazards, risks, and disasters*.
- Ramesh, S., 2015. Biological and environmental hazards, risks, and disasters. *Biological and environmental hazards, risks, and disasters*.
- Reimers, F. M., & Schleicher, A. (2020). A framework to guide an education response to the COVID-19 Pandemic of 2020. OECD. Retrieved April, 14, 2020.
- Robert Steuteville., 2020. "Facts Don't Support the 'Density Is Dangerous' Narrative," Public Square (www.cnu.org); at www.cnu.org/publicsquare/2020/03/23/plague-don.
- Robinson, L., 2017. Words into Action Guidelines: National Disaster Risk Assessment, special topic: Public Communication for Disaster Risk Reduction. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR).
- Ross, Helen; Cuthill, Michael; Maclean, Kirsten; Jansen, Danni & Witt, Bradd., 2010. Understanding, Enhancing and Managing for Social resilience at the regional scale: opportunities in north Queensland.

- Ruiqi Li, Peter Richmond and Bertrand M. Roehner,. 2018. "Effect of Population Density on Epidemics," *Physica A*, Vol. 510, pp. 713-724 (doi.org/10.1016/j.physa.2018.07.025); at <https://bit.ly/2R9TFn5>.
- Sadati, A. K., MH, B. L., & Bagheri Lankarani, K., 2020. Risk Society, Global Vulnerability and Fragile Resilience; Sociological View on the Coronavirus Outbreak. *Shiraz E-Med J*, 21, e102263.
- Saja, A. A., Goonetilleke, A., Teo, M., & Ziyath, A. M., 2019. A critical review of social resilience assessment frameworks in disaster management. *International journal of disaster risk reduction*, 35, 101096.
- Saja, A. A., Teo, M., Goonetilleke, A., Ziyath, A. M., & Gunatilake, J., 2020. Selection of surrogates to assess social resilience in disaster management using multi-criteria decision analysis. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*.
- Saja, A. M. A., 2020. Surrogate approach to assess social resilience in disaster management (Doctoral dissertation, Queensland University of Technology).
- Shatnawi, M., Lazarova-Molnar, S., & Zaki, N., 2013. Modeling and simulation of epidemic spread: Recent advances. In 2013 9th International Conference on Innovations in Information Technology (IIT) (pp. 118-123). IEEE.
- Shroder, J. F., 2015. Biological and environmental hazards, risks, and disasters. Elsevier.
- Stohlgren, T. J., & Schnase, J. L., 2006. Risk analysis for biological hazards: what we need to know about invasive species. *Risk Analysis: An International Journal*, 26(1), 163-173.
- T. Easton, K. Carlyle, J. Anderson, and M. James., 2011. "Simulating the Spread of an Epidemic in a Small Rural Kansas Town," *International Journal of Artificial Life Research (IJALR)*, vol. 2, pp. 95-104.
- United Nations. (2015). Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030.
- Wilder-Smith, A.; Chiew, C.J.; Lee, V.J., 2020. Can we contain the covid-19 outbreak with the same measures as for SARS? *Lancet Infect. Dis*.
- World Health Organization., 2020. Considerations for public health and social measures in the workplace in the context of COVID-19: annex to considerations in adjusting public health and social measures in the context of COVID-19, 10 May 2020 (No. WHO/2019-nCoV/Adjusting_PH_measures/Workplaces /2020.1). World Health Organization.
- Wu, A., Peng, Y., Huang, B., Ding, X., Wang, X., Niu, P., et al., 2020. Genome composition and divergence of the novel coronavirus (2019-nCoV) originating in China. *Cell Host Microbe* 27, 325–328.



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۲۱-۳۹

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoh.2021.67235.0>

مقاله پژوهشی

کارایی مدل ویکور در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز سد گلال استان ایلام

فتح‌الله نادری^۱ - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

بهروز ناصری - استادیار گروه منابع طبیعی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران

نعمت اله بسطامی - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۸/۲۶ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۱/۲۵ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۲/۲

چکیده

پدیده زمین‌لغزش یکی از مخاطرات طبیعی است که همواره با خسارات مالی و جانی همراه است. شناخت عوامل ایجاد و گونه‌های مختلف آن برای ما از اهمیت بالایی برخوردار است. شناسایی و تعیین مناطق حساس و مستعد زمین‌لغزش می‌تواند ضمن جلوگیری از بروز خسارت‌ها، زمینه را برای اجرای طرح‌های پایدارسازی دامنه‌ها فراهم آورد. در پژوهش حاضر ارزیابی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز سد گلال استان ایلام با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه ویکور انجام شده است. بر این اساس، از بین عوامل مختلف تعداد ۸ پارامتر زمین‌شناسی، ارتفاع، شیب، بارش، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده و کاربری اراضی به‌عنوان مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش‌های منطقه، تشخیص داده شدند. سپس ضریب اهمیت هرکدام از عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش، با روش تحلیل سلسله مراتبی سیستم‌ها به دست آمد که معیارهای زمین‌شناسی، شیب و بارش بیشترین ضریب اهمیت را کسب کردند. سپس بر پایه الگوریتم بهینه‌سازی ویکور، درجه سودمندی و پشیمانی انتخاب گزینه‌های برتر (زیر حوضه‌ها)، مشخص و در پایان با محاسبه میزان شاخص بهینه ویکور (Q)، زیر حوضه‌ها برحسب درجه حساسیت پذیری به زمین‌لغزش در سه کلاس کیفی حساسیت‌پذیری کم، متوسط و زیاد طبقه‌بندی شدند. نتایج نشان داد زیر حوضه‌های بان سوهان، پلکانه و حاجی بختیار بیشترین حساسیت پذیری و زیرحوضه های چگان، داره میرناصر و چگاه دارای کمترین حساسیت‌پذیری به وقوع زمین‌لغزش هستند. از انطباق

نقشه‌های پهنه‌بندی و زمین‌لغزش‌های منطقه می‌توان به صحت نقشه حاصل پی برد و همچنین مشخص شد که مدل ویکور مورد استفاده در این پژوهش روش کاملاً مناسبی جهت پهنه‌بندی خطر احتمال وقوع زمین‌لغزش در حوضه مورد مطالعه است.

کلیدواژه‌ها: زمین‌لغزش، تصمیم‌گیری چند شاخصه، ویکور، سد گلال، ایلام.

۱- مقدمه

بلایای طبیعی به‌عنوان بزرگ‌ترین دشمن انسان باعث کشته و مجروح شدن سالانه صدها هزار نفر و بی‌خانمان شدن میلیون‌ها نفر در سراسر جهان می‌شود. کشور ایران یکی از ۱۰ کشور در معرض تهدید مخاطرات طبیعی، تقریباً همه‌ساله شاهد وقوع انواع مخاطرات ناشی از وقوع زمین‌لغزش‌ها است (فیض نیا و احمدی، ۱۳۸۰). از این رهگذر زمین‌لغزش یکی از معضلات جهانی پیش روی انسان دارای اهمیت خاص است که با توجه به اینکه زمین‌لغزش‌ها نسبت به سایر بلایای طبیعی مدیریت پذیرتر هستند؛ لذا شناخت این پدیده در راستای جلوگیری از خسارات ناشی از آن از اهمیت زیادی برخوردار است. کشور ایران نیز به دلیل مساعد بودن شرایط جغرافیایی و فقدان مدیریت جامع محیطی و عدم رعایت آستانه‌های محیطی به‌عنوان یک کشور پرخطر به شمار می‌آید و هر ساله این پدیده زمین‌لغزش در مناطق کوهستانی و مرتفع کشور خسارات و صدمات قابل توجهی به بار می‌آورد. عوامل طبیعی به وجود آورنده زمین‌لغزش‌ها شامل وجود یک شیب کافی برای لغزش، قرار داشتن یک قشر کم نفوذ در عمقی از خاک، وجود آب کافی برای اشباع قسمتی از خاک که بلافاصله روی قشر کم قرار دارد. همچنین عوامل انسانی شامل کارهایی که انسان‌ها از روی بی‌احتیاطی انجام می‌دهند. شناسایی و انتخاب مناسب‌ترین روش برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش باعث می‌شود با اطمینان بالاتری به نتایج، برای پیشگیری یا بهبود شرایط، اقدامات لازم انجام شود. اهمیت این نقشه‌ها در مراحل، برنامه‌ریزی، فعالیت‌های عمرانی، حفاظت خاک و... باعث شده است تا گروه زیادی از محققین، تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش را مورد توجه قرار دهند. با استفاده از نتایج چنین تحقیقاتی می‌توان نقشه‌های خطر زمین‌لغزش را رسم کرده و از آن‌ها در بررسی و مطالعه راه‌های پیشگیری و کنترل زمین‌لغزش استفاده کرد.

تاکنون تحقیقات محدود و انگشت‌شماری در زمینه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با مدل ویکور در داخل و خارج کشور انجام گرفته است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان مطالعات زیر را برشمرد. سپهر و همکاران (۱۳۹۲)، نقشه حساسیت پذیری زمین‌لغزش دامنه‌های شمالی بینالود بر پایه الگوریتم بهینه‌سازی توافقی ویکور تهیه کردند که نتایج این تحقیق داد که زیر حوضه‌های گلمکان، اسجیل و اندرزی بیشترین حساسیت پذیری و زیر حوضه‌های خیرآباد، اقبال و چایش دارای کمترین حساسیت پذیری به وقوع زمین‌لغزش هستند. سوری و همکاران (۱۳۹۲) پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در حوضه کسمت خرم آباد را انجام دادند. نتایج

پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با روش تحلیل سلسله مراتبی نشان داد که بیش از ۵۷ درصد از مساحت منطقه در کلاس‌های خطر زیاد و خیلی زیاد قرار گرفت. نوجوان و حیاتی (۱۳۹۲) در تحقیقی پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوزه آبخیز سیاه خور اسلام‌آباد غرب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) را انجام دادند. تحلیل نتایج تحلیل سلسله مراتبی در این حوزه نشان می‌دهد فاکتورهای زمین‌شناسی، کاربری اراضی و بارش مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر وقوع زمین‌لغزش به شمار می‌روند. میرنظری و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی ارزیابی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل AHP و عملگرهای منطق فازی در حوضه آبریز پشت تنگ سرپل ذهاب (استان کرمانشاه) انجام دادند. ارزیابی مدل‌ها نشان داد که مدل فازی گامای $0/7$ از دقت بیشتری نسبت به مدل AHP در تهیه نقشه خطر زمین‌لغزش در حوضه آبریز مورد مطالعه برخوردار است. کریمی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی مدل‌های مختلف برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز زنگوان ایلام را مورد مقایسه و بررسی قرار دادند. بعد از تهیه عوامل مؤثر در زمین‌لغزش در محیط GIS با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، موقعیت دقیق زمین‌لغزش‌ها تعیین کردند و سپس پهنه‌بندی با چهار روش ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح، تحلیل سلسله مراتبی سیستم‌ها و روش پیشنهادی گوپتا و جوشی انجام گرفت. نهایتاً به‌منظور بررسی و انتخاب مناسب‌ترین مدل برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش از شاخص زمین‌لغزش استفاده شد. اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۴) پهنه‌بندی خطر سیلاب در حوضه آبخیز آق لاقان چای با استفاده از مدل ویکور را انجام دادند طبق نتایج به دست آمده، عوامل شیب، ارتفاع و فاصله از شبکه آبراهه، بیشترین تأثیر را بر ایجاد سیل در حوضه آق لاقان چای دارند. مددی و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل ویکور در حوضه آبخیز آق لاقان چای مورد ارزیابی و پهنه‌بندی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که استفاده از مجموعه‌های فازی و روش ویکور به‌عنوان یکی از روش‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره، از دقت نسبی بالایی جهت مطالعه زمین‌لغزش حوضه آق لاقان چای برخوردار است. علوی و همکاران (۱۳۹۴) پهنه‌بندی فضایی سکونتگاه‌های روستایی در معرض مخاطرات محیطی با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره ویکور در شهرستان تالش را انجام دادند که نتایج تحقیق نشان داد که از بین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مدل ویکور مناسب‌ترین تکنیک در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش است. مددی و همکاران (۱۳۹۴)، ارزیابی و پهنه‌بندی خطر ریزش با استفاده از مدل VIKOR در حوضه آبخیز آق لاقان چای را انجام دادند که نتایج مطالعه نشان می‌دهد که حوضه آق لاقان چای دارای توان بسیار بالا از لحاظ رخداد حرکات ریزشی است. حجازی و همکاران (۱۳۹۸)، ارزیابی و پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش با استفاده از مدل ویکور در حوضه آبریز حاجیلرچای را انجام دادند. نتایج پژوهش نشان دهنده این است که در حدود $20/22$ درصد از مساحت حوضه حاجیلرچای، احتمال وقوع زمین‌لغزش خیلی زیاد بوده است. انتظاری و همکاران (۱۳۹۵)، در ارزیابی خطر ریسک زمین‌لغزش حوضه طالقان رود بر پایه الگوریتم بهینه‌سازی ویکور، به این نتیجه رسیدند که با

توجه به نقشه حساسیت پذیری زیر حوضه‌های طالقان رود بیش از ۶۰ درصد از مساحت حوضه را زیر حوضه‌هایی با شرایط حساسیت پذیری بالا و متوسط نسبت به وقوع زمین‌لغزش احاطه کرده است. بنی حبیب و چیت‌ساز (۱۳۹۵)، مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ویکور برای ارزیابی گزینه‌های مدیریت سیلاب را اجرا کردند که نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش میزان پارامتر ویکور، حساسیت مدل نسبت به تغییر پارامتر ویکور افزایش یافته است. عابدینی و همکاران (۱۳۹۶)، پهنه‌بندی خطر سیلاب در شهرستان مشکین‌شهر با استفاده از مدل ویکور را انجام دادند. نتایج مطالعه نشان داد، عوامل ارتفاع، لیتولوژی، بارش و شیب به ترتیب بیشترین تأثیر را بر ایجاد سیل در منطقه مطالعاتی دارند. زنگنه شهرکی و همکاران (۱۳۹۶)، در تحقیقی ارزیابی و تحلیل میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران در برابر زلزله با استفاده از مدل FANP و ویکور را انجام دادند. شریفی کیا و همکاران (۱۳۹۷)، طبقه‌بندی زیرحوضه های آبخیز نکارود با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره TOPSIS, SAW و VIKOR را مورد بررسی قرار دادند. نتایج ارزیابی مدل‌ها نشان داد مدل VIKOR با دقت بیشتری نسبت به مدل‌های دیگر به اولویت‌بندی و طبقه‌بندی زیرحوضه‌ها پرداخته است. امیری و همکاران (۱۳۹۷)، در تحقیقی اولویت‌بندی سیل‌خیزی زیرحوضه های آبخیز مهارلو در استان فارس با استفاده از پارامترهای مورفومتریک و مدل تصمیم‌گیری VIKOR انجام دادند. خدادادی و همکاران (۱۳۹۸)، تحلیل و پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیک (لغزش و سیل) استان البرز با استفاده از مدل‌های VIKOR-AHP و FR انجام دادند. طبق نتایج نهایی حاصل از نقشه‌های پهنه‌بندی هر یک از مخاطرات، ۳۳/۰۹ درصد سطح استان در پهنه با خطر زیاد زمین‌لغزش و ۲۱/۲۱ درصد از سطح استان در پهنه خطر متوسط سیل قرار دارند که شناسایی و پهنه‌بندی مناطق دارای پتانسیل خطر وقوع این‌گونه مخاطرات اهمیت بسیاری دارد. کماک^۱ (۲۰۰۶) در تحقیقی مدل‌سازی حساسیت زمین‌لغزش با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و چند متغیره در پیرلین اسلوونی انجام دادند. نتایج نشان می‌دهد شیب، سنگ‌شناسی، زبری زمین و نوع پوشش نقش مهمی در حساسیت به رانش زمین دارد. یلسین^۲ (۲۰۰۸) پهنه‌بندی حساسیت زمین‌لغزش با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و آمارهای دو متغیره مبتنی بر GIS در آردسن (ترکیه) را انجام داد. در این مطالعه از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، شاخص آماری (Wi) و روش ضریب وزن (Wf) برای تهیه نقشه پهنه‌بندی حساسیت زمین‌لغزش استفاده شده است. نتایج نشان داد که روش AHP تصویری واقع‌بینانه‌تر از توزیع واقعی حساسیت به لغزش زمین نسبت به روش‌های Wi و Wf ارائه می‌دهد. هوانگ^۳ و همکاران (۲۰۰۹) یک مدل اصلاح شده VIKOR برای تصمیم‌گیری با چند معیار با دیدگاه نظریه پشیمانی مورد مطالعه و بررسی قرار دادند از نتایج مثال‌ها می‌توان نتیجه گرفت که مدل پیشنهادی برای مقابله با مشکلات واقع بینانه MCDM نسبت به مدل‌های VIKOR و پشیمانی

1 Komac

2 Yalcin

3 Huang

مناسب‌تر است. دمیر^۱ و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی پهنه‌بندی حساسیت به لغزش با نسبت احتمال فرکانس و روش تحلیل سلسله مراتبی در قسمت شرقی منطقه گسل آناتولی شمالی (ترکیه) را انجام دادند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از داده‌های مکانی زمین لغزش تأیید و با مدل احتمال مقایسه گردید. خان‌لین^۲ و همکاران (۲۰۱۸) پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در منطقه لیویی^۳ ویتنام با استفاده از ارزیابی چند معیاره مبتنی بر GIS. این مطالعه به منظور تعیین وزن عوامل مؤثر بر زمین لغزش از طریق الگوریتم فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) انجام شد. ون فان^۴ و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی حساسیت زمین لغزش با استفاده از ضریب اطمینان و روش تحلیل سلسله مراتبی را مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان می‌دهد که فاصله از رودخانه، فاصله از گسل و سنگ‌شناسی مهم‌ترین عوامل مؤثر در زمین لغزش هستند. ال بچاری^۵ و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از آنالیز GIS در منطقه ساحلی صفی (مراکش) مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد که پارامترهای شیب، ساختار زمین‌شناسی و شکستگی از همبستگی قوی برخوردار است و ۷۵٪ از ناپایداری‌های موجود را شامل می‌شود. استان ایلام به دلیل خصوصیات زمین‌شناسی نظیر لیتولوژی، تکنیک، لرزه‌خیزی و شرایط آب و هوایی از جمله مناطق دارای پتانسیل زمین لغزش در کشور است. به‌طور مثال تناوب لایه‌های سخت آهکی و لایه‌های سست مارنی-شیلی در یال طاق‌دیس‌های بزرگ در سرتاسر این استان شرایط مساعدی را برای ناپایداری بخش‌های بزرگی از دامنه‌های طبیعی به وجود آورده است. زمین لغزش‌ها معمولاً در ارتباط با مناطق کوهستانی شکل می‌گیرند، اما در مناطق کم ارتفاع نیز امکان رخداد آن‌ها وجود دارد. در مناطق کم ارتفاع، زمین لغزش‌ها ممکن است در اثر خطای خاکبرداری و خاک‌ریزی (در حفاری‌های راه‌سازی و ساختمان‌سازی و ...) نیز رخ دهند. تهیه نقشه برنامه‌ریزی زمین لغزش‌ها بسیار با اهمیت است، چراکه این‌گونه نقشه‌ها چیزی فراتر از شناسایی محض زمین لغزه‌های موجود است و می‌توان به کمک آن بروز خطر را در مناطقی که امکان برهم زدن تعادل دامنه‌ای ظاهر کنونی وجود دارد، تشخیص داد. کنترل زمین لغزش در حال وقوع، اغلب امکان‌پذیر نبوده و در صورت امکان بسیار پرهزینه است، اما وقوع آن را در مناطق مستعد می‌توان پیشگیری کرد؛ کنترل لغزش‌هایی که در اثر عوامل طبیعی شکل می‌گیرند اغلب به‌سادگی میسر نیست. در صورتی که زمین لغزش‌های ناشی از عوامل مصنوعی، مدیریت‌پذیرتر هستند با این وجود با توجه به اثرات مرکب عوامل طبیعی و مصنوعی در وقوع این پدیده طبیعی در مناطق مختلف می‌توان از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تعیین مناطق حساس به فرسایش و به تهیه نقشه پهنه‌بندی زمین لغزش با استفاده از نرم‌افزار GIS به تهیه نقشه پهنه‌بندی زمین لغزش پرداخت.

1 Demir

2 Khanh Linh

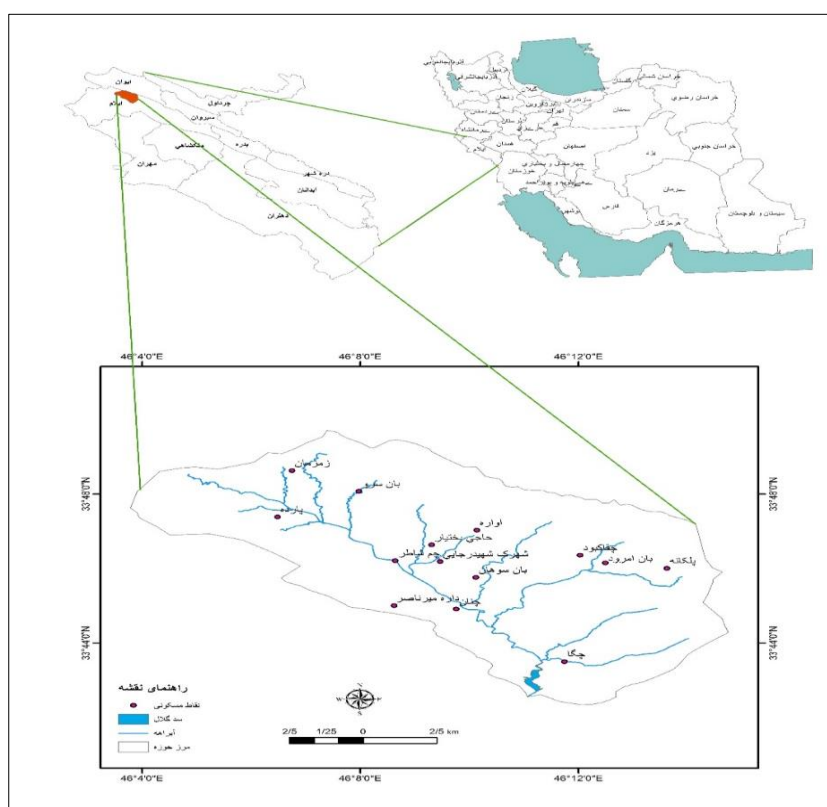
3 Luoi

4 Wen Fan

5 El Bchari

۲- منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز سد گلال به عنوان یکی از حوضه‌های آبخیز مرزی استان ایلام در ۸/۲ کیلومتری شرق شهر ایوان و در ۶/۶ کیلومتری شمال غرب شهر چوار و در محدوده دهستان چوار از توابع شهرستان ایلام واقع شده است. این حوضه آبخیز در مختصات جغرافیایی ۴۷° ۰۳' تا ۴۶° ۳۸' ۱۴" طول شرقی و ۱۹° ۴۲' تا ۳۳° ۴۲' عرض شمالی قرار گرفته است. مساحت کل حوضه آبخیز ۱۱,۸۲۳ هکتار و حداکثر ارتفاع آن ۱۰۴۰ و حداقل ۹۴۰ متر می‌باشد. از نظر اقلیمی این حوضه آبخیز تحت تأثیر جریانات غربی است که عمده فعالیت آن‌ها در فاصله آبان تا فروردین ماه است و فصل خشک کاملاً منطبق بر فصل گرم است که طول این فصل در حدود ۴ ماه می‌باشد. متوسط بارش سالانه آن ۶۰۰ میلیمتر و نوع اقلیم بر اساس طبقه‌بندی دمارتن نیمه خشک متوسط تا شدید است. موقعیت حوضه آبخیز سد گلال در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در کشور و استان

مطالعه حاضر با هدف تهیه نقشه حساسیت زمین‌لغزش در حوضه آبخیز سد گلال استان ایلام انجام شد. بدین منظور ابتدا مبانی نظری و تئوریک پژوهش بر اساس مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای و مراجعه به سازمانها و ارگانهای

مربوطه انجام گرفت. سپس معیارها و زیر معیارهای مورد استفاده به منظور تهیه نقشه حساسیت زمین لغزش شناسایی شد که این معیارها شامل: زمین شناسی، ارتفاع، شیب، بارش، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده، خاک و کاربری اراضی می باشند. لایه های تهیه شده از معیارهای تأثیرگذار در نرم افزار Arc GIS ۱۰،۳ مورد پردازش و تحلیل فضایی قرار گرفتند. به منظور وزن دهی و تعیین اهمیت نسبی هر یک از معیارها، از روش تصمیم گیری تحلیل سلسله مراتبی در نرم افزار Choice Expert استفاده شد.

۳- مواد و روش ها

۳-۱- مواد

حوضه آبخیز سد گلال دارای پتانسیل بالای زمین لغزش می باشد و زمین لغزش های زیادی در آن به وقوع پیوسته است. جهت به نقشه در آوردن زمین لغزش به وقوع پیوسته در حوضه مورد مطالعه، عکس های هوایی منطقه به روش استریوسکوپي تفسیر و مناطق مشکوک به لغزش تعیین گردید. سپس با بررسی های میدانی و استفاده از دستگاه GPS با دقت بسیار بالا موقعیت دقیق زمین لغزش ها شناسایی شد و در نهایت ۲۶ زمین لغزش در منطقه ثبت گردید (شکل ۲). با توجه به نتایج به دست آمده از پرسشنامه های که توسط معاونت آبخیزداری استان ایلام تهیه شده اند و همچنین استفاده از تجربیات افراد بومی منطقه ۸ عامل زمین شناسی، ارتفاع، شیب، بارش، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده و کاربری اراضی به عنوان عوامل مؤثر اولیه تشخیص داده شدند.

۳-۲- روش ها

روش های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)^۱ به دو دسته تصمیم گیری چند هدفه (MODM)^۲ و تصمیم گیری چند شاخصه (MADM)^۳ تقسیم می شوند. هدف از تصمیم گیری انتخاب بهترین گزینه یا وزن دهی به عوامل تصمیم گیری است. هر روش تصمیم گیری وظیفه خاصی دارد یکی هدف وزن دهی به معیارها، یکی هدفش رتبه بندی گزینه ها و دیگری هدف ارزیابی معیارها می باشد که در اینجا به بررسی یک مورد از پرکاربردترین روش های تصمیم گیری چند شاخصه خواهیم پرداخت.

مدل ویکور (VIKORE)^۴

روش تصمیم گیری چند معیاره ویکور یکی از مدل های تصمیم گیری چند معیاره برای انتخاب بهترین گزینه است. این مدل توسط اپریکویک به سال ۱۹۸۴ ارائه شد. تکنیک ویکور یک روش سازشی است و به تصمیم گیری

1 Multi-Criteria Decision Making

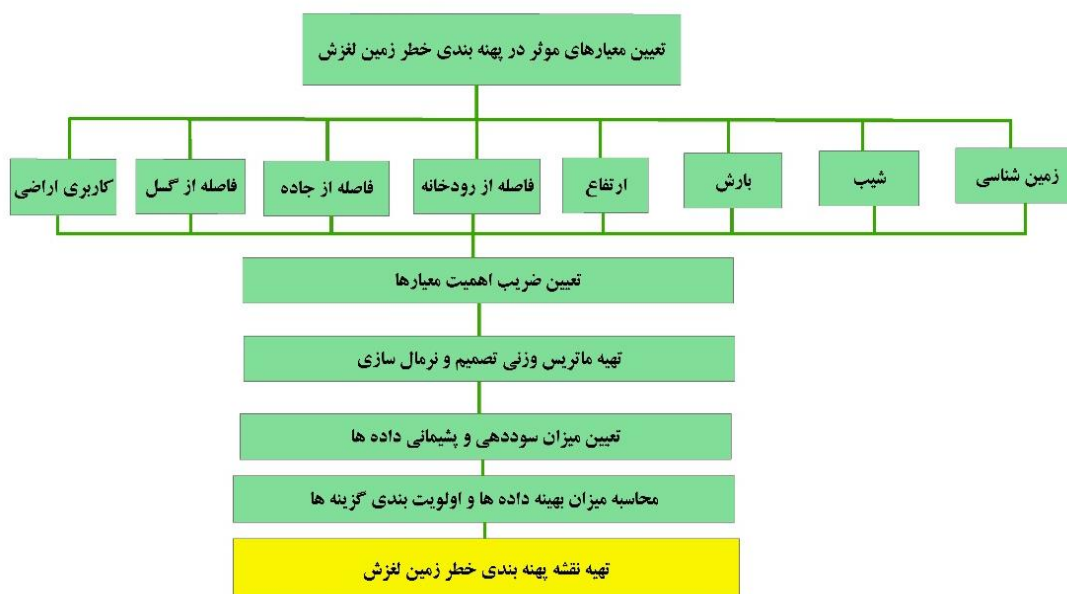
2 Multi-Purpose Decision Making

3 Multiple Attribute Decision Making

4 Vlse Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno Resenje

پیرامون گزینه‌ها براساس معیارهای مختلف کمک می‌کند. منظور از جواب سازشی نزدیکترین جواب موجه به جواب ایده آل است. کلمه سازش به یک توافق متقابل اطلاق می‌گردد. روش ویکور از طریق ارزیابی گزینه‌ها بر اساس معیارها، گزینه‌ها را اولویت بندی یا رتبه بندی می‌کند. در تکنیک ویکور معیارها وزن دهی نمی‌شوند بلکه معیارها از طریق روش‌های دیگر ارزیابی می‌شود و سپس گزینه‌ها بر اساس معیارها و با ترکیب در ارزش معیارها، ارزیابی شده و رتبه بندی می‌شوند. در این مدل همواره چند گزینه مختلف وجود دارد که این گزینه‌ها بر اساس چند معیار به صورت مستقل ارزیابی می‌شوند و در نهایت گزینه‌ها بر اساس ارزش، رتبه بندی می‌گردند. مراحل روش ویکور به صورت خلاصه عبارت از:

۱- تشکیل ماتریس تصمیم ۲- تعیین بردار وزن معیارها (به کمک یکی از روش‌های تصمیم‌گیری مانند AHP، نظر خبرگان و ...) ۳- تعیین نقطه ایده آل مثبت و ایده آل منفی ۴- محاسبه مقدار سودمندی (Si) و مقدار تأسف (Ri) برای هر راهکار ۵- محاسبه شاخص ویکور (Qi) برای هر راهکار ۶- مرتب کردن راهکارها بر اساس مقادیر Qi و Ri، Si ۷- پیشنهاد راهکار سازشی با توجه به دو شرط: ۱) مزیت قابل قبول: به این معناست راهکار سازشی می‌بایست با راهکار بعدی خود تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. ۲) ثبات قابل قبول در تصمیم‌گیری: به این معناست که راهکار سازشی انتخاب شده باید حداکثر مطلوبیت گروهی و حداقل تأثیر فردی را داشته باشد. در صورتی که شرایط بالا برای راهکار سازشی برقرار نباشد به جای یک راهکار یک مجموعه راهکار سازشی ارائه می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲- نمودار روش مطالعاتی انجام گرفته برای رسیدن به نقشه حساسیت پذیری زمین لغزش

۴- نتایج و بحث

پس از تهیه معیارهای انتخابی، ضریب اهمیت معیارهای مذکور از نقطه نظر درجه اهمیت در وقوع زمین لغزش و حساسیت پذیری حوضه‌ها به این پدیده، به کمک الگوریتم تحلیل سلسله مراتبی AHP تعیین می‌گردد (جدول ۱).

جدول ۱- ضریب اهمیت معیارهای مؤثر در وقوع زمین لغزش در حوضه مطالعاتی با کمک روش AHP

معیار	زمین شناسی	شیب	بارش	ارتفاع	فاصله از رودخانه	فاصله از جاده	فاصله از گسل	کاربری اراضی
ضریب اهمیت	۰/۲۹	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴

به منظور وزن دهی گزینه‌ها بر اساس نقش هر معیار در گزینه مورد نظر (نقش هر عامل مؤثر در زمین لغزش زیرحوضه)، از بازه وزن دهی قطعی یک تا ده استفاده شده است؛ به گونه‌ای که وزن ۱ کمترین تأثیر و ۱۰ بالاترین تأثیر را در خطر زمین لغزش نشان می‌دهد. پس از تعیین ضریب اهمیت معیارها، ماتریس تصمیم اوزان برای انجام الگوریتم ویکور، براساس رابطه (۱) تهیه شد. همانطور که مشخص است، ۸ معیار در ارزیابی شش گزینه نقش دارند که معرف حوضه‌های آبریز منطقه مطالعاتی هستند. جدول (۲) تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری بر اساس پارامترهای مؤثر را در زیر حوضه‌های منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.

$$D = \begin{matrix} & C_1 & \dots & C_9 \\ A_1 & a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ A_6 & a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{matrix} \quad \text{رابطه (۱)}$$

جدول ۲- ماتریس تصمیم‌گیری براساس معیارهای مؤثر در وقوع زمین لغزش

معیار زیرحوضه	زمین شناسی	شیب	بارش	ارتفاع	فاصله از رودخانه	فاصله از جاده	فاصله از گسل	کاربری اراضی
زمزمان	۶	۶	۸	۵	۵	۵	۵	۵
حاجی بختیار	۴	۵	۶	۵	۶	۶	۶	۶
داره میرناصر	۸	۳	۵	۷	۴	۴	۴	۴
بان سوهان	۵	۶	۷	۶	۸	۸	۸	۸
پلکانه	۶	۴	۲	۵	۷	۷	۷	۷
چگا	۹	۵	۳	۴	۵	۵	۵	۵
چگان	۷	۲	۶	۶	۴	۴	۴	۴

پس از انجام وزن دهی و تهیه ماتریس وزنی، مقادیر ماتریس با استفاده از رابطه (۲) نرمال شدند. جدول (۳)، مقادیر نرمال شده یا به گفته‌ای ماتریس وزنی نرمال شده را نشان می‌دهد.

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

جدول ۳- مقادیر نرمال شده اوزان گزینه‌ها (زیرحوضه‌ها) براساس معیارهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش

معیار زیرحوضه	زمین‌شناسی	شیب	بارش	ارتفاع	فاصله از رودخانه	فاصله از جاده	فاصله از گسل	کاربری اراضی
زمزمان	۳۶	۳۶	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
حاجی بختیار	۱۶	۲۵	۳۶	۲۵	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶
داره میرناصر	۶۴	۹	۲۵	۴۹	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
بان سوهان	۲۵	۳۶	۴۹	۳۶	۶۴	۶۴	۶۴	۶۴
پلکانه	۳۶	۱۶	۴	۲۵	۴۹	۴۹	۴۹	۴۹
چگا	۸۱	۲۵	۹	۱۶	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
چگان	۳۰۷	۱۵۱	۲۲۳	۲۱۲	۲۳۱	۲۳۱	۲۳۱	۲۳۱
جمع	۴۹	۴	۳۶	۳۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶

در مرحله بعد عدد هر ماتریس را تقسیم بر مجذور مجموع هر ستون کرده و در جدول (۴) نوشته می‌شود.

جدول ۴- مقادیر نرمال شده اوزان گزینه‌ها (زیرحوضه‌ها) براساس معیارهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش

معیار زیرحوضه	زمین‌شناسی	شیب	بارش	ارتفاع	فاصله از رودخانه	فاصله از جاده	فاصله از گسل	کاربری اراضی
زمزمان	۰/۳۴۲	۰/۴۸۸	۰/۵۳۶	۰/۳۴۳	۰/۳۲۹	۰/۳۲۹	۰/۳۲۹	۰/۳۲۹
حاجی بختیار	۰/۲۲۸	۰/۴۰۷	۰/۴۰۲	۰/۳۴۳	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵
داره میرناصر	۰/۴۵۷	۰/۲۴۴	۰/۳۳۵	۰/۴۸۱	۰/۲۶۳	۰/۲۶۳	۰/۲۶۳	۰/۲۶۳
بان سوهان	۰/۲۸۵	۰/۴۸۸	۰/۴۶۹	۰/۴۱۲	۰/۵۲۶	۰/۵۲۶	۰/۵۲۶	۰/۵۲۶
پلکانه	۰/۳۴۲	۰/۳۲۶	۰/۱۳۴	۰/۳۴۳	۰/۴۶۱	۰/۴۶۱	۰/۴۶۱	۰/۴۶۱
چگا	۰/۵۱۴	۰/۴۰۷	۰/۲۰۱	۰/۲۷۵	۰/۳۲۹	۰/۳۲۹	۰/۳۲۹	۰/۳۲۹
چگان	۰/۴۰۰	۰/۱۶۳	۰/۴۰۲	۰/۴۱۲	۰/۲۶۳	۰/۲۶۳	۰/۲۶۳	۰/۲۶۳

بعد از نرمال سازی و تهیه ماتریس نرمال وزنی، برای بدست آوردن مقادیر سودمندی و پشیمانی بر اساس الگوریتم بهینه سازی ویکور، مراحل زیر روی ماتریس وزنی نرمال انجام گرفت. جهت وزن دار کردن، مقادیر

ماتریس نرمال هر یک از گزینه‌ها بر وزن معیارها (که قبلاً از روش‌های دیگر به دست آمده بود) ضرب می‌گردد (جدول ۵).

جدول ۵- وزن دار کردن مقادیر نرمال شده اوزان گزینه‌ها براساس معیارهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش

معیار زیرحوضه	زمین‌شناسی	شیب	بارش	ارتفاع	فاصله از رودخانه	فاصله از جاده	فاصله از گسل	کاربری اراضی
d_{ij}	۰/۲۹	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴
زمان	۰/۰۶۲	۰/۱۰۷	۰/۰۵۴	۰/۰۸۶	۰/۰۸۲	۰/۴۱۱	۰/۷۴۰	۱/۰۶۹
حاجی بختیار	۰/۰۴۱	۰/۰۹۰	۰/۰۴۰	۰/۰۸۶	۰/۰۹۹	۰/۴۹۳	۰/۸۸۸	۱/۲۸۳
داره میرناصر	۰/۰۸۲	۰/۰۵۴	۰/۰۳۳	۰/۱۲۰	۰/۰۶۶	۰/۰۳۲۹	۰/۵۹۲	۰/۸۵۵
بان سوهان	۰/۰۵۱	۰/۱۰۷	۰/۰۴۷	۰/۱۰۳	۰/۱۳۲	۰/۶۵۸	۱/۱۸۴	۱/۷۱۱
پلکانه	۰/۰۶۲	۰/۰۷۲	۰/۰۱۳	۰/۰۸۶	۰/۱۱۵	۰/۵۷۶	۱/۰۳۶	۱/۴۹۷
چگا	۰/۰۹۲	۰/۰۹۰	۰/۰۲۰	۰/۰۶۹	۰/۰۸۲	۰/۴۱۱	۰/۷۴۰	۱/۰۶۹
چگان	۰/۰۷۲	۰/۰۳۶	۰/۰۴۰	۰/۱۰۳	۰/۰۶۶	۰/۳۲۹	۰/۵۹۲	۰/۸۵۵

تعیین مقادیر بالاترین و پایین‌ترین ارزش ماتریس نرمال وزنی

بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد هر ستون تعیین می‌گردد. در اینجا منظور از بزرگ‌ترین عدد، یعنی عددی که بیشترین ارزش مثبت را داراست و کوچک‌ترین، یعنی بیشترین ارزش منفی. پس اگر معیار ما از نوع منفی باشد، بزرگ‌ترین عدد برعکس می‌شود یعنی می‌شود کمترین مقدار و کوچک‌ترین می‌شود بیشترین مقدار و بالعکس (جدول ۶).

$$f_i^* = \max_j f_{ij}; \quad f_i^- = \min_j f_{ij}$$

رابطه ۳:

جدول ۶- بیشترین و کمترین مقادیر نرمال شده هر یک از معیارها

معیار	زمین‌شناسی	شیب	بارش	ارتفاع	فاصله از رودخانه	فاصله از جاده	فاصله از گسل	کاربری اراضی
f max	۰/۰۹۲	۰/۱۰۷	۰/۰۵۴	۰/۱۲۰	۰/۱۳۲	۰/۶۵۸	۱/۱۸۴	۱/۷۱۱
f min	۰/۰۴۱	۰/۰۳۶	۰/۰۱۳	۰/۰۶۹	۰/۰۶۶	۰/۳۲۹	۰/۵۹۲	۰/۸۵۵
$f_i - f_j^*$	۰/۰۵۱	۰/۰۷۲	۰/۰۴۰	۰/۰۵۲	۰/۰۶۶	۰/۳۲۹	۰/۵۹۲	۰/۸۵۵

محاسبه مقدار سودمندی و تأسّف معیارها

در این مرحله با توجه به مقادیر مثبت و منفی محاسبه شده در مرحله قبل، فاصله هر گزینه از راه حل ایده آل و سپس حاصل جمع آن‌ها برای ارزش نهایی براساس رابطه ۴ محاسبه شد. به بیانی در این مرحله سودمندی^۱ و پشیمانی^۲ حاصل از انتخاب یک گزینه، به منزله رتبه برتر محاسبه می‌شود. مقادیر حداقل برای هر دو مقدار معرف کمترین فاصله از راه حل ایده آل (گزینه برتر) است که کمترین پشیمانی و بیشترین سودمندی را به همراه دارد.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-}; \quad R_j = \max_i \left[w_i \cdot \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \right]$$

رابطه ۴ :

f^* = بزرگ‌ترین عدد ماتریس نرمال وزنی برای هر ستون f_{ij} = عدد گزینه مورد نظر برای هر معیار در ماتریس

نرمال وزنی f^- = کوچک‌ترین عدد ماتریس نرمال وزنی برای هر ستون W = ضریب AHP

طبیعتاً برای گزینه به ازای هر معیار یک شاخص مطلوبیت به دست می‌آید که مجموع آن‌ها شاخص نهایی S_j گزینه را مشخص می‌کند. بزرگ‌ترین S_j هر گزینه به ازای هر معیار، شاخص نارضایتی (R_j) آن گزینه می‌باشد. برترین و بدترین رتبه براساس ارزش S_j و R_j به دست می‌آید (جدول ۷).

جدول ۷- شاخص مطلوبیت (S_j) و شاخص نارضایتی (R_j)

معیار مناطق	زمین شنا سی	شیب	بارش	ارتفاع	فاصله از رودخانه	فاصله از جاده	فاصله از گل	کاربری اراضی	S_j	R_j
a_{ij}	۰/۲۹	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴	-	-
زمزمان	۰/۱۰۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۶۷	۰/۱۸۸	۰/۹۳۸	۱/۶۸۸	۲/۴۳۸	۵/۵۲۵	۲/۴۳۸
حاجی بختیار	۰/۱۸۰	۰/۰۵۵	۰/۰۳۳	۰/۱۶۷	۰/۱۲۵	۰/۶۲۵	۱/۱۲۵	۱/۶۲۵	۳/۹۳۵	۱/۶۲۵
داره میرناصر	۰/۰۳۶	۰/۱۶۵	۰/۰۵۰	۰/۰۰۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۲/۲۵۰	۰/۲۵۰	۷/۲۵۱	۳/۲۵۰
بان سوهان	۰/۱۴۴	۰/۰۰۰	۰/۰۱۷	۰/۰۸۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۴۴	۰/۱۴۴
پلکانه	۰/۱۰۸	۰/۱۱۰	۰/۱۰۰	۰/۱۶۷	۰/۰۶۳	۰/۳۱۳	۰/۵۶۳	۰/۸۱۳	۲/۲۳۵	۰/۸۱۳
چگا	۰/۰۰۰	۰/۰۵۵	۰/۰۸۳	۰/۲۵۰	۰/۱۸۸	۰/۹۳۸	۱/۶۸۸	۲/۴۳۸	۵/۶۳۸	۲/۴۳۸
چگان	۰/۰۷۲	۰/۲۲۰	۰/۰۳۳	۰/۰۸۳	۰/۲۵۰	۱/۲۵۰	۲/۲۵۰	۳/۲۵۰	۷/۴۰۹	۳/۲۵۰

محاسبه شاخص ویکور (Q) و رتبه بندی نهایی گزینه‌ها

در نهایت پس از محاسبه مقادیر سودمندی و پشیمانی شاخص ویکور (Q) برای هر گزینه (زیرحوضه مطالعاتی) به صورت مجزا و براساس رابطه (۵) محاسبه شد (جدول ۸).

1 Utility measure

2 Regret measure

رابطه ۵:

$$Q_j = v \cdot \frac{S_j - S^-}{S^* - S^-} + (1-v) \cdot \frac{R_j - R^-}{R^* - R^-}$$

V = عدد ثابت ۰/۵

S_j = مجموع مقدار S برای هر گزینه S⁻ = بزرگ‌ترین عدد شاخص S برای هر گزینهS^{*} = کوچک‌ترین عدد شاخص S برای هر گزینه R_j = مقدار R برای هر گزینهR⁻ = بزرگ‌ترین عدد شاخص R برای هر گزینه R^{*} = کوچک‌ترین عدد شاخص R برای هر گزینه

جدول ۸- مقادیر شاخص ویکور در زیر حوضه‌های منطقه مطالعاتی آبخیز سد گلال استان ایلام

زیر حوضه	زمزمان	حاجی بختیار	داره میرناصر	بان سوهان	پلکانه	چگا	چنان
مقدار Q	۰/۲۶۲	۰/۵۰۴	۰/۰۱۱	۰/۲۸۹	۰/۰۷۴	۰/۰۳۳	۰/۰۰۰

در این مرحله بر اساس مقادیر Q محاسبه شده در گام قبل، گزینه‌ها رتبه بندی و تصمیم بهینه در ارتباط با انتخاب گزینه برتر (حساسیت پذیری بالاتر به زمین لغزش) انجام گرفت؛ به گونه‌ای که در این مرحله مقادیر S، R و Q در سه گروه برای هر گزینه تعیین و مشخص شد. در نهایت گزینه‌های که در هر سه گروه مناسب شناخته شد، با عنوان گزینه برتر انتخاب شد (جدول ۹).

جدول ۹- رتبه بندی مقادیر Q، R و S برای زیر حوضه‌های مطالعاتی آبخیز سد گلال استان ایلام

منطقه (زیر حوضه)	سودمندی (S)	رتبه	پشیمانی (R)	رتبه	شاخص ویکور (Q)	رتبه
زمزمان	۵/۵۲۵	۴	۲/۴۳۸	۴	۰/۲۶۲	۴
حاجی بختیار	۳/۹۳۵	۳	۱/۶۲۵	۳	۰/۵۰۴	۵
داره میرناصر	۷/۲۵۱	۶	۳/۲۵۰	۵	۰/۰۱۱	۲
بان سوهان	۰/۲۴۴	۱	۰/۱۴۴	۲	۱/۰۰۰	۷
پلکانه	۲/۲۳۵	۲	۰/۸۱۳	۱	۰/۷۵۳	۶
چگا	۵/۶۳۸	۵	۲/۴۳۸	۴	۰/۲۵۴	۳
چگان	۷/۴۰۹	۷	۳/۲۵۰	۵	۰/۰۰۰	۱

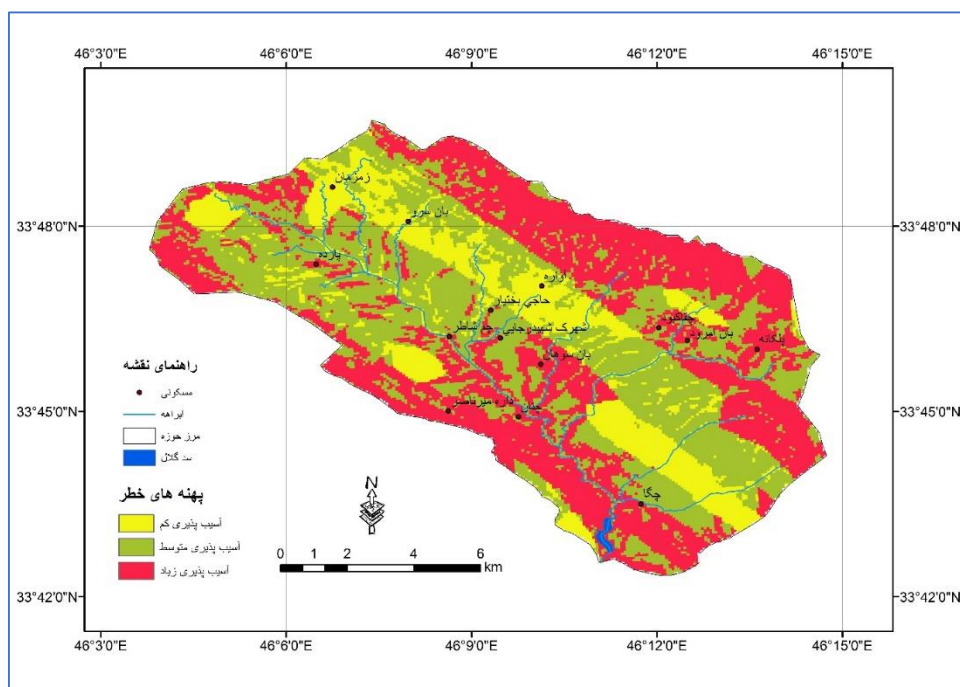
رتبه بندی گزینه‌ها بر اساس مقادیر Q

پس از تعیین رتبه Q و دسته بندی مقادیر R و S برای تهیه نقشه حساسیت پذیری زیر حوضه‌های مطالعاتی به زمین لغزش بر پایه مقادیر شاخص بهینه سازی ویکور (Q)، مناطق در سه کلاس کیفی حساسیت پذیری کم، حساسیت پذیری متوسط و حساسیت پذیری زیاد طبقه‌بندی شدند (جدول ۱۰). در نهایت بر اساس طبقات

حساسیت و مقادیر کمی Q، نقشه حساسیت پذیری منطقه مطالعاتی به زمین لغزش در محیط GIS تهیه می شود (شکل ۳).

جدول ۱۰- کلاس بندی کمی و کیفی درجه حساسیت پذیری زمین لغزش

درجه حساسیت پذیری	کلاس (طبقه)	مقدار کمی ویکور (Q)
کم	I	> 0.6
متوسط	II	$0.3 - 0.6$
زیاد	III	< 0.3



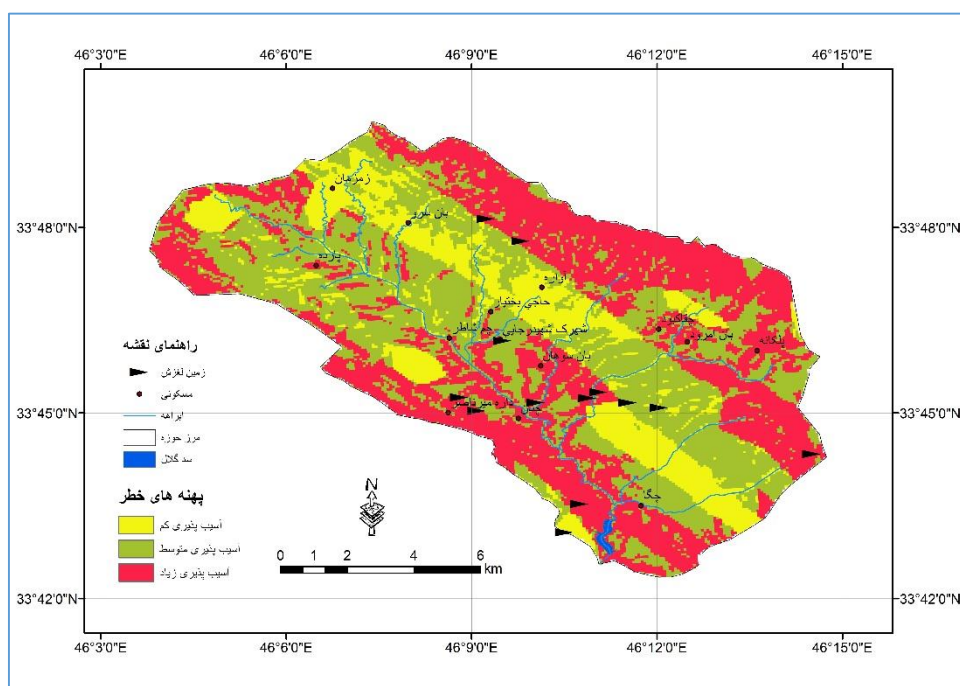
شکل ۳- نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز سد گلال با استفاده از روش ویکور

جدول ۱۱- مساحت و درصد پهنه های خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز سد گلال

ردیف	طبقه خطر	مساحت پهنه (هکتار)	مساحت پهنه (درصد)
۱	خطر کم	۲۰۶۶	۱۷/۵
۲	خطر متوسط	۵۰۱۷	۴۲/۴
۳	خطر زیاد	۴۷۴۰	۴۰/۱
	مجموع	۱۱۸۲۳	۱۰۰

صحت سنجی نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش

به منظور صحت سنجی نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش، اقدام به تطبیق نقشه زمین لغزش ها بر روی نقشه پهنه بندی گردید. از انطباق این دو نقشه می توان نتیجه گرفت که از همخوانی نقشه پهنه بندی تهیه شده و لغزشهای موجود می توان به صحت نقشه حاصل پی برد و همچنین مشخص شد که مدل ویکور مورد استفاده در این پژوهش روش کاملاً مناسبی جهت پهنه بندی خطر احتمال وقوع زمین لغزش در حوضه مورد مطالعه می باشد (شکل ۴).



شکل ۴- نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز سد گلال با استفاده از روش ویکور

۵- نتیجه گیری

زمین لغزش پدیده ای طبیعی است که از پایین افتادن یا حرکت یکپارچه و اغلب سریع حجمی از مواد رسوبی در امتداد دامنه ها رخ می دهد. سرعت عملکرد و وسعت آن اغلب پدیده های دیدنی و فاجعه باری به وجود می آورد و ممکن است ده ها و صدها هزار مترمکعب سنگ و خاک را یکجا تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به مطالب گفته شده می توان گفت که مهم ترین عامل ایجاد زمین لغزش، ناپایداری در شیب ها به واسطه آب است و بیشترین زمین لغزش ها در لغزشهای قدیمی دیده می شود. بهترین اقدام در این زمینه، شناسایی این مناطق و دوری گزیدن از آنهاست و این امر هم، تنها زمانی ممکن می شود که نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش تهیه شود.

در پژوهش حاضر ارزیابی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز سد گلال استان ایلام با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) انجام شده است. بر این اساس، از بین عوامل مختلف تعداد ۸ پارامتر زمین‌شناسی، ارتفاع، شیب، بارش، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده و کاربری اراضی به‌عنوان مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در وقوع زمین لغزش‌های منطقه، تشخیص داده شدند، در نهایت با توجه به عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش و انجام مراحل مدل با استفاده از نرم افزارهای Choices Expert به تعیین اهمیت معیارها پرداخته شد و در نهایت نقشه نهایی پهنه‌بندی تهیه شد.

به‌طور کلی مراحل روش ویکور طی مراحل ذیل انجام گرفت: ۱- تشکیل ماتریس تصمیم ۲- تعیین بردار وزن معیارها (به کمک یکی از روش‌های تصمیم‌گیری مانند AHP، نظر خبرگان و ...) ۳- تعیین نقطه ایده آل مثبت و ایده آل منفی ۴- محاسبه مقدار سودمندی (Si) و مقدار تأسف (Ri) برای هر راهکار ۵- محاسبه شاخص ویکور (Qi) برای هر راهکار ۶- مرتب کردن راهکارها بر اساس مقادیر Si، Ri و Qi ۷- پیشنهاد راهکار سازشی. بعد از بدست آوردن مقدار Q نقشه پهنه‌بندی در سه طبقه خطر کم، خطر متوسط، و خطر زیاد تشکیل شده است که طبقه خطر متوسط با مساحت ۵۰۱۷ هکتار و طبقه خطر زیاد با مساحت ۴۷۴۰ هکتار و طبق خطر کم با مساحت ۲۰۶۶ هکتار به ترتیب سطح حوضه را تشکیل می‌دهند. نتایج تحقیق نشان داد که از بین عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش، عوامل زمین‌شناسی، شیب و بارش بترتیب با ۰/۲۹، ۰/۲۰ و ۰/۱۶ امتیاز بیشترین تأثیر و عوامل کاربری اراضی و خاک بترتیب با ۰/۰۳ و ۰/۰۴ امتیاز کمترین تأثیر در وقوع زمین لغزش منطقه را دارا هستند. بیشترین تعداد زمین لغزش‌ها عمدتاً منطبق بر پادگانه‌های آبرفتی Qt2 و آبرفت‌های کوآترنری و آهک‌های خاکستری با میان لایه‌های شیل و در فواصل ۵۰۰ متری از رودخانه اصلی و همچنین اراضی شیب دار واقع شده‌اند. بر پایه الگوریتم بهینه‌سازی ویکور، درجه سودمندی و پشیمانی انتخاب گزینه‌های برتر (زیرحوضه‌ها)، مشخص و در پایان با محاسبه میزان شاخص بهینه ویکور (Q)، زیر حوضه‌ها برحسب درجه حساسیت پذیری به زمین لغزش در سه کلاس کیفی حساسیت پذیری کم، متوسط و زیاد طبقه‌بندی شدند. بر اساس مدل ویکور با افزایش مقدار شاخص ویکور (Q)، توان و استعداد و یا به عبارتی حساسیت به زمین لغزش کاهش می‌یابد و بالعکس با کاهش مقدار شاخص ویکور (Q)، توان و استعداد و یا به عبارتی حساسیت به زمین لغزش افزایش پیدا می‌کند؛ بنابراین زیرحوضه‌های چگان و داره میرناصر کمترین مقدار Q (بیشترین حساسیت به زمین لغزش) و زیرحوضه‌های بان سوهان و پلکانه بیشترین مقدار Q (کمترین حساسیت به زمین لغزش) هستند.

از انطباق نقشه پهنه‌بندی زمین لغزش با نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از روش ویکور به‌عنوان یکی از روش‌های تحلیل تصمی‌گیری چند معیاره، از دقت نسبی بالایی جهت مطالعه زمین لغزش حوضه آبخیز مورد مطالعه برخوردار است که با نتایج تحقیقات مددی و همکاران (۱۳۹۴)، سپهر و همکاران

(۱۳۹۲)، امیری و همکاران (۱۳۹۷)، حجازی و همکاران (۱۳۹۸)، بنی حبیب و چیت ساز (۱۳۹۵)، انتظاری و همکاران (۱۳۹۵) و حجازی و همکاران (۱۳۹۸) که کارایی بالای مدل ویکور در تحقیقات خود را نشان دادند مطابقت و همخوانی دارد. نتایج حاصل از این مطالعه حاکی از توان بالای حوضه از لحاظ رخداد حرکات لغزشی می باشد. لذا اراضی بسیار پرخطر و پرخطر اراضی هستند که باید اقدامات حفاظتی و آبخیزداری در آن انجام گیرد. همچنین نباید تخریب و کارهای غیراصولی از قبیل تخریب پوشش گیاهی در اثر تبدیل اراضی مرتعی به زراعی و کاهش کمی و کیفی پوشش گیاهی در اثر چرای بی رویه دامها، کشت دیم در اراضی شیب دار، عدم رعایت تناوب زراعی و احداث غیراصولی جاده انجام گیرد. از نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش در آبخیز سد گلال ایلام می توان در برنامه ریزی های آتی مدیریت منابع طبیعی (حفاظت خاک، ممانعت از تخریب جنگل ها و مراتع، درختکاری، عملیات آبخیزداری و ...)، برنامه ریزی توسعه فیزیکی (شناخت نواحی مستعد ساخت و ساز، نواحی مستعد انتقال و جابجایی روستاها، نواحی مستعد عبور خطوط و مسیرهای انتقال نیرو (انرژی)، شناخت نواحی مستعد برای راه سازی و همچنین برنامه ریزی توریستی مورد استفاده بسیاری از سازمان ها و نهادهای مرتبط با مدیریت و برنامه ریزی منابع طبیعی و برنامه ریزی توسعه فیزیکی قرار گیرند. در پایان با شناسایی مناطق آسیب پذیر و پهنه بندی زمین لغزش به منظور کاهش خسارات ناشی از حرکات توده ای در منطقه مورد مطالعه اقدامات زیر پیشنهاد می شود: جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی و کاشت گیاهان بومی، کاهش سطوح شیب دار و احداث دیواره های حائل، جلوگیری از احداث غیر اصولی جاده ها، ممانعت از فعالیت های ناصحیح انسانی و در نهایت مدیریت یکپارچه حوضه آبخیز مورد مطالعه.

به عنوان نتیجه اصلی از این مدل در پهنه بندی خطر زمین لغزش می توان گفت که روش ویکور با بهره گیری از توافق و نظر جمعی دقت و قدرت زیادی داشته و در عین سادگی روابط ریاضی قوی برای تصمیم گیری در اختیار دارد و در موارد متنوعی از تصمیم گیری مورد استفاده قرار می گیرد.

کتابنامه

- اصغری سراسکانرود، صیاد؛ پیروزی، الناز؛ زینالی، بتول؛ ۱۳۹۴. پهنه بندی خطر سیلاب در حوضه آبخیز آق لاقان چای با استفاده از مدل ویکور. پژوهش های ژئومورفولوژی کمی. سال ۴. شماره ۳. صص ۲۴۵-۲۳۱.
- امیری، مهدیس؛ پورقاسمی، حمیدرضا؛ عرب عامری، علیرضا؛ ۱۳۹۷. اولویت بندی سیل خیزی زیرحوضه های آبخیز مهارلو در استان فارس با استفاده از پارامترهای مورفومتریک و مدل تصمیم گیری VIKOR. /کوهیدرولوژی. دوره ۵. شماره ۳. صص ۸۲۷-۸۱۳.
- انتظاری، مژگان؛ خدادادی، فاطمه؛ رستمی، اکبر؛ ۱۳۹۵. ارزیابی خطر ریسک زمین لغزش حوضه آبخیز طالقان رود بر پایه الگوریتم بهینه سازی توافقی ویکور. مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی. شماره ۱۷. صص ۳۴-۵.

- بنی حبیب، محمدابراهیم؛ چیت ساز، نسترن؛ ۱۳۹۵. مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ویکور برای ارزیابی گزینه‌های مدیریت سیلاب. *مهندسی آبیاری و آب ایران*. دوره ۶. شماره ۲۵. صص ۶۸-۸۲
- حجازی، سید اسدالله؛ روستایی، شهرام؛ رنجبریان شاداباد، مریم؛ ۱۳۹۸. ارزیابی و پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش با استفاده از مدل ویکور در حوضه آبریز حاجیلرچای. *فصلنامه جغرافیای طبیعی*. سال دوازدهم. شماره ۴۴. صص ۵۱-۶۵
- خدادادی، فاطمه؛ انتظاری، مژگان؛ ساسان پور، فرزانه؛ ۱۳۹۸. تحلیل و پهنه‌بندی مخاطرات ژئومورفولوژیک (لغزش و سیل) استان البرز با استفاده از مدل‌های VIKOR-AHP و FR. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی (پژوهش‌های جغرافیایی)*. دوره ۵۱. شماره ۱. صص ۱۸۳-۱۹۹
- زنگنه شهرکی، سعید؛ زیاری، کرامت اله؛ پوراکرمی، محمد؛ ۱۳۹۶. ارزیابی و تحلیل میزان تاب آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران در برابر زلزله با استفاده از مدل FANP و ویکور. *نشریه جغرافیا*. دوره ۱۵ (دوره جدید). شماره ۵۲. صص ۸۱-۱۰۱
- سپهر، عادل؛ بهنیا، ابوالفضل؛ محمدیان، عباسعلی؛ عبدالحی، ابوالفضل؛ ۱۳۹۲. تهیه نقشه حساسیت پذیری زمین‌لغزش دامنه‌های شمالی بینالود بر پایه الگوریتم بهینه‌سازی توافقی ویکور. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*. سال دوم. شماره ۱. ۱۹-۳۶
- سوری، سلمان؛ بهاروند، سیامک؛ احمدیان مقدم؛ رضا و مریم دهبان؛ ۱۳۹۲. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: حوضه کسمت). *نشریه زمین‌شناسی ژئوتکنیک (زمین‌شناسی کاربردی)*. شماره ۲. صص ۱۰۱-۱۱۰
- شریفی کیا، محمد؛ شایان، سیاوش؛ یمانی، مجتبی؛ عرب عامری، علیرضا؛ ۱۳۹۷. طبقه‌بندی زیرحوضه های آبخیز نکارود با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ی TOPSIS, SAW و VIKOR. *کوهپایه‌های ژئولوژی*. دوره ۵. شماره ۱. صص ۶۹-۸۳
- عابدینی، موسی؛ پیروزی، الناز؛ آقایی، لیلا؛ استادی، الناز؛ ۱۳۹۶. پهنه‌بندی خطر سیلاب در شهرستان مشکین شهر با استفاده از مدل ویکور. *جغرافیای سرزمین*. دوره ۱۴. شماره ۵۶. صص ۲۱-۳۴
- فیض نیا، سادات؛ احمدی، حسن؛ ۱۳۸۰. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش (حوضه آبریز شلمانرود در استان گیلان). *مجله منابع طبیعی ایران*. شماره ۳. صص ۵۰-۵۸
- کریمی، حاجی؛ نادری، فتح اله؛ ناصری، بهروز؛ سلاجقه، علی؛ ۱۳۹۳. مقایسه مدل‌های مختلف برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز زنگوان ایلام. *نشریه مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)*. دوره ۳. شماره ۶۷. صص ۴۵۹-۴۷۴
- مددی، عقیل؛ غفاری گیلانده، عطا؛ پیروزی، الناز؛ ۱۳۹۴. ارزیابی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل ویکور (مطالعه موردی: حوضه آبخیز آق لاقان چای). *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*. شماره ۴. صص ۱۲۴-۱۴۱

- مددی، عقیل؛ غفاری، عطا؛ پیروزی، الناز؛ ۱۳۹۴. ارزیابی و پهنه‌بندی خطر ریزش با استفاده از مدل VIKOR (مطالعه موردی: حوضه آبخیز آق لافان چای). *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*. شماره ۶۰. صص ۸۰-۶۳.
- میرنظری، جواد؛ شهابی، هیمن؛ خضری، سعید؛ ۱۳۹۳. ارزیابی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل AHP و عملگرهای منطق فازی در حوضه آبریز پشت تنگ سرپل ذهاب (استان کرمانشاه). *نشریه جغرافیا و توسعه*. شماره ۱۲. صص ۷۰-۵۳.
- نوجوان، محمدرضا؛ حیاتی، غلامرضا؛ ۱۳۹۲. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوزه آبخیز سیاه خور اسلام‌آباد غرب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP). *نشریه جغرافیایی سرزمین*. شماره ۳۸. صص ۹۲-۸۱.

- Demir G, Aytekin M, Akgun A, et al., 2013. A comparison of landslide susceptibility mapping of the eastern part of the North Anatolian Fault Zone (Turkey) by likelihood-frequency ratio and analytic hierarchy process methods. *Natural Hazards*, 65(3): 1481–1506.
- El Bchari. F., Theilen-Willige, B., Ait Malek, H., 2019. Landslide hazard zonation assessment using GIS analysis at the coastal area of Safi (Morocco). *International Cartographic Association (ICC)*, 2: 1-7.
- GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations
- Huang, J. J, Tzeng, G. H., Liu, H. H., 2009. A Revised VIKOR Model for Multiple Criteria Decision Making - The Perspective of Regret Theory, *Communications in Computer and Information Science*, 35:761-768
- Khanh Linh, N. H. Degener, J., Bich Ngoc, N., Minh Chau, T., 2018. Mapping Risk of Landslide at A Luoi District, Thua Thien Hue Province, Vietnam by GIS-Based Multi-Criteria Evaluation, *Asian Journal of Agriculture and Development (AJAD)*. 15: 1-12.
- Komac, M., 2006. A landslide susceptibility model using the Analytical Hierarchy Process method and multivariate statistics in perialpine Slovenia. *Geomorphology*., 74(1):17-28.
- Wen Fan, Xin-sheng Wei, Yan-bo Cao & Bin Zheng., 2017. Landslide susceptibility assessment using the certainty factor and analytic hierarchy process, *Journal of Mountain Science*, 14: 906–925.
- Yalcin, A., 2008. GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations, *CATENA*, 72: 1-12.



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۶۳-۴۱

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoe.2021.67238.0>

مقاله پژوهشی

ارزیابی خطر فرسایش خاک در کاربری‌های اراضی با استفاده از معادله اصلاح شده جهانی فرسایش خاک (مطالعه موردی: حوضه آبریز سیکان)

مهدی مزبانی^۱ - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

محمد حسین رضایی مقدم - استاد گروه ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

اسداله حجازی - دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۳ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱/۴

چکیده

نوع و شدت فرسایش خاک در یک منطقه، تابع شرایط اقلیمی، پستی و بلندی زمین، خاک و کاربری اراضی است که در این میان اهمیت کاربری اراضی به دلیل نقش مؤثر انسان بر آن نسبت به دیگر عوامل زیاده‌تر است. در این پژوهش با استفاده از معادله جهانی فرسایش خاک و با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۲، میزان فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف حوضه آبریز سیکان برآورد گردید. ابتدا هر یک از لایه‌های R (عامل فرساینده‌گی بارندگی)، K (عامل فرسایش‌پذیری)، LS (عامل توپوگرافی) و P (عامل حفاظت خاک) و تحلیل‌های مرتبط با آن در نرم‌افزار Arc GIS تهیه شدند. از تصاویر سنجنده ماهواره Sentinel 2 نیز جهت تهیه عامل پوشش گیاهی (C) و کاربری‌های اراضی حوضه در محیط ENVI 5.3 استفاده گردید. نتایج نشان داد میزان کل فرسایش در حوضه برابر با ۱۲۸۱۱۰۰۴ تن در سال و میانگین فرسایش برابر ۱۷/۶۲ تن در هکتار در سال است. در بین کاربری‌ها، مراتع متوسط با میانگین فرسایش ۲۷/۹۸ تن در هکتار در سال بیشترین و مناطق کشاورزی آبی و مسکونی به ترتیب با میانگین فرسایش ۰/۴۳ و ۰/۴۴ تن در هکتار در سال کمترین فرسایش را نشان دادند. در بین عوامل تأثیرگذار در هدر رفت خاک حوضه، عامل LS با همبستگی $r=0/9$ بیشترین سهم به خود اختصاص داد. بر اساس طبقه‌بندی هدر رفت خاک، ۴۲ درصد از حوضه با مقادیر بالاتر از ۱۶ تن در هکتار در سال در وضعیت شدیدی از لحاظ هدر رفت خاک قرار دارند که اجرای عملیات‌های حفاظت خاک و آبخیزداری به‌منظور

جلوگیری از تخریب خاک و تقویت پوشش گیاهی به‌ویژه در بالادست حوضه بیش از پیش ضرورت و اهمیت می‌یابد.

کلیدواژه‌ها: فرسایش خاک، مدل RUSLE، سنجنده Sentinel 2، حوضه آبریز سیکان، دره شهر.

۱- مقدمه

فرسایش آبی از مهم‌ترین انواع تخریب زمین در بیشتر نقاط ایران است که سبب از بین بردن خاک‌های حاصلخیز و زمین‌های کشاورزی می‌شود (میرکر و همکاران^۱، ۲۰۱۷). گزارش‌ها نشان می‌دهد حدود ۳۵ میلیون مترمربع از اراضی کشور ایران تحت تأثیر فرسایش آبی قرار دارد (ذاکرنژاد و میرکر، ۲۰۱۵). به‌طور متوسط، فرسایش خاک در ایران سه برابر بیش‌تر از سایر کشورهای آسیایی و ۲۰ برابر میانگین جهانی است. فرسایش خاک در ایران هزینه زیادی دارد و تقریباً ۵۶ تا ۱۱۲ میلیارد دلار در سال است و بسته به میزان فرسایش خاک در هر سال این مقدار تغییر می‌کند. عوامل زیادی در نوع و میزان فرسایش خاک در یک حوضه آبخیز مؤثرند (صادقی، ۱۳۹۴). یکی از این عوامل استفاده از اراضی است که به‌ویژه در دهه‌های اخیر با تغییرات گسترده‌ای که در نتیجه پیشرفت‌های فن‌آوری در طبیعت انجام شده نقش زیادی در افزایش مقدار فرسایش داشته است (گارسیا رویز و همکاران^۲، ۱۹۹۶). واکنش رواناب و رسوب خروجی حوضه آبخیز به ویژگی‌های فیزیوگرافی، الگوی پراکنش کاربری اراضی، نوع خاک، شدت و مدت وقوع بارندگی و دخالت‌های انسانی بستگی دارد که در میان آن‌ها نقش کاربری اراضی دارای اهمیت بیش‌تری است (طالبی خیاوی، ۱۳۹۶). از طرفی نوع کاربری اراضی نیز به‌صورت مستقیم با فعالیت‌های انسانی از طریق تأمین رسوبات لازم برای حمل رسوب و ترسیب در ارتباط است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۴؛ مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). نرخ فرسایش خاک شاخصی جامع برای ارزیابی درجه توسعه‌یافتگی و پایداری برنامه‌های مدیریتی سرزمینی کشورها است و از طرفی داشتن اطلاعات مکانی در ارتباط با پدیده‌ها این امکان را فراهم می‌کند که همبستگی بین پدیده‌ها و الگوی فضایی بین آن‌ها شناسایی شود در نتیجه شناخت الگوی فضایی فرسایش خاک، یک کلید برای درک دینامیک و شناسایی دلایل زیستی و غیر زیستی فرسایش خاک هست و تعیین الگوی پراکنش شدت فرسایش و رسوب می‌تواند به ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش و مقابله با فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز کمک کند (جوان‌دوست و همکاران، ۱۳۹۳)؛ بنابراین، تعیین عوامل مؤثر بر فرسایش و پیش‌بینی مقدار فرسایش خاک و رسوب در حوزه‌های آبخیز به‌منظور اجرای برنامه‌های حفاظت از خاک و تعیین روش‌های مبارزه با فرسایش و کاهش تولید رسوب ضروری و نخستین گام در ارائه راهکارهای حفاظت از خاک است (حاجی و همکاران، ۱۳۹۴؛ جوزی و مرادی مجد، ۱۳۹۴).

1 Maerker et al

2 Garcia-Ruiz et al

روش‌های مختلفی جهت برآورد فرسایش و تولید رسوب در حوزه‌های آبخیز فاقد آمار وجود دارد که استفاده از هر یک از این روش‌ها بستگی به دقت روش و همچنین میزان اهمیت و نیز مدت‌زمان اجرای طرح دارد. تلاش‌های قابل‌توجهی در مورد توسعه مدل‌های فرسایش خاک صورت گرفته است (نیرینگ و همکاران^۱، ۲۰۰۵). یکی از مدل‌های خیلی کاربردی برای ارزیابی فرسایش ورقه‌ای و شیاری^۲، معادله جهانی فرسایش خاک^۳ (USLE) است که به وسیله ویشمایر و اسمیت^۴ (۱۹۷۸) توسعه داده شد. مدل USLE و نسخه‌های آن نمونه‌هایی از مدل‌های تجربی و مفهومی هستند. به‌طور کلی USLE اساساً برای برآورد فرسایش خاک در اراضی کشاورزی با شیب ملایم توسعه داده شد. با وجود نسخه‌های اصلاح شده و تجدیدنظر شده، USLE هنوز در مطالعات زیادی که در خصوص برآورد تلفات خاک انجام می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرد (ویشمایر و اسمیت، ۱۹۷۸؛ ریموتل و همکاران^۵، ۲۰۰۱). رابطه جهانی فرسایش خاک اصلاح شده^۶ که روش مورد استفاده در پژوهش حاضر است در دسترس‌ترین مدل عملی پیش-بینی فرسایش است که به‌سادگی در مقیاس محلی و منطقه‌ای اجرا می‌شود. مدل RUSLE می‌تواند پتانسیل فرسایش خاک را به‌صورت سلول به سلول پیش‌بینی کند که هنگام تلاش برای شناسایی الگوی مکانی تلفات خاک فعلی در یک منطقه بزرگ بسیار مفید است (شیندی و مان‌جاشری^۷، ۲۰۱۰). با استفاده از مدل RUSLE، فرسایش سطحی و شیاری ناشی از باران و روان‌آب، در سطوح تحت روان آب سطحی پیش‌بینی می‌شود. سطوح تحت روان آب، محدوده‌ای هستند که جریان‌های سطحی از ابتدای آن سرچشمه می‌گیرند و در انتهای آن تمرکز یافته یا به محدوده رسوب‌گذاری وارد می‌شوند. هدررفت خاک، متوسط سرعت فرسایش در این محدوده است (جونز و همکاران^۸، ۲۰۰۸).

پژوهش و همکاران (۱۳۹۰) اثر کاربری اراضی مختلف در فرسایش و تولید رسوب با استفاده از GIS را در حوضه سد زاینده‌رود علیا مطالعه نمودند. نتایج حاصل از پژوهش ایشان نشان داد که بیش‌ترین مقدار فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه مورد مطالعه، در کاربری‌های مرتع متراکم و بوته‌زارها صورت گرفته است. این افزایش تولید رسوب در این دو نوع کاربری، ناشی از تأثیر متقابل دو عامل، شیب و چرای بی‌رویه دام در اوایل فصل بهار است. بابایی و همکاران (۱۳۹۵) مقدار میانگین سالانه فرسایش حوضه آبخیز کن سولقان را ۲۰/۲۲ تن در هکتار در سال برآورد کردند و نشان دادند عامل LS با ضریب همبستگی ۰/۶۸ درصد بیشترین تأثیر را در برآورد فرسایش سالیانه خاک داشته است. فیضی‌زاده (۱۳۹۶) تغییرات کاربری اراضی و نقش آن را در حوضه علویان بررسی کرد که نشان

1 Nearing et al

2 Surface and Rill Erosion

3 Universal Soil Loss Equation (USLE)

4 Wischmeier & Smith

5 Remortel et al

6 Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)

7 Shinde & Manjushree

8 Jones et al

داد تبدیل اراضی مرتعی پرتراکم به مراتع کم تراکم و زراعت دیم، مهم ترین عامل در فرسایش منطقه است. محمدی و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از مدل RUSLE میانگین فرسایش در مقیاس کشور ایران را ۲۴ تن در هکتار در سال برآورد نمود و نقش عامل توپوگرافی را بیش از سایر عوامل مشخص نمودند. مختاری و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از مدل RUSLE میزان فرسایش خاک در سطح حوضه آبریز نورآباد ممسنی از ۸ تا ۷۵ تن در هکتار در سال برآورد کردند و نشان دادند که عامل LS نقش بیشتری در فرسایش نسبت به سایر عوامل دارد. سییکاور و هوفیرکا^۱ (۲۰۰۷) با مطالعه تأثیر تغییر کاربری در اسلواکی (۱۹۹۰-۲۰۰۰) به این نتیجه رسید که تغییرات پوشش زمین و کشت نوبتی تأثیرات آشکاری بر روی الگوی فرسایش خاک در قسمت دره ها و نواحی کوهستانی داشته است. این تغییرات عمدتاً به دلیل تغییر مداوم مالکیت اراضی، تغییر نوع محصولات، جنگل زدایی و جنگل کاری است. شارما و کملش^۲ (۲۰۱۰) با مطالعه اثر تغییر کاربری اراضی بر روی فرسایش با استفاده از معادله جهانی فرسایش خاک در حوضه آبریز مایتون در هند در طی سال های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۴ به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری ها باعث فرسایش قابل توجهی در حوضه شده است که در سال ۱۹۸۹ مقدار فرسایش از ۱۲/۱۱ تن در هکتار در سال به ۱۳/۲۱ تن در هکتار در سال ۲۰۰۴ رسیده است. انواگو و همکاران^۳ (۲۰۱۷) در مطالعه ای تأثیر تغییر پوشش زمین بر مقدار فرسایش خاک در نیجریه را مطالعه کردند. آن ها در این پژوهش تصویر پوشش زمین را در چهار دوره بررسی کردند و نتایج نشان داد که در دامنه های شیب دار فرسایش خاک شدید و در مناطقی که پوشش گیاهی متراکم دارند فرسایش ناچیزی رخ می دهد. سانتوس و همکاران^۴ (۲۰۱۷) به بررسی تغییرات کاربری اراضی و نقش آن بر فرسایش خاک پرداختند. آن ها برای این امر از تصاویر ماهواره ای لندست طی سال های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ استفاده کردند. نتایج نشان داد که سطح زمین های کشاورزی و مراتع در این مناطق کاهش یافته و میزان فرسایش ۱۰ برابر افزایش یافته است.

در سال های اخیر عملیات اجرایی احداث سد خاکی سیکان به منظور تأمین آب شرب شهرهای مجاور و همچنین مشروب ساختن اراضی کشاورزی پایین دست در دستور کار وزارت نیرو قرار گرفته؛ لذا شناسایی سطوح حساس به فرسایش در این حوضه سیکان می تواند در مدیریت و کیفیت منابع آب، کاهش رسوب ورودی به سدها و طول عمر آن ها نقش شایانی داشته باشد؛ بنابراین ارزیابی و برآورد خاک با استفاده از مدل های بهینه برآورد فرسایش و رسوب، یکی از راهکارهایی است که از طریق آن می توان فرسایش خاک را تا حدود زیادی کنترل نمود و مقدار آن را با اقدامات مدیریتی و حفاظتی حوضه ای کاهش داد. با توجه به مسئله فوق هدف اصلی این پژوهش برآورد فرسایش خاک سالانه در حوضه آبریز سیکان با استفاده از مدل RUSLE، ارزیابی کاربری های مختلف اراضی از نظر پتانسیل هدر رفت خاک و اولویت بندی آن ها جهت انجام عملیات های حفاظتی و پروژه های آبخیزداری است.

1 Cebacauer & Hofierka

2 Sharma & Kamlesh

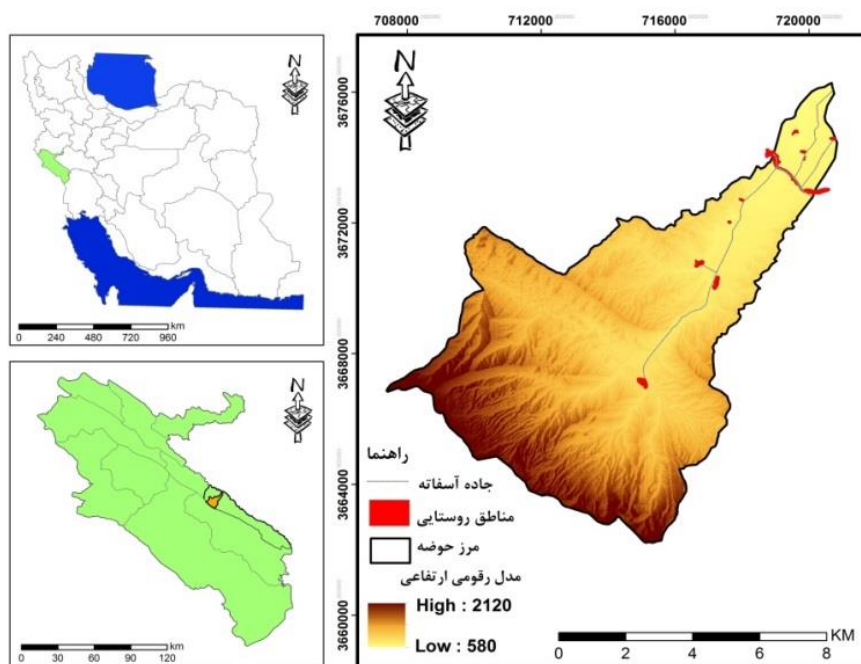
3 Nwaogu et al

4 Santos

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه سیکان با مساحت ۷۴/۵ کیلومتر مربع و میانگین بارش سالانه ۵۱۶/۵ میلی‌متر، در محدوده طول جغرافیایی ۴۷° ۱۵' تا ۴۷° ۲۲' و در عرض جغرافیایی ۳۳° ۵' تا ۳۳° ۱۰' در شهرستان دره‌شهر استان ایلام و در حد فاصل رشته‌کوه کبیرکوه در جنوب و رودخانه سیمره در شمال واقع شده است. این حوضه شامل رودخانه سیکان و اراضی شمال شهرستان دره‌شهر از حاشیه دشت تا محور رودخانه سیمره است. حوضه سیکان بخش کوچکی است از حوضه رودخانه سیمره بوده که خود از زیرحوضه‌های رودخانه کرخه می‌باشد. حداکثر ارتفاع حوضه رودخانه سیکان در متهی‌الیه جنوب غربی قله رشته‌کوه کبیرکوه با ارتفاع ۲۱۹۰ متر از سطح دریاهای آزاد واقع شده است و پست‌ترین نقطه در شمال شرقی و حاشیه رودخانه سیمره با ۵۶۲ متر قرار دارد. در این حوضه چند نقطه روستایی وجود دارد، که همگی در کنار رودخانه سیکان استقرار یافته‌اند. جاده ارتباطی نیز به موازات رودخانه نقاط روستایی را به هم متصل نموده است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۲-۲- مواد و روش

۲-۲-۱- داده‌ها و ابزارهای پژوهش

داده‌ها و ابزارهای مورد استفاده در پژوهش شامل: لایه‌های رقمی ۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور، مدل رقمی ارتفاعی با تفکیک ۱۰^۱ متری، آمار بارندگی روزانه، ماهانه، سالانه از سازمان هواشناسی کشور، تصویر ماهواره‌ای سنجنده سنتینل ۲^۲ (۱۸ آوریل ۲۰۱۸) منطقه مورد مطالعه از سایت www.usgs.gov و گزارش و داده‌های آزمایشگاهی خاک حوضه مورد مطالعه از معاونت آبخیزداری سازمان جنگل‌ها مراتع و آبخیزداری کشور می‌باشد. در این پژوهش از نرم‌افزارهای ArcGIS 10.3 جهت ترسیم نقشه‌ها و تحلیل‌های مرتبط به آن؛ ENVI 5.3 جهت تهیه لایه‌های پوشش گیاهی (NDVI) و کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه و از نرم‌افزارهای آماری همچون Exell و Spss جهت محاسبات آماری و روابط رگرسیونی معادلات بهره‌گیری شده است. از نرم‌افزارها و ابزارهای جانبی دیگری همچون GPS، Google Earth نیز جهت برداشت نقاط کنترلی و تهیه برخی از اطلاعات مورد نیاز استفاده گردیده است.

۲-۲-۲- روش تحقیق

۲-۲-۲-۱- معادله جهانی فرسایش خاک اصلاح شده (RUSLE)

این فرمول پس از ۳۰ سال مطالعه در مورد فرسایش آبی در ۴۶ ایستگاه تحقیقاتی در ۲۶ ایالات مختلف آمریکا با شرایط مختلف جغرافیایی و آب و هوایی، با در نظر گرفتن نتایج بررسی‌های دیگران به‌دست آمده است. این معادله به فرمول جهانی فرسایش خاک معروف است (ویشمایر و اسمیت، ۱۹۷۸).

$$A = R * K * L * S * C * P \quad \text{رابطه (۱)}$$

A: مقدار خاک فرسایش یافته به وسیله فرسایش ورقه‌ای و شیلیاری بر حسب جرم در واحد سطح در واحد زمان، R: عامل فرساینده‌گی بارندگی، K: عامل فرسایش‌پذیری خاک است و حساسیت ذاتی خاک را مشخص می‌کند، L: عامل طول شیب، S: عامل درجه شیب زمین، C: عامل پوشش گیاهی و P: عامل حفاظت خاک می‌باشد. A: بر حسب تن در هکتار در سال، R: بر حسب مگاژول میلی‌متر در هکتار ساعت سال، K: بر حسب تن ساعت بر مگاژول بر میلی‌متر، و L، S، C، P نیز بدون واحد هستند (رنارد و همکاران، ۱۹۹۷).

1 Digital Elevation Model (DEM)

2 Sentinel-2

3 Renard et al

– عامل فرساینده‌گی بارندگی^۱ (R)

مفهوم فرساینده‌گی باران توسط ویشمایر و اسمیت (۱۹۷۸) به منظور لحاظ نمودن تأثیر اقلیم بر فرسایش خاک ارائه گردید. پتانسیل باران در ایجاد فرسایش، فرساینده‌گی باران خوانده می‌شود که تابعی از خصوصیات فیزیکی بارندگی است و با انرژی مستقیم باران، انرژی جنبشی بارندگی و حداکثر شدت بارندگی ۳۰ دقیقه‌ای در ارتباط است. از آنجایی که نمودار بارندگی و داده‌های تفصیلی رگبار (شدت بارندگی) به‌ندرت در ایستگاه‌های هواشناسی موجود می‌باشند، R را می‌توان با استفاده از شاخص اصلاح‌شده فونیز تخمین زد (لی و همکاران^۲، ۲۰۱۰)؛ بنابراین برای محاسبه فاکتور R پس از تعیین ایستگاه‌های شاخص در منطقه مورد مطالعه، بارندگی ماهانه و سالیانه ۱۷ ساله در ۱۰ ایستگاه مجاور حوضه استخراج گردید. با توجه به کامل بودن داده‌ها در دوره آماری مدنظر بازسازی داده‌ها صورت نگرفت. در مرحله بعد با استفاده از معادله زیر، شاخص فونیز و فاکتور R برای تمام ایستگاه‌ها محاسبه گردید. شاخص فونیز بر اساس رابطه شماره دو محاسبه می‌گردد: (رنارد و فریدموند، ۱۹۹۴).

$$P = \sum_{i=12}^{12} \frac{p_i^2}{\bar{p}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه p_i : متوسط بارندگی (میلی‌متر) در ماه i و p : متوسط بارندگی سالیانه (میلی‌متر) است. در این مطالعه با استفاده از رابطه (۲)، شاخص فونیز برای تمام ایستگاه‌ها محاسبه گردید و مقدار R برای هر یک از ایستگاه‌های شاخص بر اساس روابط زیر محاسبه گردید.

$$R\text{-Factor} = (0.07397 * F^{1.847}) / 17.2 \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$F < 55 \text{ mm}$$

$$R\text{-Factor} = (95.77 - 6.081 * F + 0.4770 * F^2) / 17.2 \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$F \geq 55 \text{ mm}$$

با توجه به دامنه تغییرات ارتفاع حوضه مورد مطالعه (۵۸۰ الی ۲۱۲۰ متر)، بین ارتفاع ایستگاه‌ها و مقدار R محاسبه شده، یک رابطه رگرسیونی برقرار گردید. در نهایت در محیط ArcGIS مقدار R برای قسمت‌های مختلف حوضه براساس مدل رقومی ارتفاعی تعمیم و خروجی آن به صورت رستر تهیه گردید.

– عامل فرسایش پذیری خاک^۳ (K)

فرساینده‌گی خاک، یعنی مقاومت خاک در برابر جدا شدن و مقاومت ذرات در برابر انتقال (شی^۴، ۲۰۰۲). اگر چه مقاومت خاک نسبت به فرسایش تا اندازه‌ای به وضعیت پستی و بلندی، درجه شیب، و اثر تخریبی انسان‌ها بستگی دارد؛ اما فرسایش پذیری به عواملی از قبیل بافت خاک، پایداری دانه خاکدانه‌ها، مقاومت برشی، ظرفیت نفوذ و مقدار

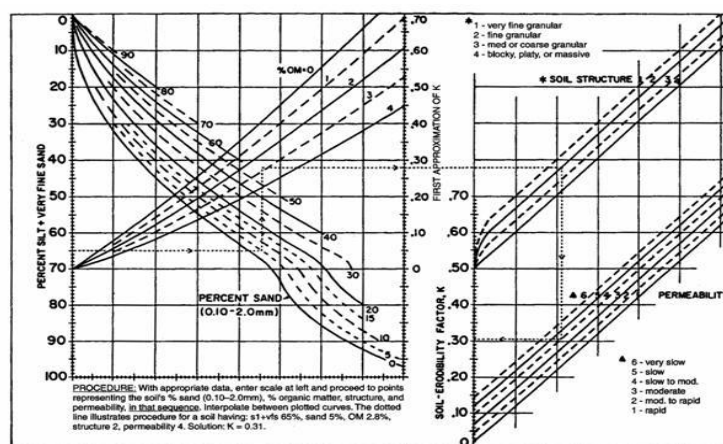
1 Rain erosivity factor

2 Li et al

3 Soil erodibility factor

4 Shi

مواد آلی و شیمیایی نیز بستگی دارد. بررسی‌ها نشان داده است که هرچه مقدار سیلت خاک بیشتر باشد فرسایش-پذیری خاک افزایش می‌یابد و هر چه ذرات خاک درشت‌تر باشند مقاومت بیشتری نسبت به انتقال نشان می‌دهند. محاسبه ضریب K نیاز به پنج پارامتر خاک شامل نفوذپذیری، بافت خاک، درصد شن، درصد سیلت و درصد مواد آلی می‌باشد. در این پژوهش مقدار K بر اساس نتایج حاصله از مطالعات خاکشناسی و اطلاعات آزمایشگاهی ۹ نمونه پروفیل خاک در اجزاء واحدهای اراضی حوضه سیمره و با استفاده از نمودار Soil Erodibility Nomograph که توسط ویشمایر در سال ۱۹۸۷ ارائه گردیده است، استخراج گردید (شکل ۲). برای تبدیل به واحد متریک، مقادیر K در $0/۱۳۱۷$ ضرب شد که در نتیجه مقدار فرسایش‌پذیری خاک برحسب $t h MJ^{-1} mm^{-1}$ به دست آمد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۲- نمودار تعیین حساسیت فرسایش پذیری خاک

- عامل شیب و طول شیب^۱ (LS)

طول شیب به فاصله میان نقطه شروع رواناب سطحی در حوضه آبریز تا نقطه‌ای که شیب آنقدر کم می‌شود که مواد محموله آن ته نشست می‌کند و یا نقطه‌ای که جریانات سطحی به یک نهر طبیعی یا مصنوعی وارد می‌شود گفته می‌شود (خوزه و همکاران^۲، ۲۰۰۰). با بلندتر شدن شیب بنابر دلایل زیاد فرسایش افزایش پیدا می‌کند، پاشمان خاک به طرف پایین شیب زیاد شده، رواناب بیشتری جاری می‌گردد و این رواناب با سرعت بیشتری به سمت پایین می‌آید. همچنین عامل درصد شیب که تابعی از درجه شیب است، منعکس‌کننده اثر درجه شیب بر میزان فرسایش است. در معادله جهانی تجدید نظر شده خاک این دو عامل به عنوان تأثیر عامل توپوگرافی در فرسایش در نظر گرفته می‌-

1 Ttopographic factor

2 Jose et al

شود که افزایش میزان آن‌ها موجب تشدید فرسایش خاک می‌شود. است (گاناسری و رامش^۱، ۲۰۱۶). با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی با اندازه سلول ۱۰ متری و روابط ۵ تا ۸ مقدار LS برای حوضه محاسبه می‌گردد (تنگ و همکاران^۲، ۲۰۱۶).

$$L = [(Flow Accumulation) * \frac{CellSize}{22.1}]^m \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$m = \frac{\beta}{\beta + 1} \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$\beta = \frac{\sin \theta (Slope * 0.01745)}{[3 * (\sin \theta)^{0.8} + 0.56]} \quad \text{رابطه (۷)}$$

$$S = \begin{cases} 10.8 \sin \theta + 0.03, & S < 9\% \\ 16.8 \sin \theta - 0.5, & S \geq 9\% \end{cases} \quad \text{رابطه (۸)}$$

θ زاویه شیب بر حسب درصد است. برای به دست آوردن عامل LS در محیط ArcMap از طریق مدل رقومی ارتفاعی (Dem) ۱۰ متری، دو لایه شیب و جریان تجمعی ایجاد گردید و با قرار دادن لایه‌های مذکور در روابط ۵ تا ۸ عامل LS به دست آمد.

- عامل پوشش گیاهی^۳ (C)

عامل C اثر گیاهان، پوشش خاک، هوموس خاک و فعالیت‌های موجودات خاک بر روی فرسایش را نشان می‌دهد. از این عامل برای انعکاس اثر کشت و مدیریت اراضی بر فرسایش استفاده می‌شود. این فاکتور بیانگر مقدار خاک از بین رفته از زمین زیر کشت، به خاک فرسوده شده از همان قطعه زمین در طی آیش مداوم و عاری از پوشش و بقایای گیاهی می‌باشد. پرکاربردترین معیار رویش گیاه، شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده^۴ است که با فناوری سنجش از دور به دست می‌آید (حبشی و همکاران، ۱۳۹۷). برای فاکتور پوشش گیاهی از شاخص NDVI استخراج شده از تصویر سنجنده ستینل ۲ مربوط به تاریخ ۱۸ آوریل ۲۰۱۸ استفاده شده است. شاخص NDVI بر اساس رابطه شماره ۸ در محیط نرم‌افزار ENVI محاسبه گردید.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad \text{رابطه (۹)}$$

در این رابطه RED مقدار بازتاب در محدوده باند قرمز و NIR مقدار بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک می‌باشد. دامنه تغییرات پوشش گیاهی بین +۱ و -۱ است که هر چه این عدد به نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده پوشش گیاهی بیشتری می‌باشد. +۱ نشان دهنده تراکم زیاد پوشش گیاهی و -۱ نشان دهنده تراکم کم می‌باشد. بین شاخص NDVI و ضریب C یک رابطه کامل معکوس وجود دارد (کارابرون^۵، ۲۰۱۰)؛ بدین معنی که با افزایش شاخص

1 Ganasri & Ramesh

2 Teng et al.

3 Vegetation factor

4 Normalized Difference Vegetation index (NDVI)

5 Karaburun

NDVI ضریب C کاهش می‌یابد. هر چه این ضریب کاهش پیدا کند بدین معنی است که در حوضه پوشش گیاهی آن بیشتر است و فرسایش کمتری در حوضه صورت می‌گیرد. مقادیر فاکتور C بین صفر و یک متغیر بوده و با استفاده از رابطه شماره (۱۰) محاسبه می‌گردد (آرخی و نیازی، ۱۳۸۹).

$$C = ((1 - NDVI) / 2) \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

عامل حفاظت خاک^۱ (P)

عامل حفاظت خاک عبارت است از نسبت مقدار خاک از بین رفته در واحد سطح یک زمین حفاظت شده؛ به زمینی که لخت بوده و در جهت بالا و پایین تندترین شیب، شخم زده شود منظور از کارهای حفاظتی، بیشتر کشت در روی خطوط تراز، کشت نواری و تراس بندی، درختکاری، جلوگیری از قطع بی‌رویه درختان و جلوگیری از چرای بی‌رویه دام است (ویشمایر و اسمیت، ۱۹۷۸). اگر هیچ‌گونه عملیات حفاظتی انجام نگیرد P برابر با یک خواهد بود. در مناطقی که وسعت منطقه مطالعه زیاد باشد، عامل حفاظت خاک از طریق اثر خطوط هم‌تراز شیب بر مقدار فرسایش خاک بررسی می‌شود؛ زیرا مناطق هم‌تراز شیب از نظر مقدار عامل حفاظت خاک، ارزش یکسانی به خود اختصاص می‌دهند. برای به دست آوردن مقادیر عامل حفاظت خاک، از طریق خطوط هم‌تراز شیب، ویشمایر و اسمیت جدول (۱) را ارائه دادند (تنگ و همکاران، ۲۰۱۶؛ دریوسکی و همکاران^۲، ۲۰۱۴). در این مطالعه با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی با اندازه پیکسل ۱۰ متر، لایه شیب برای منطقه مورد مطالعه مطابق با جدول (۱) تهیه و طبقه‌بندی شد.

جدول ۱- عامل حفاظتی در شیب‌های مختلف (ویشمایر و اسمیت، ۱۹۷۸)

شیب (درصد)	عامل P
کمتر از ۳	۰/۶
۳-۶	۰/۵
۶-۹	۰/۵
۹-۱۲	۰/۶
۱۲-۱۵	۰/۷
۱۵-۲۰	۰/۸
۲۰-۲۵	۰/۹
بیشتر از ۲۵	۱

1 protection factor

2 Drzewiecki et al

برای تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه ابتدا تصویر ماهواره سستینل ۲ مربوط به تاریخ ۱۸ آوریل ۲۰۱۸ دانلود گردید و سپس در محیط ENVI 5.3 با روش طبقه‌بندی نظارت شده، الگوریتم حداکثر احتمال به طبقه‌بندی کاربری‌های موجود در حوضه پرداخته شد. به‌منظور بالا بردن دقت کار، از نقاط برداشت‌شده در سطح حوضه به وسیله GPS، و همچنین تصاویر Google Earth سال ۲۰۱۸ جهت کنترل کاربری‌ها بر روی تصویر ماهواره‌ای و تطبیق نقاط میدانی با تصویر ماهواره‌ای استفاده گردید که در نهایت کاربری‌های اراضی در ۹ طبقه برای حوضه آبریز سیکان استخراج گردید. پس از آماده‌سازی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز بصورت رس‌تری، مقدار هدر رفت سالیانه خاک از طریق حاصل ضرب عامل‌های مدل RUSLE با توجه به رابطه (۱) با استفاده تابع Spatial Analyst و گزینه Raster Calculator در محیط ArcGIS بر حسب تن بر هکتار در سال محاسبه گردید. سپس در محیط Arcmap با استفاده از Extensions zonal statistic لایه فرسایش حوضه و نقشه کاربری اراضی روی هم قرار داده شده و مقادیر فرسایش در هر یک از کاربری‌ها مشخص گردید.

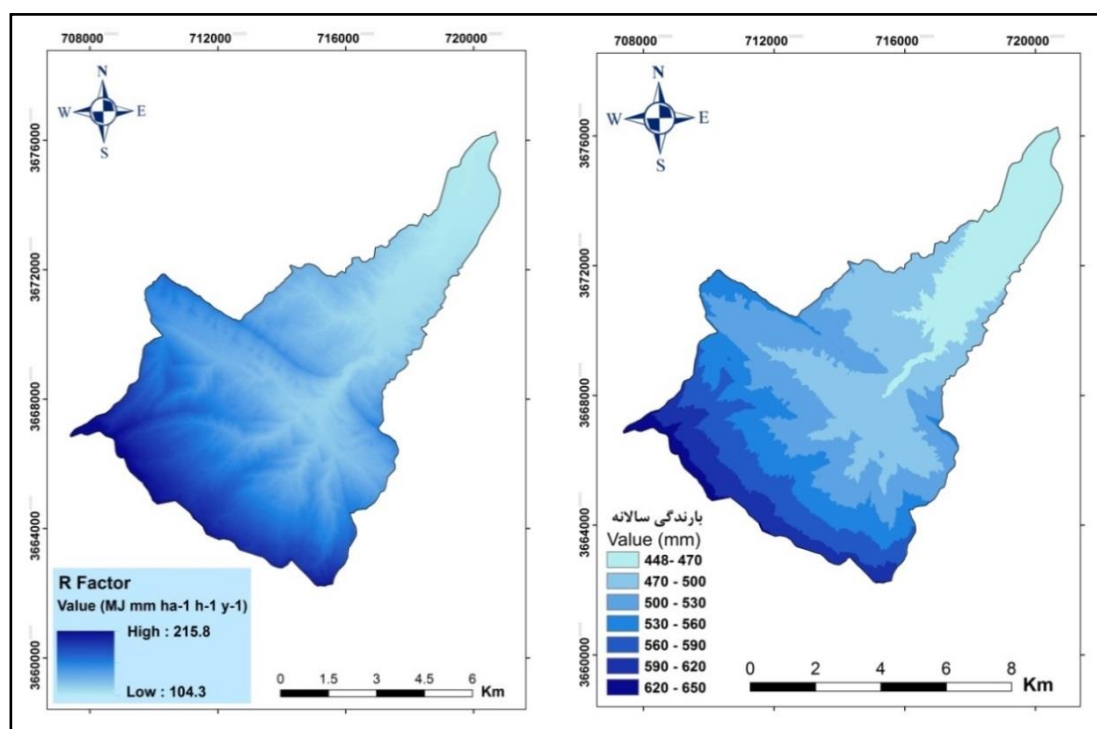
۳- نتایج و بحث

۳-۱- مقادیر فاکتورهای مدل RUSLE در حوضه آبریز سیکان

مقادیر شاخص فورنیه و فرساینده‌گی باران با استفاده از رابطه‌های (۲، ۳ و ۴) برای ۱۰ ایستگاه منطقه طی یک دوره آماری ۱۷ ساله محاسبه شد (جدول ۲). مقادیر عامل R از ۱۰۴/۳۲ تا ۲۱۵/۸۱ بر حسب $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1} \text{y}^{-1}$ متغیر و متوسط آن ۱۴۲/۰۸ می‌باشد. بالاترین ارزش عامل R در جنوب غربی و جنوب حوضه است که بیشترین بارندگی را دارد و کمترین مقادیر آن بر خروجی حوضه منطبق می‌باشد (شکل ۴). به‌طورکلی هر چه خروجی حوضه به سمت ارتفاعات بالا دست پیش می‌رویم مقادیر R بیشتر می‌شود ($r^2 = 0.73$). نتایج نشان می‌دهد که مناطق مرتفع کبیرکوه که دارای بیشترین مقادیر بارندگی هستند مقدار R بیشتری را به خود اختصاص داده است. بین بارش سالانه و مقادیر R نیز همبستگی ($r^2 = 0.74$) برقرار می‌باشد. بابایی همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی که در حوضه آبریز کن انجام دادند، نشان دادند که مقادیر زیاد فرساینده‌گی بیشتر در مناطقی دیده می‌شود که میزان بارش در منطقه زیاد باشد. البته این امر همیشه صادق نبوده و محققان دیگری در سایر مناطق با مقادیر بارندگی مشابه مقادیر کمتری را به‌دست آوردند. (آرخی و نیازی، ۱۳۸۹) در حوضه آبریز سد ایلام نیز نشان دادند که افزایش و کاهش فاکتور R رابطه نزدیکی با افزایش و کاهش ارتفاع و میزان بارندگی منطقه دارد که با مقادیر R پژوهش حاضر مطابقت دارد. مقادیر شاخص فورنیه و فرساینده‌گی هر یک از ایستگاه‌ها در جدول (۲) ارائه گردیده است.

جدول ۲- مقادیر شاخص های F و R در ایستگاه های مختلف مجاور حوضه سیکان

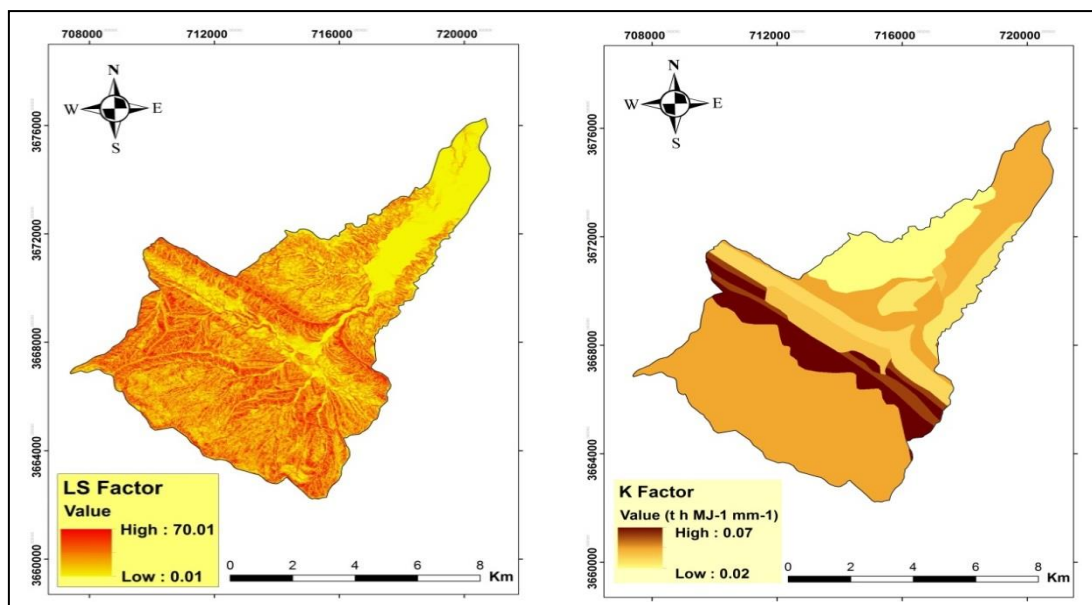
ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (m)	میانگین بارندگی (mm)	MFI	R
ایلام	۴۶/۴۱	۳۳/۶۲	۱۳۶۲	۵۳۳/۹	۸۱/۰	۱۵۹/۱
آبدانان	۴۷/۴۲	۳۳/۰	۹۲۰	۵۳۹/۱	۸۰/۸	۱۵۸/۰
بلره	۴۷/۰۴	۳۳/۳۱	۱۰۶۰	۵۰۶/۲	۷۵/۲	۱۳۵/۸
چشمه شیرین	۴۷/۱۶	۳۳/۲۷	۸۹۳	۴۷۸/۰	۷۱/۵	۱۲۲/۱
زرانگوش	۴۷/۲۲	۳۳/۲۳	۶۹۷	۴۶۵/۵	۶۹/۸	۱۱۵/۹
دره شهر	۴۷/۴۱	۳۳/۱۴	۶۳۰	۴۲۸/۴	۶۳/۰	۹۳/۳
دشت چمران	۴۷/۵۵	۳۳/۰۷	۶۱۴	۴۶۴/۳	۶۸/۱	۱۱۰/۰
میمه	۴۶/۹۲	۳۳/۲۳	۱۲۳۰	۵۴۰/۰	۷۷/۳	۱۴۴/۰
ماژین	۴۷/۷۹	۳۲/۹۵	۴۵۵	۴۸۴/۹	۷۲/۱	۱۲۴/۲
گل زرد	۴۷/۳۵	۳۳/۱۸	۶۳۶	۴۵۱/۰	۶۶/۷	۱۰۵/۲



شکل ۴- نقشه فاکتور فرساینده گی باران

شکل ۳- نقشه بارندگی سالانه حوضه

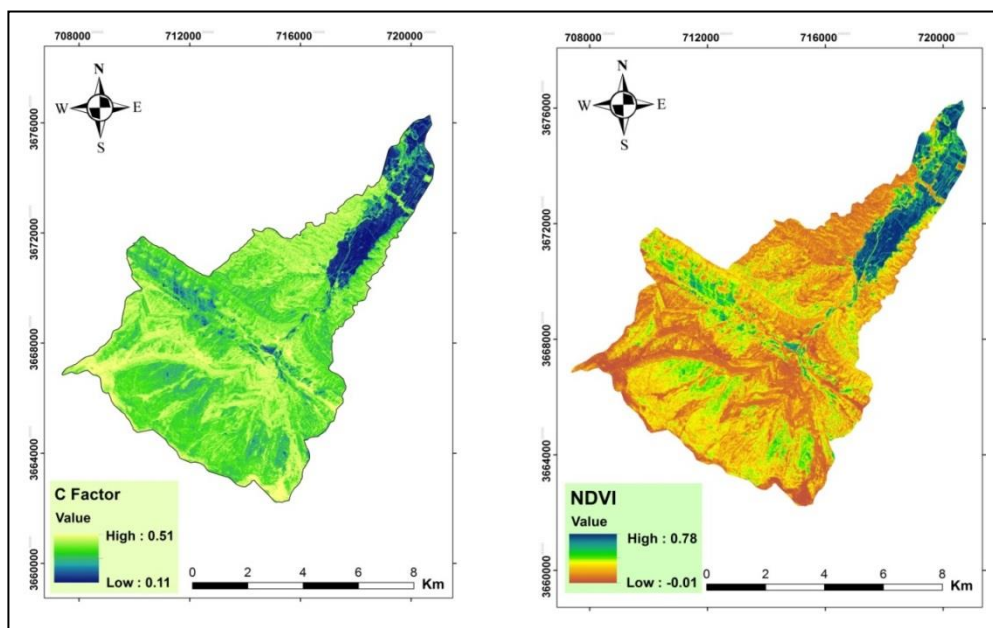
مقادیر فرسایش پذیری خاک (K) با استفاده از نمونه‌های پروفیل خاک حوضه آبریز سیمره و نمودار تعیین حساسیت فرسایش پذیری خاک برای هر کدام از اجزاء واحدهای اراضی خاک تعیین گردید که مقادیر آن از ۰/۰۲ تا ۰/۰۷ $\text{t h MJ}^{-1} \text{mm}^{-1}$ متغیر بوده و متوسط مقدار آن ۰/۰۴ می‌باشد (شکل ۵). همچنین مقادیر انحراف از معیار این فاکتور ۰/۰۱ می‌باشد. بیشترین مقدار K با روندی عرضی در قسمت‌های میانی حوضه قرار دارد که بیشتر منطبق بر سازند زمین شناسی ایلام- سورگاه می‌باشد. سازند سورگاه از تناوب شیل‌های خاکستری روشن تا تیره و لایه‌های آهک تشکیل شده است. سازند ایلام نیز شامل آهک‌های رسی ریزدانه خاکستری روشن تا تیره و لایه‌های نازک شیل در لابلای آهک‌ها می‌باشد. مقادیر بیشتر K نشان‌دهنده بیشتر بودن ذرات بسیار ریز شن و سیلت است که در نهایت سبب افزایش فرسایش پذیری خاک می‌شود (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷). محمدی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی با استفاده از مدل RUSLE به برآورد مکانی فرسایش در مقیاس کشور ایران پرداختند و در آن مقادیر K را برای ایران از صفر تا ۰/۰۴ برآورد کردند. عامل LS با استفاده از روابط ۵ تا ۸ و مدل رقومی ارتفاعی حوضه با در نظر گرفتن کنش متقابل بین توپوگرافی جریان تجمعی آب محاسبه گردید. مقدار این عامل در حوضه مورد مطالعه از ۰/۰۱ تا ۷۰ در سطح پیکسل متغیر بوده و مقدار متوسط آن در حوضه ۶/۷۱ می‌باشد. بیشترین ارزش LS در مناطق با شیب تند کوهستانی و شیب‌های مجاور آبراهه‌ها و کمترین مقدار آن بر اراضی مسطح و نسبتاً هموار کشاورزی و خط القعر آبراهه‌ها منطبق است. این عامل در مطالعات مختلف با توجه به توپوگرافی هر منطقه و همچنین بی بعد بودن آن، دامنه‌های متفاوتی را نشان می‌دهد.



شکل ۵- نقشه فاکتور فرسایش پذیری خاک

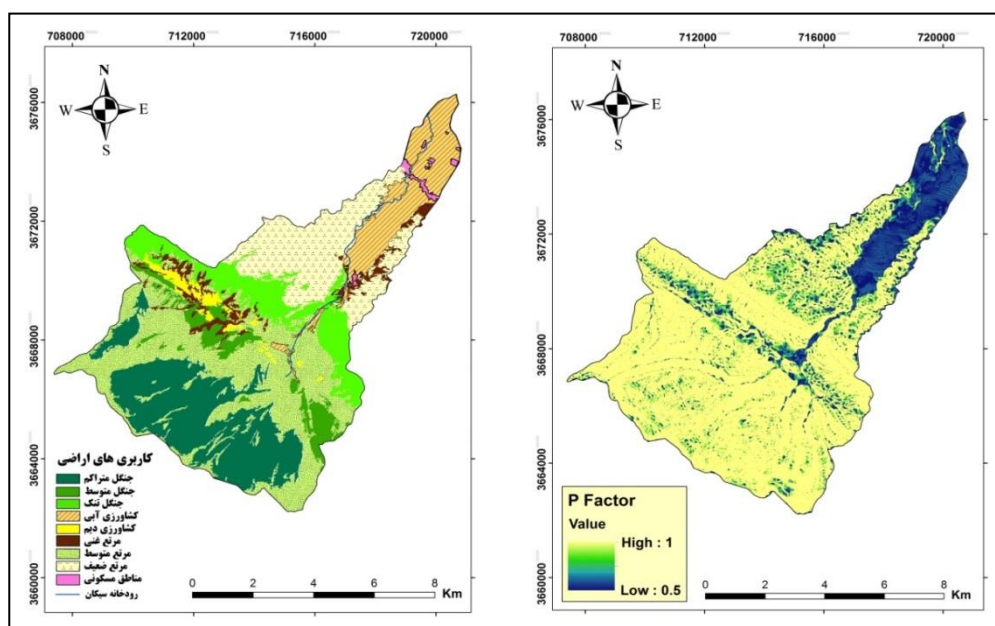
شکل ۶- نقشه فاکتور توپوگرافی

از تراکم پوشش گیاهی به دست آمده از ماهواره سستینل ۲ و تطابق آن با کاربری‌های اراضی و با استفاده از رابطه‌های (۹ و ۱۰) عامل C محاسبه گردید. عامل C عکس مقادیر NDVI می‌باشد به عبارتی با افزایش در شاخص NDVI میزان فاکتور C کاهش می‌یابد. مقادیر عامل C از ۰/۱۱ تا ۰/۵۱ متغیر بوده و متوسط آن در حوضه برابر با ۰/۳۶ می‌باشد. این عامل در اراضی کشاورزی که در پایین دست حوضه قرار دارند دارای میانگین ۰/۲ و ارزش ۰/۱۱ تا ۰/۴۷ می‌باشد که نسبتاً از پوشش گیاهی مناسبی برخوردار می‌باشند (شکل ۸). همچنین بیشترین ارزش عامل C با میانگین ۰/۴۱ و ۰/۴ به ترتیب مربوط به مراتع متوسط و ضعیف می‌باشد که از پوشش گیاهی کمتری برخوردار می‌باشند. مقادیر تراکم پوشش گیاهی حوضه نیز از در دامنه ۰/۰۱- تا ۰/۷۸ قرار دارد و میانگین آن ۰/۲۸ می‌باشد (شکل ۷). بیشترین ارزش NDVI با میانگین ۰/۶ در اراضی کشاورزی و کمترین مقدار آن در با میانگین ۰/۱۷ در مراتع متوسط می‌باشد. عامل حفاظت خاک با استفاده از طبقه‌بندی لایه درصد شیب حوضه و بر اساس جدول شماره (۱)، محاسبه گردید که مقادیر آن از ۰/۵ تا ۱ می‌باشد. متوسط مقدار این عامل در حوضه ۰/۹۰ است. همانطور که نشان می‌دهد به دلیل کوهستانی و پرشیب بودن، بخش اعظم حوضه فاقد هرگونه عملیات حفاظتی می‌باشد. مناطق با مقادیر متوسط، منطبق بر اراضی کشاورزی پایین دست حوضه و خط‌القعرهایی است که شیب پروفیل طولی آنها ملایم می‌شود (شکل ۹). در نهایت هر یک از کاربری‌های اراضی با استفاده از تصویر ماهواره‌ای سستینل ۲ مربوط به آوریل ۲۰۱۸ و تطبیق با نقاط کنترلی و تصاویر Google Earth با روش حداکثر احتمال و طبقه‌بندی نظارت‌شده، در ۹ کاربری طبقه‌بندی شدند که کاربری مرتع متوسط با ۲۹/۶ درصد از مساحت حوضه بیشترین و مناطق مسکونی با ۰/۶ درصد کمترین کاربری را به خود اختصاص داده‌اند. اراضی کشاورزی آبی به موازات رودخانه سیکان در پایین دست حوضه استقرار دارند و مناطق مسکونی نیز در جوار رودخانه سیکان و اراضی کشاورزی کشیده شده‌اند (شکل ۱۰).



شکل ۸- نقشه فاکتور پوشش گیاهی

شکل ۷- نقشه شاخص پوشش گیاهی



شکل ۱۰- نقشه کاربری‌های اراضی حوضه سیکان

شکل ۹- نقشه فاکتور حفاظت خاک

جدول ۳- آماره‌های مربوط به عامل‌های مدل RUSLE

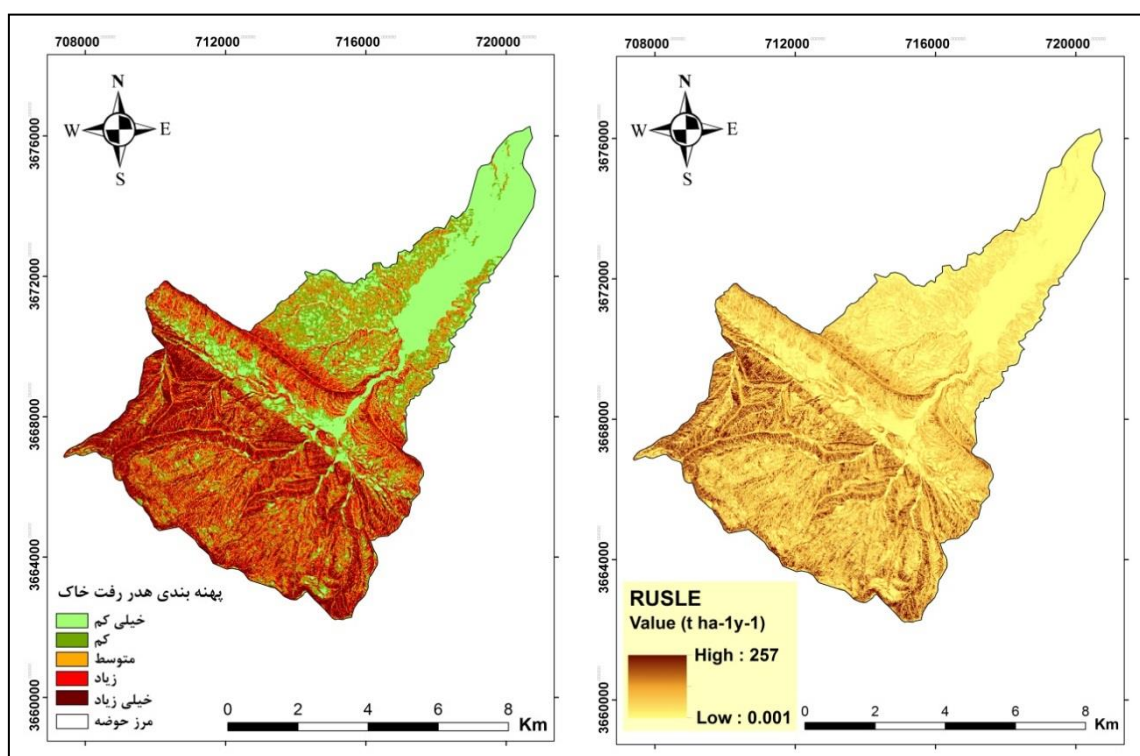
عامل P	عامل C	عامل LS	عامل K	عامل R	
۰/۵	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۱۰۴/۳	حداقل
۱	۰/۵۱	۷۰	۰/۰۷	۲۱۵/۸	حداکثر
۰/۹	۰/۳۶	۶/۷۱	۰/۰۴	۱۴۲/۰۸	میانگین
۰/۱۷	۰/۰۸	۶/۱۹	۰/۰۱	۲۵/۴۹	انحراف معیار

۳-۲- برآورد هدر رفت سالیانه خاک به تفکیک کاربری‌های اراضی

هدر رفت سالیانه خاک حوضه آبریز سیکان از طریق حاصل ضرب عامل‌های فرساینده‌گی (R)، فرسایش‌پذیری (K)، توپوگرافی (LS)، پوشش گیاهی (C) و عملیات حفاظتی (P)، در اکستنشن Raster Calculator محیط 10.3 ArcGIS با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (شکل ۱۱). با توجه به مدل فرسایش حوضه، مقادیر فرسایش خاک در حوضه مورد مطالعه بین ۰/۰۰۱ تا ۲۵۷ تن در هکتار در سال در سطح پیکسل متغیر می‌باشد. میزان کل فرسایش در کل حوضه آبریز سیکان برابر با ۱۲۸۱۱۰۴/۳ تن در سال در سطح پیکسل برآورد گردید؛ همچنین میانگین مقادیر فرسایش خاک در منطقه مورد مطالعه ۱۷/۶۲ و انحراف معیار آن برابر با ۱۹/۱۲ تن در هکتار در سال می‌باشد. مهدیان (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای مقدار متوسط فرسایش خاک را برای اغلب زیرحوضه‌های ایران بین ۸ تا ۱۶ تن بر هکتار در سال برآورد کرد که مقادیر آن تقریباً با پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین بیگلریگی و همکاران (۱۳۸۷) در سند توسعه طبیعی در افق ۱۴۰۴ فرسایش خاک را در سطح ۱۲۵ میلیون هکتار از حوضه‌های آبخیز کشور حدود ۲۵ تا ۳۰ تن در هکتار در سال تعیین کرد که تقریباً ۱/۵ تا ۲ برابر فرسایش برآورد شده در پژوهش حاضر می‌باشد. محمدی و همکاران (۱۳۹۷) نیز در پژوهشی فرسایش خاک را در مقیاس کشور ایران حدود ۲۴ تن در هکتار در سال و بیشترین مقدار فرسایش خاک را در بسیاری از مناطق زاگرس (لرستان، چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، ایلام و کرمانشاه) بالاتر از ۶۰ تن بر هکتار در سال برآورد نموده که بسیار بالاتر از مقداری است که در حوضه مورد مطالعه به دست آمده است. دامنه مقادیر فرسایش حوضه با استفاده از روش Quantile به پنج کلاس طبقه‌بندی گردید (شکل ۱۲). این روش که به روش هم فراوانی معروف است، طبقات را به گونه‌ای تقسیم‌بندی می‌کند که هر طبقه دارای فراوانی مساوی باشد. با تعیین تعداد طبقات، داده‌ها طوری تقسیم‌بندی می‌شوند که در هر طبقه فراوانی یکسان توزیع شده باشد؛ بنابراین ممکن است فواصل ستون‌ها با همدیگر مساوی نباشند. نتایج نشان می‌دهد که ۲۳/۴۲ درصد از حوضه با دامنه فرسایشی در طبقه با خطر فرسایش زیاد و ۱۷/۷۸ درصد از حوضه مورد مطالعه در طبقه خطر فرسایش کم قرار دارد.

جدول ۴- طبقه‌بندی هدر رفت خاک حوضه آبریز سیکان

طبقه‌بندی فرسایش	دامنه طبقه	مساحت (km ²)	درصد مساحت
کم خیلی	۰-۲	۱۶/۲۹	۲۱/۸۶
کم	۲-۸	۱۳/۲۵	۱۷/۷۸
متوسط	۸-۱۶	۱۴/۰۱	۱۸/۸
زیاد	۱۶-۳۲	۱۷/۴۵	۲۳/۴۲
خیلی زیاد	۳۲<	۱۳/۵۱	۱۸/۱۳



شکل ۱۱- نقشه فرسایش خاک حوضه سیکان شکل ۱۲- نقشه پهنه‌بندی هدر رفت خاک حوضه سیکان

با تلفیق لایه‌های مدل فرسایش و کاربری اراضی با استفاده از اکسترنشن zonal statistic as table در محیط Arcmap مقادیر هدر رفت خاک در هر کدام از کاربری‌های موجود در حوضه برآورد گردید (جدول ۵). نتایج نشان داد که کاربری کشاورزی آبی با میانگین ۰/۴۳ و انحراف معیار ۲/۱ تن در هکتار در سال و کاربری مراتع متوسط با میانگین ۲۸ و انحراف معیار ۲۲/۹ تن در هکتار در سال به ترتیب کمترین و بیشترین هدر رفت خاک را در بین کاربری‌های مختلف به خود اختصاص داده‌اند. مقادیر بالای فرسایش در اراضی جنگلی متوسط نیز با مقادیر ۲۳/۱۵ و انحراف معیار ۱۸/۹ تن در هکتار در سال نیز قابل توجه می‌باشد. مراتع متوسط به دو علت دارای مقادیر

بالای میانگین فرسایش هستند؛ یکی به علت شیب تند و به تبع آن سرعت رواناب در تخریب و حمل ذرات است که نقش فاکتور LS را تشدید و فاکتور پوشش گیاهی را تضعیف می‌کند و دیگری مقادیر بالای بارش به علت مرتفع بودن می‌باشد که نقش فاکتور فرساینده‌گی باران (R) را نشان می‌دهد. با توجه به نقشه تراکم پوشش گیاهی (NDVI) بیشترین مقدار NDVI مربوط به اراضی کشاورزی آبی می‌باشد همین باعث گردیده است که اراضی کشاورزی نسبت به کاربری‌های دیگر از میانگین فرسایش کمتری برخوردار باشد. در واقع پوشش گیاهی مهم‌ترین مانع در برابر فرسایش می‌باشد. بعد از اراضی کشاورزی آبی، اراضی دیمکاری نیز بدلیل پوشش گیاهی بهتر نسبت به سایر کاربری‌ها از میانگین فرسایش کمتری برخوردار می‌باشد. با توجه به نقشه تراکم پوشش گیاهی و عامل C، اراضی مرتعی متوسط و ضعیف در قسمت جنوبی حوضه دارای مقادیر NDVI پایین‌تری نسبت به سایر کاربرها می‌باشد که همین عامل باعث گردیده که مقادیر میانگین فرسایش در آنها بالا باشد. اراضی مرتعی و جنگلی بهترین مکان برای زیست‌عشایر منطقه می‌باشند به دلیل وجود علوفه جهت مصرف دام، خاک در سطح اراضی بسیار شکننده و حساس شده و همین امر باعث گردیده که با شروع بارش، رواناب با سرعت بیشتری تشکیل شود و خاک‌هایی که به وسیله دام‌ها و ساکنین منطقه تخریب شده‌اند به وسیله رواناب سریع‌تر انتقال پیدا کنند. از طرفی چون اراضی مرتعی و مشجر در شیب‌های تندتری قرار دارند نسبت به فرسایش بسیار حساس بوده و و این می‌تواند مهم‌ترین دلیل میانگین بالای فرسایش در اراضی مرتعی متوسط و تا حدودی اراضی جنگلی باشد که این امر نقش بالای فاکتور LS را به وضوح نشان می‌دهد.

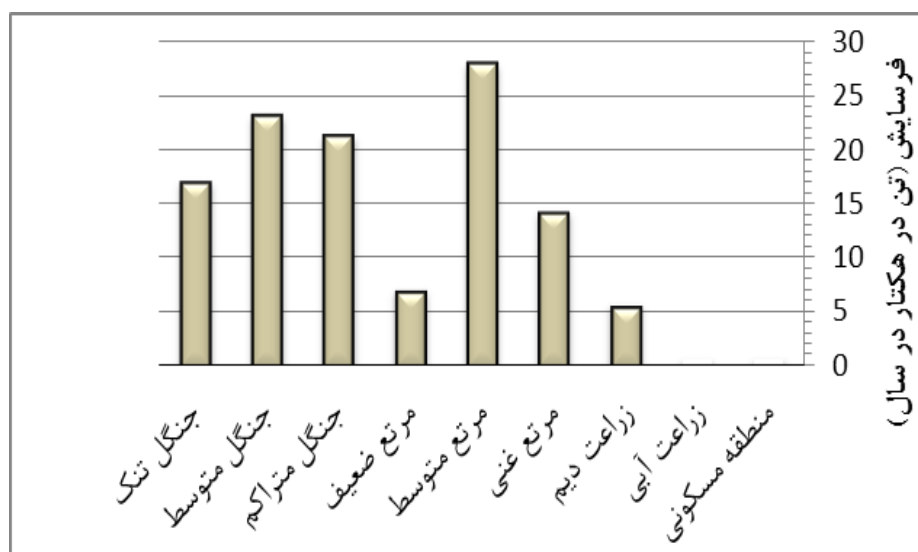
جدول ۵- مقادیر میانگین و کل فرسایش هر کدام از کاربری‌ها

کاربری‌های اراضی	مساحت (km ²)	درصد مساحت	میانگین میزان فرسایش بر حسب (تن در هکتار در سال)	مقدار کل فرسایش در هر کاربری (تن در سال)
اراضی مسکونی	۰/۴۵	۰/۶	۰/۴۴	۱۹۸۹/۶۰
کشاورزی آبی	۸/۲۷	۱۱/۰۹	۰/۴۳	۳۵۹۴۳/۵۳
کشاورزی دیم	۱/۳۵	۱/۸	۵/۵۷	۷۵۰۱۳/۵۷
مرتع غنی	۲/۶۷	۳/۵۸	۱۴/۲۲	۳۷۲۳۳۲/۱۹
مرتع متوسط	۲۲/۰۸	۲۹/۶	۲۷/۹۸	۶۱۴۶۱۱۹/۰۵
مرتع ضعیف	۱۲/۰۴	۱۶/۱۵	۶/۹۴	۸۳۴۴۲۰/۶۳
جنگل متراکم	۱۵/۸۳	۲۱/۲۳	۲۱/۲۵	۳۲۶۶۰۲۶/۰۵
جنگل متوسط	۴/۰۲	۵/۳۹	۲۳/۱۵	۸۹۱۲۷۲/۰۱
جنگل تنک	۷/۸۶	۱۰/۵۴	۱۷	۱۳۲۳۶۵۹/۱۴

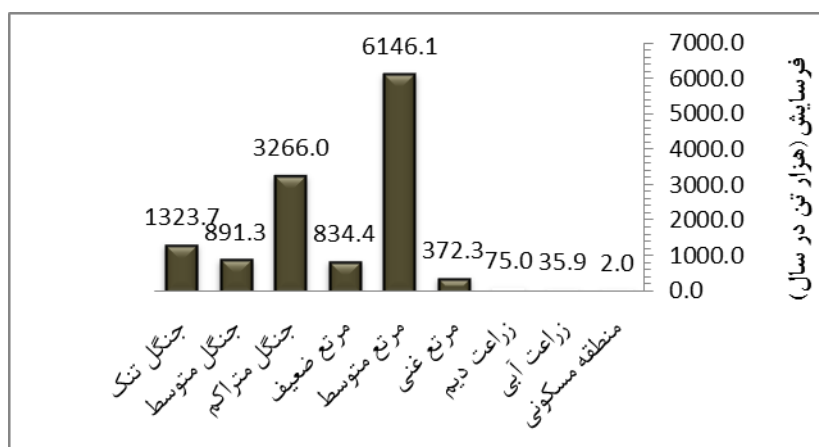
در نهایت با استفاده از یک رابطه رگرسیونی میزان اثرگذاری هریک از عامل‌های مدل RUSLE بر روی هدر رفت خاک تعیین گردید که هدر رفت خاک بعنوان متغیر وابسته و عامل‌های فرساینده باران، فرسایش‌پذیری خاک، پوشش گیاهی، طول و درصد شیب و حفاظت خاک به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که عامل توپوگرافی با ضریب همبستگی ۰/۹ بیشترین تأثیر را در هدر رفت سالانه خاک حوضه سیکان دارد (جدول ۶).

جدول ۶- ضریب همبستگی عامل‌های مدل RUSLE با هدر رفت سالانه خاک

عامل	ضریب همبستگی	رابطه‌ی رگرسیونی
R	۰/۴۴	$Y = 8.543406x + 001$
K	۰/۳۱	$Y = 2.974429x - 002$
LS	۰/۹۰	$Y = 4.231086x + 001$
C	۰/۳۶	$Y = 2.131682x - 001$
P	۰/۵	$Y = 6.535196x - 001$



شکل ۱۳- نمودار ستونی میانگین هدر رفت خاک در کاربری‌های اراضی حوضه سیکان



شکل ۱۴- نمودار ستونی حجم هدر رفت سالانه خاک در هر کدام از کاربرهای اراضی حوضه سیکان

۴- نتیجه گیری

امروزه فرسایش خاک به عنوان یکی از مباحث مهم مدیریت حوضه‌های آبریز در سطح ملی و جهانی مطرح می‌باشد. لازمه برنامه‌ریزی و اتخاذ تصمیم درباره مهار فرسایش و رسوب، آگاهی از میزان فرسایش در یک حوضه آبخیز و شناسایی مناطق بحرانی و اولویت‌بندی آنها برای اجرای برنامه‌ها و اقدامات آبخیزداری برای کاهش فرسایش و مهار تولید و حمل رسوب است. در این مطالعه ارزیابی خطر فرسایش خاک در واحدهای کاربری اراضی حوضه آبریز سیکان با استفاده مدل معروف RUSLE در چارچوب سیستم اطلاعات جغرافیایی و با کمک فناوری سنجش از دور به کار گرفته شد. ابتدا هر یک از فاکتورهای R ، K ، LS ، C و P جهت برآورد میزان فرسایش در محیط ArcGIS محاسبه و تلفیق شدند و توزیع مکانی فرسایش در قسمت‌های مختلف حوضه به‌دست آمد. نتایج نشان داد که مقادیر فرسایش حوضه از ۰/۰۰۱ تا ۲۵۷ تن در هکتار در سال در سطح پیکسل متغیر است و میانگین فرسایش در حوضه مورد مطالعه ۱۷/۶۲ تن در هکتار در سال می‌باشد. در گام بعدی با تلفیق لایه‌های مدل فرسایش و کاربری‌های اراضی مقادیر فرسایش خاک در هر کدام از کاربری‌های موجود در حوضه برآورد گردید. مراتع متوسط با میانگین فرسایش ۲۸ تن در هکتار در سال و سطحی در حدود ۳۰ درصد از حوضه، بالاترین مقادیر فرسایش را به خود اختصاص داده است. کاربرهای کشاورزی آبی و مناطق مسکونی نیز با میانگین ۰/۴۳ و ۰/۴۴ تن در هکتار در سال نیز کم‌ترین مقادیر فرسایش خاک را نشان دادند. در این مطالعه همچنین میزان اثرگذاری هریک از عامل‌های مدل RUSLE بر روی هدر رفت خاک نشان داد عامل توپوگرافی با ضریب همبستگی ۰/۹ بیش‌ترین سهم را در فرسایش سالانه خاک حوضه سیکان دارد. درنهایت با طبقه‌بندی مقادیر هدر رفت خاک مشخص گردید که ۲۳/۴۲ درصد از حوضه سیکان در طبقه فرسایشی زیاد و ۱۸/۱۳ درصد از سطح حوضه در طبقه فرسایشی خیلی زیاد قرار دارد که نشان می‌دهد جمعاً حدود ۴۲ درصد از حوضه مورد مطالعه با مقادیر بالاتر از ۱۶ تن در هکتار در سال در

وضعیت شدیدی از لحاظ هدر رفت خاک قرار دارند. از جمله کاربردهای مهم طبقه‌بندی فرسایش خاک، شناسایی مناطق بحرانی تخریب و جا به جایی خاک است؛ لذا با توجه به وضعیت فرسایش خاک حوضه سیکان، نقش مدیریت حوضه آبخیز از جمله عملیات‌های حفاظت خاک و آبخیزداری با تمرکز و اولویت کاری در بالادست حوضه و در مناطق با شیب زیاد بیش از پیش ضرورت می‌یابد.

کتابنامه

- آرخی، صالح؛ نیازی، یعقوب؛ ۱۳۸۹. بررسی کاربرد GIS و RS برای تخمین فرسایش خاک و بار رسوب با استفاده مدل RUSLE (مطالعه موردی: حوضه بالادست سد ایلام). *مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*. ۷ (۲): ۲۷-۱.
- بابایی، مهنار؛ حسینی، سید زین‌العابدین؛ نظری سامانی، علی اکبر؛ المدرسی، سیدعلی؛ ۱۳۹۵. پهنه‌بندی فرسایش خاک با استفاده از مدل RUSLE 3D، مطالعه موردی: حوزه آبخیز کن. *مهندسی و مدیریت آبخیز*، ۸ (۲): ۱۸-۱۶۵.
- بیگلربیگی، محمدرضا؛ کوچ‌پیده، نوراله؛ پاشاپور، میترا؛ ۱۳۸۷. سند توسعه منابع طبیعی و آبخیزداری در افق ۱۴۰۴. پونه، ۱، صص ۴۴.
- پژوهش، مهدی؛ گرجی، منوچهر؛ طاهری، محمود؛ سرمیدان، فریدون؛ محمدی، جهانگرد؛ صمدی، حسین؛ ۱۳۹۰. اثر کاربری اراضی مختلف حوضه سد زاینده رود علیا در تولید رسوب با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی. *نشریه پژوهش آب/ایران*، ۸، صص ۱۵۲-۱۴۳.
- جوان‌دوست، هانیه؛ اونق، مجید؛ حسنعلی‌زاده، محسن؛ سکوتی، رضا؛ ۱۳۹۳. برآورد فاکتور فرساینده با استفاده از الگوریتم‌های زمین آمار برای برآورد فرسایش در مدل WaTEM/SEDEM در حوضه روضه چای. *پانزدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور، دانشگاه ارومیه*، صص، ۱۱.
- جوزی، سیدعلی؛ مرادی مجد، نسرين؛ ۱۳۹۴. ارزیابی عوامل مؤثر بر شدت فرسایش خاک در روش شش عامله فائو با استفاده از تکنیک TOPSIS. *نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی*، ۴ (۱): ۷۹-۱۰۰.
- حاجی، خدیجه؛ اسمعیلی عوری، اباذر؛ مصطفی‌زاده، رئوف؛ نظرزاد، حبیب؛ ۱۳۹۴. تهیه و ارزیابی نقشه فرسایش خاک حوزه آبخیز روضه پای ارومیه با استفاده از GIS و RUSLE. *دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه محقق اردبیلی*، ۱۳-۱۲ اسفند. ۱-۶.
- حبشی، خلیل؛ محمدی، شاهین؛ کریم‌زاده، حمیدرضا؛ پورمنافی، سعید؛ ۱۳۹۷. ارزیابی خطر فرسایش خاک در دشت کوهپایه - سگری با استفاده از مدل تجدید نظر شده جهانی فرسایش خاک (RUSLE). *مخاطرات محیط طبیعی*، ۷ (۱۵): ۱۷۸-۱۶۱.
- صادقی، سید حمیدرضا؛ مصطفی‌زاده، رئوف؛ سعدالدین، امیر؛ ۱۳۹۴. پاسخ رسوب نمود و حلقه‌های سنج رسوب به نوع و توزیع مکانی کاربری اراضی. *نشریه مهندسی و مدیریت آبخیز*، ۷ (۱): ۲۶-۱۵.

طالبی خیاوی، حسین؛ ذبیحی، محسن؛ مصطفی‌زاده، رئوف؛ ۱۳۹۶. تأثیر سناریوهای مختلف مدیریت کاربری اراضی بر میزان فرسایش خاک با استفاده از مدل USLE و GIS در آبخیز سد یامچی اردبیل. علوم آب و خاک - علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۲۱ (۲): ۲۳۴-۲۲۱.

فیضی زاده، بختیار؛ ۱۳۹۶. مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر سیستم فرسایش در حوضه سد علویان با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS. هیدروژئومورفولوژی، ۳ (۱۱): ۳۸-۲۱.

محمدی، شاهین؛ کریم‌زاده، حمیدرضا؛ علیزاده، میثم؛ ۱۳۹۷. برآورد مکانی فرسایش خاک ایران با استفاده از مدل RUSLE/اکوهیدرولوژی، ۵ (۲): ۵۶۹-۵۵۱.

محمدی، مازیار؛ فلاح، مقدسه؛ کاویان، عطاءاله؛ غلامی، لیلا؛ امیدوار، ابراهیم؛ ۱۳۹۵. کاربرد مدل RUSLE در تعیین توزیع مکانی خطر هدر رفت خاک. اکوهیدرولوژی، ۳ (۴): ۶۵۸-۶۴۵.

مختاری، لیلا گلی؛ شفیعی، نجمه؛ رحمانی، ابوالفضل؛ ۱۳۹۷. برآورد میزان فرسایش خاک با استفاده از مدل RUSLE: مطالعه موردی حوضه آبریز نورآباد ممسنی. هیدروژئومورفولوژی، ۱۷، صص ۲۱-۱.

مصطفی‌زاده، رئوف؛ حاجی، خدیجه؛ اسمعیلی عوری، اباذر؛ نظرزاد، حبیب؛ ۱۳۹۶. اولویت‌بندی زیرحوضه‌های بحرانی از لحاظ فرسایش و رسوب با استفاده از مدل پاسخ فرسایش حوزه (WERM) و آنالیز مورفومتری (مطالعه موردی: حوزه آبخیز روضه چای استان آذربایجان غربی). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۸ (۱۶): ۱۵۶-۱۴۲.

مهدیان، محمد حسین؛ ۱۳۸۴. بررسی وضعیت تخریب اراضی در ایران. همایش ملی فرسایش و رسوب، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور. ۶ تا ۹ شهریور. دوره ۳، صص ۶.

- Cebecauer T, Hofierka J., 2007. The consequences of land- cover changes on soil erosion distribution in Slovakia. *Geomorphology*. 98: 187-198.
- Drzewiecki W, Węzyk P, Pierzchalski M, Szafrńska B., 2014. Quantitative and qualitative assessment of soil erosion risk in Małopolska (Poland), supported by an object-based analysis of high-resolution satellite images. *Pure and Applied Geophysics*. 171: 867-895.
- Ganasri B.P, Ramesh H., 2016. Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS: A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*. 7 (6): 953-961.
- Garcia-Ruiz G.M, Lasanta T, Ruiz-Flano P, Ortigosa L, White S, Gonzalez C, Marti C., 1996. Land-use changes and sustainable development in mountain areas: A case study in the Spanish Pyrenees. *Landscape Ecology*. 11(5): 267-277.
- Jones D.S, Kowalski D.G, Robert B.S., 2008. Calculating Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) Estimates on Department of Defense Lands: A Review of RUSLE Factors and U.S. Army Land Condition-Trend Analysis (LCTA) Data Gaps. Center for Ecological Management of Military Lands Department of Forest Science, Colorado State University Fort Collins, CO 80523.
- Jose A, MartõÃnez C, IneÃs SaÃnchez B., 2000. Impact assessment of changes in land se/conservation practices on soil erosion in the PenedeÃs-Anoia vineyard region. *Soil & Tillage Research*. 57: 101-106.
- Karaburun A., 2010. Estimation of C factor for soil erosion modeling using NDVI in Buyukcekmece watershed. *Ozean Journal of Applied Sciences*. 3 (1): 77-85.

- Li H, Chen X, Kyoung J.L, Cai X, Myung S., 2010. Assessment of Soil Erosion and Sediment Yield in Liao Watershed, Jiangxi Province, China, Using USLE, GIS, and RS. *Journal of Earth Science*. 21 (6): 941–953.
- Maerker M, Sommer C, Zakerinejad R, Cama E., 2017. An integrated assessment of soil erosion dynamics with special emphasis on gully erosion: Case studies from South Africa and Iran. *EGU General Assembly Conference Abstracts*.
- Nearing M.A, Jetten V, Baffaut C, Cerdan O, Couturier A, Hernandez M, Le Bissonnais Y, Nichols M.H, Nunes J.P, Renschler C.S, Souchre V, Van Oost K., 2005. Modeling response of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover. *Catena*. 61:131-154.
- Nwaogu C, Okeke OJ, Adu SA, Babine E, Pechanec V., 2017. Land use land cover change and soil-gully erosion relationships: A study of Nanka, South-Eastern Nigeria using geoinformatics. *Proceedings of GIS Ostrava: Dynamics in GIsience*. Pp. 305-319.
- Remortel Van R, Hamilton M, Hickey R., 2001. Estimating the LS factor for RUSLE through iterative slope length processing of digital elevation data. *Cartography*, 30(1): 27-35.
- Renard K, Foster G, Weesies G, McCool D, Yoder D., 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation RUSLE). *US Department of Agriculture (Ed.). Agricultural Handbook*. US Department of Agriculture, Washington. 703: 1–251.
- Renard K.G, Freidmund J.R., 1994. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the RUSLE, *J. Hydro*. 157: 287-306.
- Sadeghi S.HR.2017. Soil erosion in Iran: state of the art, tendency and solutions. *Transcultural Studies*. 63(3).
- Santos J. C. N, Andrade E. M, Medeiros P. H. A, Joao M., 2017. Land use impact on soil erosion at different scales in the Brazilian semi-arid. *Revista Ciencia Agronomica*. 48(2): 251-260.
- Sharma A, Kamlesh N., 2010. Effect of land use land cover change on soil erosion potential in a agricultural watershed. *Environ Monit Assess*. 173: 789-801.
- Shi Z.H., 2002. Assessment of Erosion Risk with the Rusle and Gis in the Middle and Lower Reaches of Hanjiang River. 12th ISCO Conference Beijing. 73-78.
- Shinde K.N, Manjushree S., 2010. Prioritization of micro watersheds on the basis of soil erosion hazard using remote sensing and geographic information system. *International Journal of Water Resource and Environmental Engineering*. 2(3): 130-136.
- Teng H, Rossel RA, Shi Z, Behrens T, Chappell A, Bui E., 2016. Assimilating satellite imagery and visible_near infrared spectroscopy to model and map soil loss by water erosion in Australia. *Environmental Modelling & Software*. 77:156-167.
- Wischmeier W.H, Smith.D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. *The USDA Agricultural Handbook*. No. 537, Maryland.
- Zakerinejad R, Maerker M., 2015. An integrated assessment of soil erosion dynamics with special emphasis on gully erosion in the Mazayjan basin, southwestern Iran. *Natural Hazards*. 79 (1): 25-50.



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۸۰-۶۵

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoe.2021.67029.0>

مقاله پژوهشی

پهنه‌بندی مناطق مستعد خطر زمین‌لغزش در محدوده سد شهید عباسپور

اکبر مجد باوی- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
مهدی مومی پور^۱- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۸/۴ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۲/۲۲ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱/۴

چکیده

زمین‌لغزش، یکی از مهم‌ترین حرکات دامن‌های است. از جمله مناطق زمین‌لغزش، محدوده اطراف سد و دریاچه آن است که خسارات زیادی را در سدها ایجاد می‌کند. هدف از این پژوهش شناسایی مناطق مستعد ایجاد زمین‌لغزش در محدوده سد شهید عباسپور است. این پژوهش با استفاده از دو روش حائری-سمیعی و تحلیل سلسله مراتبی انجام گردید. بر این اساس هفت عامل سنگ‌شناسی، زاویه شیب، طول گسل، طول راه و رودخانه، عامل بارندگی، شدت بارندگی و زمین‌لرزه مورد بررسی قرار گرفت. در مدل حائری-سمیعی این هفت عامل بررسی شده و وزن به دست آمده هر یک از آن‌ها در معادله کلی قرار گرفته و در محیط GIS به نقشه پهنه‌بندی تبدیل شده و مناطق مستعد در محدوده شناسایی می‌شود. در روش تحلیل سلسله مراتبی، بر اساس مقایسات زوجی بین هفت عامل ذکر شده، پس از بررسی نظر کارشناسان وزن هریک از عوامل به دست آمده و در نرم‌افزار Expert Choice، مقایسه زوجی انجام شده و وزن نهایی به دست می‌آید. پس از بررسی‌های به عمل آمده در دو روش، بیشترین مناطق حساس به لغزش در آبرفت‌های جوان کواترنری است و عامل سنگ‌شناسی مهم‌ترین عامل در محدوده است. به‌طور کلی مناطق با خطر زیاد در محدوده جنوب غربی سد و بخش کوچکی در شمال است.

کلیدواژه‌ها: زمین‌لغزش، سد شهید عباسپور، مدل حائری-سمیعی، مدل تحلیل سلسله مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، پهنه‌بندی.

۱- مقدمه

زمین لغزش یکی از مهم‌ترین حرکات دامنه‌ای است. زمین لغزش عبارت است از کشش بخشی از زمین به صورت توده‌ای بر روی شیب، که منجر به جداسازی توده و حرکت بخشی از زمین می‌شود (لی^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). این پدیده شامل حرکت خاک، سنگ و مواد طبیعی زمین تحت تأثیر یک نیرو و عامل خاص به سمت پایین دامنه است که باعث ایجاد شکل خاص در روی زمین می‌گردد (هایلند^۲ و بابروفسکی، ۲۰۰۸). مهم‌ترین عوامل ایجاد زمین لغزش عبارت‌اند از: درجه شیب، جهت شیب، طول شیب، کاربری اراضی، بارندگی، زمین‌شناسی، فاصله از عارضه‌های خطی و غیره (سرکوبی فریدنی، ۱۳۹۵). براساس مطالعات انجام شده به وسیله شبکه زمین‌شناسی اروپا، زمین لغزش‌ها ۱۷٪ از خطرات طبیعی جهان را به خود اختصاص داده است (کوهرست^۳ و همکاران، ۲۰۱۵). ازجمله مناطق مستعد زمین لغزش محدوده اطراف سد و دریاچه‌های مصنوعی سدها است. یکی از مهم‌ترین پیامدهای ژئومورفولوژیک احداث سدها و بوجود آمدن دریاچه‌ها در پشت آن، فعال شدن زمین لغزش‌هاست (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۴). پس از ایجاد زمین لغزش‌ها در محدوده دریاچه‌های سدها، رسوبات حاصل از آن وارد دریاچه سد شده و توان ذخیره‌سازی سد را کاهش می‌دهد. این موضوع و پرشدن مخزن سد از رسوبات تخریبی اهمیت فراوانی دارد (نیاسری و همکاران، ۱۳۸۳). با شناسایی مناطق حساس به زمین لغزش، برنامه‌ریزی پروژه‌های توسعه آینده امکان‌پذیر خواهد بود. از این رو برای مدیریت خطرات و فاجعه ناشی از زمین لغزش، باید این مکان‌ها شناسایی و برای کاهش آن برنامه‌ریزی مناسب انجام داد (چاولا^۴ و همکاران، ۲۰۱۸). پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، احتمال وقوع زمین لغزش‌ها را در یک مکان با یک دوره برگشت برآورد می‌کند (وان وستن^۵ و همکاران، ۲۰۰۶). در چندین سال گذشته، مطالعات زیادی در مورد زمین لغزش صورت گرفته است که پژوهشگران زیادی با به کارگیری روش‌های گوناگون به بررسی زمین لغزش اقدام نموده‌اند (پرادهان^۶، ۲۰۱۳). نخستین مطالعات در زمینه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، در کشورهای ایتالیا، فرانسه و بعد از آن در اسپانیا، استرالیا، آمریکا و چکسلواکی انجام شد (صمدزاده، ۱۳۹۰). آنبالاگان^۷ (۱۹۹۲) زمین لغزش در منطقه کوهستانی هیمالیا را مورد ارزیابی قرار داد و مدلی را برای بررسی زمین لغزش براساس پنج عامل، فرسایش‌پذیری، نفوذپذیری، ساختار سنگ‌شناسی، درجه شیب و کاربری اراضی و پوشش گیاهی ارائه داد. ژو^۸ و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از روش فاکتورهای عامل در جزیره لانتوآی

1 Li

2 Highland and Babrowsky

3 Koehorst

4 Chawla

5 Vanwesten

6 Pradhan

7 Anbalagan

8 Zhou

هنگ‌کنگ به بررسی زمین لغزش پرداخته و به این نتیجه رسیدند که بیشتر لغزش‌ها در شیب‌های ۴۰-۲۵ درجه و نزدیک گسل روی می‌دهد. کماک^۱ (۲۰۰۶) با استفاده از مدل AHP و روش چند متغیره، زمین لغزش را در کشور اسلونی پهنه‌بندی نمود و عامل اصلی آن را توزیع جاده دانسته است. کلاسنس^۲ و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از مدل LAPSUS-LS زمین لغزش‌های منطقه کوه الگون واقع در کشور اوگاندا را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که شیب کند، جنس خاک، بارندگی‌های شدید و فعالیت‌های انسانی باعث بسیاری از لغزش‌ها در این ناحیه است. یالکین^۳ و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از مدل شاخص لغزه، فاکتور وزنی، رگرسیون لجستیک و AHP نقشه خطر زمین لغزش در ترابوزان ترکیه را ترسیم کردند و عامل شیب، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده و زمین‌شناسی را عوامل مهم لغزش در این ناحیه می‌دانند. اکسی^۴ و همکاران (۲۰۱۲) با بهره‌گیری از منطق فازی به ارزیابی خطر زمین لغزش در غرب دریای سیاه پرداختند و به این نتیجه رسیدند که منطق فازی روش مناسبی برای پهنه‌بندی زمین لغزش است. هرا^۵ و همکاران (۲۰۱۷) نیز زمین لغزش را در برخی مناطق اروپا و تأثیرات اجتماعی و اقتصادی آن را مطالعه و با استفاده از روش ارزیابی چندمتغیره فضایی و نقشه‌های زمین‌شناسی و GIS و RS به تهیه نقشه زمین لغزش در اروپا پرداخته‌اند و این روش را بسیار مناسب، جهت ارزیابی و پهنه‌بندی زمین لغزش در این مناطق معرفی می‌کنند. وانگ^۶ و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی عوامل ایجاد زمین لغزش، تأثیرات و عملکرد آن را بر روی سدها و نواحی کوهستانی و رسوب‌گذاری در سد و ترک‌خوردگی تدریجی سدها در کشور چین با استفاده از روش InSAR پرداختند. بروکس^۷ و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از مدل رگرسیون به بررسی زمین لغزش در برخی مناطق آفریقا پرداخته و به این نتیجه دست یافتند که بارندگی‌های شدید عامل اصلی زمین لغزش در مناطق است. پالوک^۸ و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از روش چند منظوره مخروطی، به بررسی زمین لغزش در برخی از مناطق کشور لبنان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که علت اصلی زمین لغزش در این مناطق، شیب و جهت شیب است. ما^۹ و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از مدل MASW زمین لغزش در مناطق از کشور ژاپن را ارزیابی کردند و عامل زمین‌شناسی و شیب زمین را مهم‌ترین عامل زمین لغزش در این منطقه دانسته‌اند. حسنی و همکاران (۱۳۹۲) به پهنه‌بندی زمین لغزش در مسیر راه‌آهن لرستان با استفاده از روش مورا و وارسون و AHP اقدام کرده و شیب و طول گسل و طول راه و رودخانه را مهم‌ترین عوامل لغزش در این منطقه می‌دانند. عابدینی و همکاران (۱۳۹۶) به پهنه‌بندی خطر وقوع

1 Komac

2 Classens

3 Yalcin

4 Aksoy

5 Herrera

6 Wang

7 Broeckx

8 Pollveck

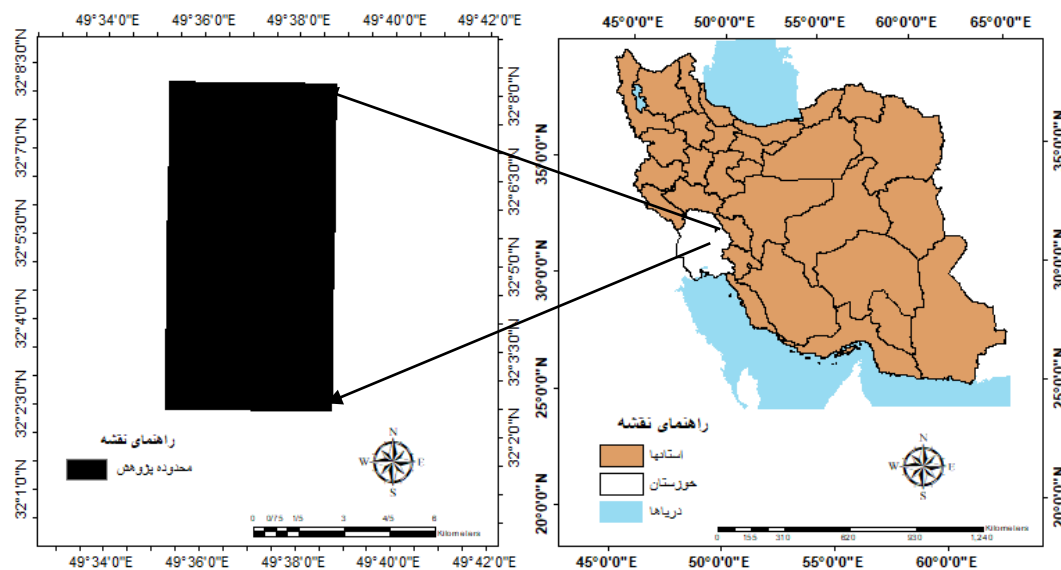
9 Maa

زمین لغزش با روش فازی در استان تهران پرداخته‌اند. بعد از بررسی‌های متعدد مشخص شد که تنها ۱۳/۷۵ درصد از این استان دارای استعداد و خطر زمین لغزش بالا و زیاد است. مکرم و همکاران (۱۳۹۷) خطر زمین لغزش و ارتباط آن با نوع لندفرم‌ها را با استفاده از روش AHP در محیط GIS مطالعه کرده و سپس نقشه پهنه‌بندی در شرق کرمان را ترسیم کردند. ایلانلو و مقیمی (۱۳۹۸) با استفاده از روش فازی به پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبریز سیرا پرداخته و به این نتیجه دست یافتند که شیب دامنه‌ها، سنگ‌شناسی، فاصله از گسل، میزان بارش سالانه و عامل راه و رودخانه در ایجاد زمین لغزش منطقه، تأثیر زیادی دارد. حسین‌آبادی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی و ارزیابی خطر زمین لغزش و پهنه‌بندی و تجزیه و تحلیل آن با استفاده از روش منطق فازی در رشته‌کوه باقران در جنوب بیرجند پرداخته‌اند. پس از بررسی پارامترهای مختلف، مشخص گردید که زمین‌لرزه و فاصله از گسل مؤثرترین عوامل در ایجاد زمین لغزش در منطقه است. با توجه به موارد گفته شده، هدف این پژوهش شناسایی مناطق مستعد خطر زمین لغزش، در محدوده سد شهید عباسپور در استان خوزستان است. این پژوهش، نخستین پژوهش در مورد شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد زمین لغزش در محدوده سد شهید عباسپور است. امید است زمینه‌ساز و آغازگر پژوهش‌های بیشتر، در آینده نزدیک گردد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱ - موقعیت محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه، اطراف و محیط پیرامون سد شهید عباسپور، در عرض جغرافیایی ۳۲° ۳' شمالی تا ۳۲° ۸' شمالی و طول جغرافیایی ۴۹° ۳۷' شرقی تا ۴۹° ۳۹' شرقی در شمال شرقی استان خوزستان قرار دارد. این محدوده از سمت شمال با الگی و از سمت جنوب به اسلام‌آباد، سمت جنوب شرق به شهرستان ایذه، جنوب غربی به شهرستان مسجدسلیمان و از مشرق به کوه سفید مافارون و از مغرب به شهرستان اندیکا منتهی می‌شود. مساحت محدوده مورد مطالعه در حدود ۶۰ کیلومتر مربع است.



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه

۲-۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از اطلاعات و گزارش‌های ثبت شده سازمان‌های مختلف و همچنین مقالات و پایان‌نامه‌های مرتبط با زمین‌لغزش تهیه گردیده است. علاوه بر آن از نقشه‌های توپوگرافی منطقه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و مدل رقومی ارتفاعی (DEM) منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. از نرم‌افزارهای Arc GIS.10.3، Expert Choice، Google Earth، GPS در پژوهش بهره برده شده است. چندین بار از محدوده مورد مطالعه بازدید میدانی به عمل آمده است. در این پژوهش از دو روش حائری-سمیعی و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است.

مدل حائری-سمیعی برای پهنه‌بندی و بررسی خطر زمین‌لغزش، با امتیازدهی به عوامل مؤثر در ایجاد زمین‌لغزش (شامل لیتولوژی، زاویه شیب، عامل بارندگی، شدت بارندگی، طول گسل، طول راه و رودخانه و زمین‌لرزه) منطقه به ۷ طبقه خطر تقسیم می‌شود. معادله محاسبه خطر ناپایداری دامنه در این مدل به صورت زیر است (حائری-سمیعی، ۱۳۷۶):

$$HLS = (LPL)(CIPI)(CFPF)(CRPR)(CHPH)(CPPP + CETE)$$

که در آن HLS: عدد میزان خطر ناپایداری دامنه، PL: لیتولوژی، PI: زاویه شیب، PF: طول گسل، PR: عامل راه

و رودخانه، PH: عامل بارندگی، TP: شدت بارندگی و TE: عامل زمین‌لرزه است.

در روش حائری-سمیعی جنس سنگ‌ها از لحاظ مقاومت در برابر لغزش به ۱۰ رده طبقه‌بندی شده است. مقاوم‌ترین سنگ‌ها در رده یک و ضعیف‌ترین آن‌ها در رده ده جای می‌گیرد. یکی دیگر از عوامل مؤثر در زمین‌لغزش براساس مدل حائری-سمیعی، زاویه شیب است که با توجه به جدول ۱ امتیاز دهی می‌گردد.

جدول ۱- تأثیر زاویه شیب در افزایش ناپایداری دامنه (حائری-سمیعی، ۱۳۷۶)

اندازه زاویه شیب	<۵	۱۵-۶	۲۵-۱۶	۳۵-۲۶	۴۵-۳۶	>۴۵
تأثیر در ناپایداری دامنه‌ها	بدون تأثیر	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
ضریب P _I	۰	۱	۲	۳	۴	۵

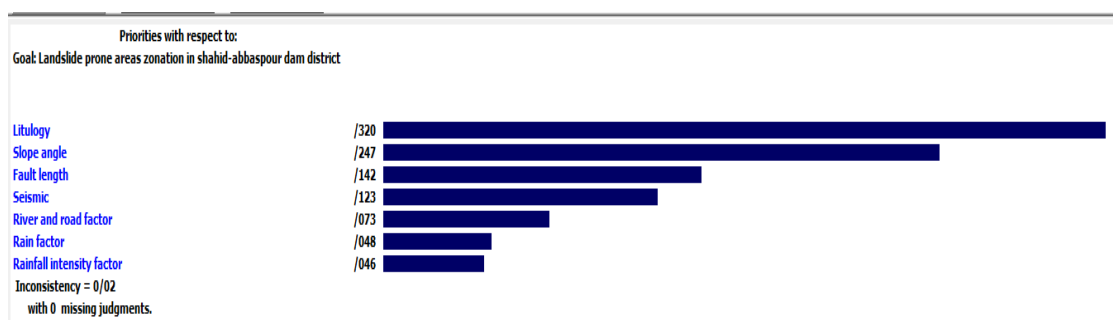
سومین عامل مؤثر در زمین‌لغزش براساس مدل حائری-سمیعی، طول گسل است. در این مدل طول گسل‌های موجود با استفاده از واحدهای شبکه‌ای و سلولی در نظر گرفته شده است. برای سلول بندی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ محدوده به صورت سلول‌های ۵۰۰*۵۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از نقشه زمین‌شناسی محدوده، طول گسل در هر واحد شبکه محاسبه و امتیاز دهی می‌شود. عامل مؤثر دیگر طول راه و رودخانه است که مانند طول گسل، محاسبه و امتیاز آن تعیین می‌گردد. پنجمین عامل مؤثر در زمین‌لغزش براساس مدل حائری-سمیعی بارندگی است. در این روش میانگین بارندگی ماهیانه در مدت‌زمانی معین محاسبه و سپس میزان انباشتگی میانگین بارندگی ماهانه مؤثر در زمین‌لغزش به دست می‌آید. ششمین عامل شدت بارندگی است که برای محاسبه امتیاز آن حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته با دوره بازگشت صدساله محاسبه و امتیاز دهی می‌شود. هفتمین عامل مؤثر در ایجاد لغزش براساس مدل حائری-سمیعی زمین‌لرزه است. برای بررسی تأثیر زمین‌لرزه در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، از نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰ (طرح کالبدی ملی ایران) استفاده شده است. با استفاده از این نقشه امتیاز مربوط به این عامل تعیین می‌شود. در نهایت امتیازهای مربوط به عوامل در هر سلول از لایه‌های اطلاعاتی یا نقشه‌های موضوعی فاکتورها استخراج و در فرمول کلی قرار داده می‌شود تا عدد خطر نسبی ناپایداری محاسبه گردد. با استفاده از اعداد به دست آمده و جدول ۲ کلاس خطر نسبی ناپایداری تعیین می‌شود و سپس نقشه پهنه‌بندی محدوده مورد مطالعه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه گردید.

جدول ۲- طبقه‌بندی پتانسیل خطر نسبی زمین‌لغزش مشتق شده از معادله کلی مدل (حائری-سمیعی، ۱۳۷۶)

اعداد به دست آمده از معادله	۰	۱-۳۰	۳۱-۱۲۰	۱۲۱-۴۸۰	۴۸۱-۱۷۵۰	۱۷۵۱-۷۵۰۰	>۷۵۰۰
طبقه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
میزان خطر	بدون خطر	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد	فوق‌العاده زیاد

۲-۳- مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

مدل تحلیل سلسله مراتبی یک روش کمی-کیفی شامل یک ماتریس وزن دهی بر مبنای مقایسات زوجی بین عوامل مؤثر است. این روش بر مبنای نظریات کارشناسی بنا شده است. برای این منظور ابتدا هفت عامل مؤثر در زمین لغزش براساس مدل حائری-سمیعی تعیین و سپس پرسشنامه‌ای براساس آن‌ها تهیه و برای کارشناسان ارسال می‌گردد. کارشناسان نیز به صورت زوجی عوامل را دو به دو مقایسه و یکی از وزن‌ها را انتخاب می‌کند. برای اطمینان از اینکه وزن‌ها با دقت و با توجه به شرایط منطقه داده شده‌اند، ضریب ناسازگاری محاسبه می‌شود که بیانگر دقت وزن دهی است. برای تلفیق وزن‌های داده شده از سوی کارشناسان، از وزن‌های داده شده مد (بیشترین عدد تکرار) یا میانگین هندسی گرفته می‌شود و وزن نهایی به دست می‌آید. این ماتریس در نهایت به نرم‌افزار Expert Choice وارد و در آنجا وزن نهایی برای هر عامل محاسبه می‌شود. این نرم‌افزار همچنین ضریب ناسازگاری را محاسبه می‌کند که اگر کمتر از ۰/۱ باشد قابل قبول بوده و در غیر این صورت، دوباره مقایسه انجام می‌شود. (مرادی و همکاران، ۱۳۹۱).



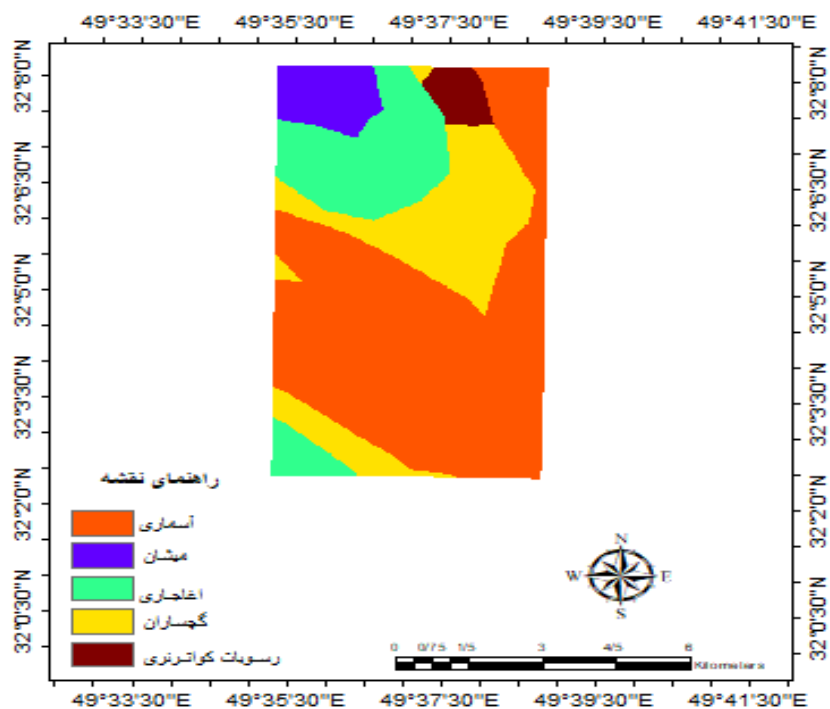
شکل ۲ - وزن نسبی معیارها در نرم‌افزار Expert Choice

۳- نتایج و بحث

با استفاده از روش حائری-سمیعی و مدل AHP، ۷ پارامتر لیتولوژی، زاویه شیب، طول گسل، عامل راه و رودخانه، عامل بارندگی، شدت بارندگی و زمین لرزه مورد بررسی قرار گرفته و نتایج و خروجی‌های زیر به دست آمد و سپس نقشه پهنه‌بندی زمین لغزش محدوده تهیه گردید.

۳-۱- لیتولوژی

شکل ۳ سازندها و سنگ‌شناسی منطقه را نشان می‌دهد.



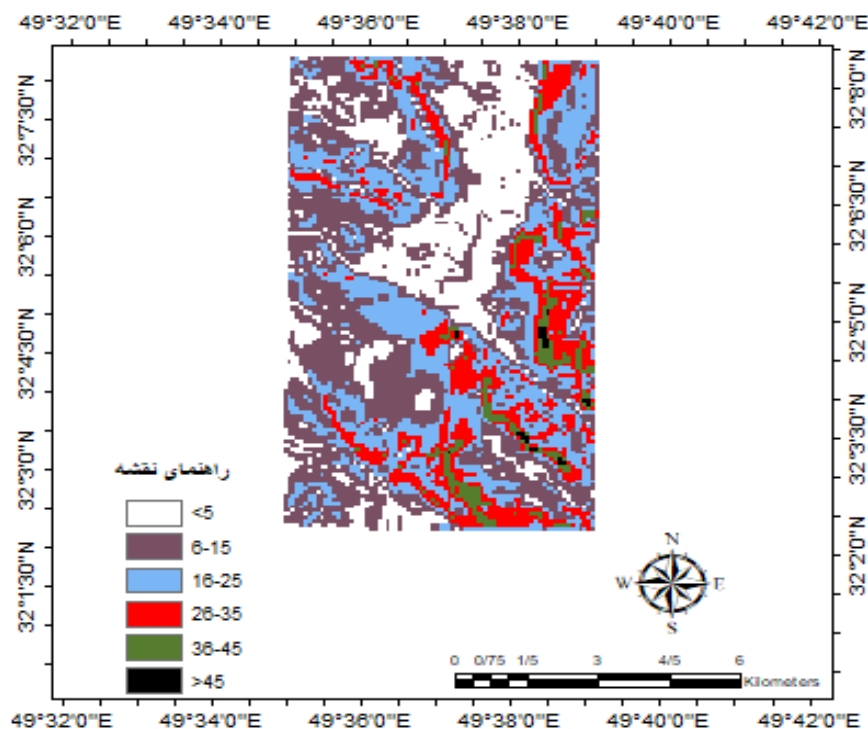
شکل ۳- نقشه لیتولوژی محدوده مورد مطالعه

۳-۲- زاویه شیب

بیشترین شیب منطقه مورد مطالعه، بین زوایای ۵ تا ۲۵ درجه است. شکل ۴ و جدول ۳ زوایای شیب و امتیاز و وزن مربوط در دو روش حائری-سمیعی و AHP را نشان می‌دهد.

جدول ۳- طبقات شیب در محدوده سد و وزن آنها براساس روش‌های استفاده شده (مرادی و همکاران، ۱۳۹۱)

وزن طبقه در مدل AHP	تأثیر	وزن طبقه در مدل حائری-سمیعی	طبقات شیب
۹۸٪	بدون تأثیر	۰	۵-۰
۱۴۳٪	خیلی کم	۱	۱۵-۵
۱۲۴٪	کم	۲	۲۵-۱۶
۱۵۹٪	متوسط	۳	۳۵-۲۶
۲۴۰٪	زیاد	۴	۴۵-۳۶
۲۳۷٪	خیلی زیاد	۵	>۴۵



شکل ۴- نقشه زاویه شیب محدوده مورد مطالعه

۳-۳- طول گسل

محدوده مورد مطالعه دارای دو گسل است که یک گسل اصلی و گسل دیگر فرعی است. گسل‌ها در جنوب غربی منطقه واقع شده است. شکل ۵ و جدول ۴ و ۵ مشخصات گسل‌ها و امتیازات و وزن‌های آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۴- مشخصات گسل‌های محدوده مورد مطالعه (سازمان زمین‌شناسی کشور)

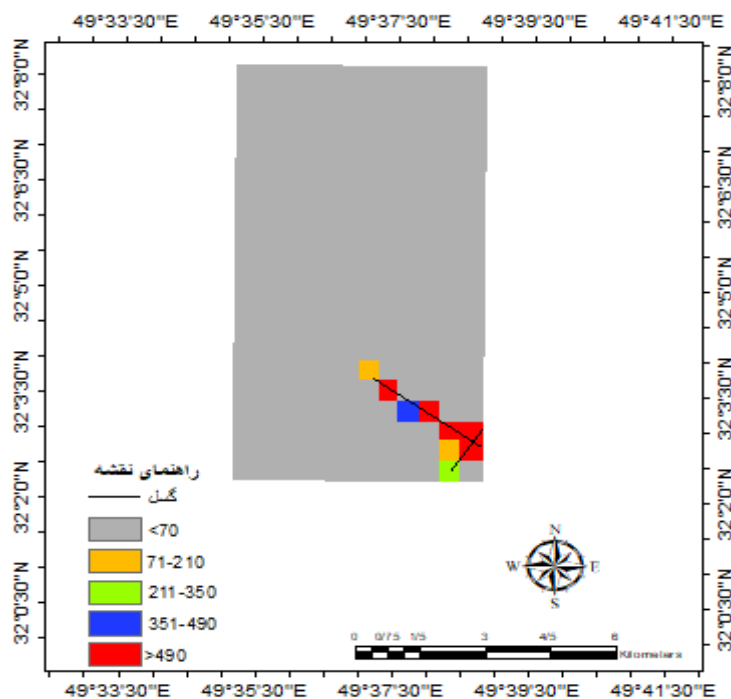
ویژگی‌ها	موقعیت	طول گسل	نوع گسل
فعال، تراستی و رورانده	جنوب غربی محدوده	km ^۳ /۹	اصلی
غیر فعال	جنوب غربی محدوده	km ^۱ /۳۱	فرعی

جدول ۵- تأثیر طول گسل در زمین‌لغزش در واحد شبکه با ابعاد ۰/۵ کیلومتر و وزن آن (مرادی و همکاران،

(۱۳۹۱)

طول گسل	وزن براساس مدل حائری-سمیعی	وزن براساس مدل AHP
<۷۰	۱ کم	۰/۱۵۲
۲۱۰-۷۱	۲ نسبتاً کم	۰/۱۹۷

طول گسل	وزن براساس مدل حائری-سمیعی	وزن براساس مدل AHP
۳۵۰-۲۱۱	۳ متوسط	۰/۱۹۷
۴۹۰-۳۵۱	۴ نسبتاً زیاد	۰/۲۲۷
>۴۹۰	۵ زیاد	۰/۲۲۷



شکل ۵ - نقشه طول گسل محدوده مورد مطالعه

۳-۴ - طول راه و رودخانه

جدول ۶ مشخصات و وزنهای طول راه و رودخانه را نشان می‌دهد.

جدول ۶- تأثیر طول رودخانه و راه در زمین‌لغزش در هر واحد شبکه با ابعاد ۰/۵ کیلومتر (مرادی و همکاران،

(۱۳۹۱)

طول رودخانه و راه هر واحد شبکه (متر)	میزان تأثیر در زمین‌لغزش	وزن حائری-سمیعی	وزن AHP
<۱۴۰	کم	۱	۰/۸۴
۱۴۱-۴۲۰	نسبتاً کم	۲	۰/۱۰۹
۴۲۱-۷۰۰	متوسط	۳	۰/۱۹۳
۷۰۱-۹۸۰	نسبتاً زیاد	۴	۰/۲۶۹
>۹۸۰	زیاد	۵	۰/۳۴۴

۵-۳ - عامل بارندگی

براساس داده‌های بارش ماهیانه منطقه مورد مطالعه و با توجه به ضرایب بارندگی جهت تعیین وزن امتیاز عامل بارندگی محاسبه گردید. این عامل با جمع ضرایب مربوط به بارندگی هرماه و به دست آوردن مقدار تجمعی آن‌ها و با توجه به میزان تأثیر بارندگی ماهانه در ایجاد زمین لغزش به دست آمد. به دلیل بارش بسیار اندک در محدوده مورد مطالعه، این عامل، تأثیری در ایجاد لغزش در منطقه مورد پژوهش ندارد.

۶-۳ - شدت بارندگی

حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته محدوده را با دوره بازگشت‌های مختلف و میزان تأثیر شدت بارندگی برای مقدارهای مختلف حداکثر بارش ۲۴ ساعته منطقه با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله به همراه ضرایب آن‌ها محاسبه و مشخص شد حداکثر بارش ۲۴ ساعته در محدوده سد شهید عباسپور با بازگشت ۱۰۰ ساله، ۱۰۸/۵ است. این عامل به مانند عامل بارندگی، تأثیری در ایجاد لغزش در محدوده مورد مطالعه ندارد.

۷-۳ - زمین لرزه

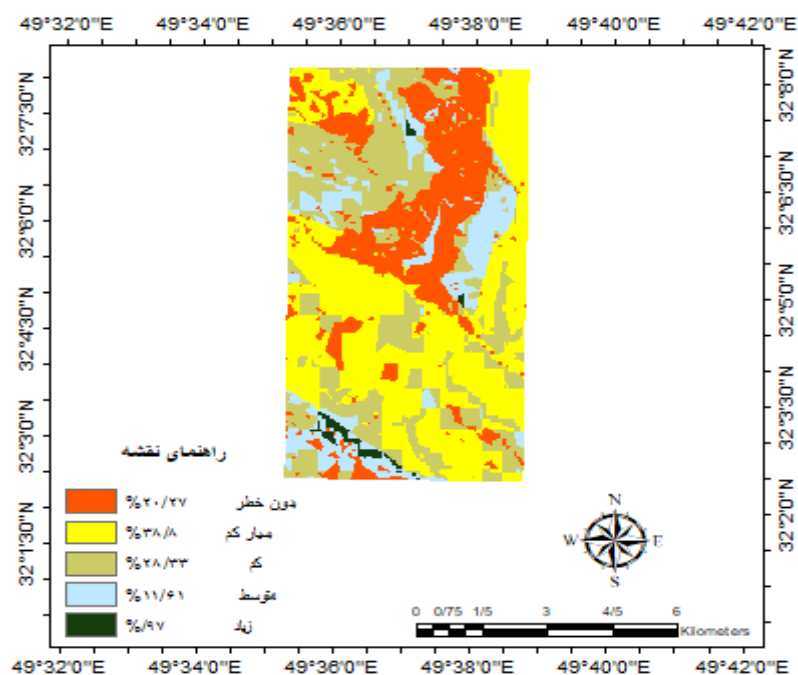
با استفاده از نقشه طرح کالبدی ملی ایران و جدول ۲۴ امتیاز مربوط به این عامل تعیین می‌شود که براساس نقشه کالبدی ملی ایران، محدوده مورد مطالعه دارای خطر نسبی بالا است.

۸-۳ - تهیه نقشه پهنه‌بندی حساسیت زمین لغزش با استفاده از روش حائری-سمیعی

جدول ۷ طبقه‌بندی پتانسیل خطر نسبی زمین لغزش با استفاده از معادله کلی مدل حائری-سمیعی را نشان می‌دهد و شکل ۶ نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، براساس مدل حائری-سمیعی است.

جدول ۷ - طبقه‌بندی پتانسیل خطر نسبی زمین لغزش از معادله کلی مدل حائری-سمیعی

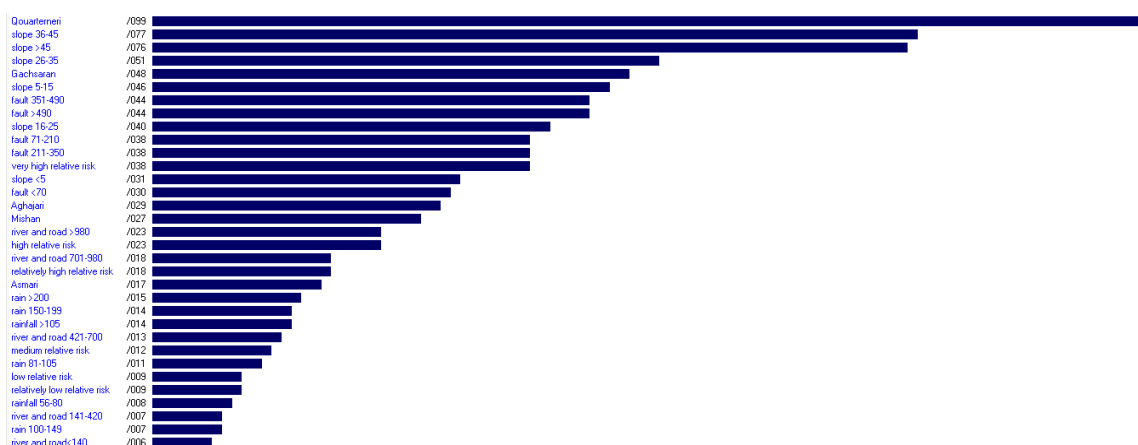
۱۴۰۰-۴۸۱	۴۸۰-۱۲۱	۱۲۰-۳۱	۳۰-۱	۰	اعداد به دست آمده از معادله
۵	۴	۳	۲	۱	طبقه
زیاد	متوسط	کم	بسیار کم	بدون خطر	میزان خطر



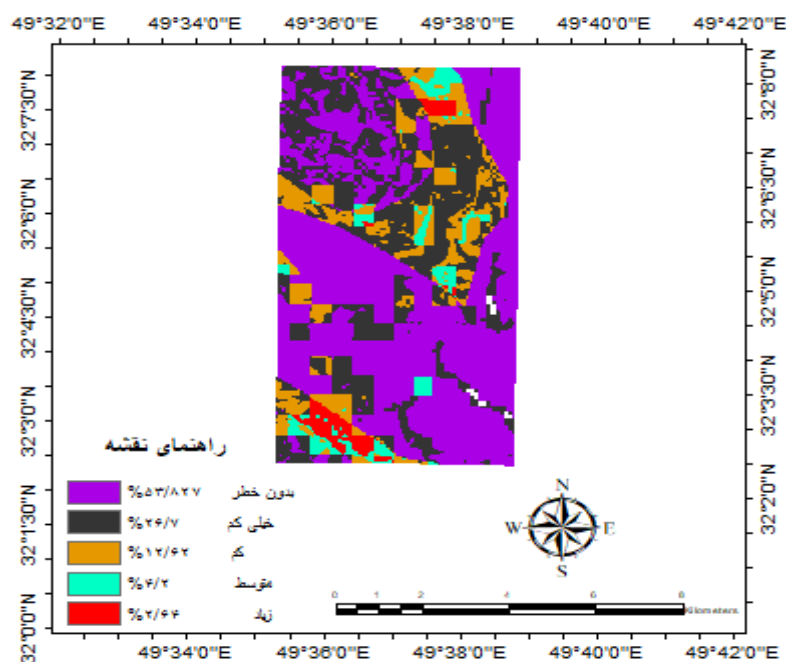
شکل ۶- نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش براساس مدل حائری-سمعی

۳-۹- تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از مدل AHP

برای تهیه نقشه پهنه‌بندی با استفاده از مدل AHP، ابتدا براساس عوامل مؤثر در ایجاد لغزش، پرسشنامه‌ای تهیه و به کارشناسان مجرب که در زمینه زمین لغزش، پژوهش‌هایی انجام داده بودند، داده شد. پس از امتیاز دهی کارشناسان، با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice وزن نهایی عوامل مؤثر تعیین گردید.



شکل ۷- نمایش گرافیکی وزن نهایی عوامل مؤثر بر خطر زمین لغزش با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice



شکل ۸- نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از مدل AHP

۴- نتیجه‌گیری

پس از بررسی‌های به عمل آمده و انطباق نقشه‌های عوامل مؤثر، در ایجاد لغزش در مدل حائری-سمیعی، مهم‌ترین عامل زمین لغزش سنگ‌شناسی است. آبرفت‌های جوان کواترنری مشتمل بر پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های جوان بیشترین حساسیت در منطقه را برای ایجاد لغزش دارند. همچنین سازند گچساران به دلیل داشتن مارن، منطقه را مستعد ایجاد زمین لغزش کرده است؛ اما بیشتر منطقه به دلیل قرار گرفتن بر روی سازند آسماری و آغاجاری چندان مستعد لغزش نیست. از نظر زاویه شیب ۳۶-۴۵ بیشترین استعداد را برای ایجاد زمین لغزش دارند. منطقه دارای یک گسل اصلی و یک گسل فرعی است که هر دوی آن در قسمت کوچکی در جنوب غربی محدوده قرار دارند؛ بنابراین جنوب غربی را مستعد لغزش در این ناحیه کرده است. از نظر طول راه و رودخانه بیشترین راه‌ها در قسمت غرب واقع شده است و رودخانه از شمال به جنوب کشیده شده است. عوامل بارندگی و شدت بارندگی نیز به علت مقدار بسیار کم آن تأثیر چندانی در ایجاد لغزش در محدوده ندارد. کل محدوده مورد مطالعه از نظر زمین لرزه دارای خطر زیاد است که عامل مؤثر در ایجاد لغزش در منطقه است. از نظر مدل حائری-سمیعی ۲۰/۲۷٪ از مساحت منطقه دارای خطر بسیار کم، ۲۸/۳۳٪ خطر زیاد، ۱۱/۶۱٪ دارای خطر متوسط و ۰/۹۷٪ دارای خطر زیاد است. بخش‌های دارای خطر زیاد در جنوب غربی محدوده و بخش بسیار کوچکی در قسمت شمالی قرار دارند.

در مدل AHP نیز مانند مدل حائری-سمیعی بیشترین تأثیر در ایجاد لغزش در منطقه، عامل سنگ‌شناسی به دست آورده است. آبرفت‌های جوان کواترنری مشتمل بر پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های جوان، بیشترین حساسیت در منطقه را برای ایجاد لغزش دارند. در مناطقی که این آبرفت‌ها قرار دارند خطر لغزش زیاد است. سازند گچساران نیز پس از آبرفت‌های کواترنری، مقاومت بسیار کمی در برابر زمین‌لغزش دارند. از نظر زاویه شیب نیز مناطق واقع در زوایای شیب ۴۵-۳۶ مستعد ایجاد لغزش هستند. طول گسل و طول راه و رودخانه نیز، مانند آنچه که در مدل حائری-سمیعی بیان گردیده، است. عوامل بارندگی و شدت بارندگی به علت مقدار بسیار اندک آن، تأثیر چندانی در لغزش در منطقه ندارند. در مورد زمین‌لرزه نیز نتایج مانند مدل حائری-سمیعی است. به‌طور کلی از نظر مدل AHP ۵۳/۸۲۷٪ از مساحت محدوده بدون خطر است. ۲۶/۷٪ از مساحت منطقه دارای خطر خیلی کم، ۱۲/۶۲٪ خطر کم، ۴/۲٪ خطر متوسط و ۲/۶۴٪ از مساحت منطقه دارای خطر زیاد زمین‌لغزش است. بخش‌های دارای خطر زیاد در جنوب غربی و بخش بسیار کوچکی در شمال منطقه قرار دارد.

کتابنامه

- ایلانو، مریم و مقیمی، ابراهیم و ثروتی، محمدرضا و قهرودی تال، منیژه؛ ۱۳۹۸، پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای با استفاده از روش منطق فازی (مطالعه موردی حوضه آبریز سیرا). *نشریه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی. چشم‌انداز جغرافیا*. دوره ۵. شماره ۱۱. صص ۳۴-۱۹.
- آقانباتی، سیدعلی؛ ۱۳۸۵. *زمین‌شناسی ایران*. انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور. تهران
- برزگر، فرح و مالکی، ابراهیم و قرشی، منوچهر و بربریان، مانوکل و معینی فر، علی‌اکبر و نادرزاده، احمد، ۱۳۷۶. *پهنه‌بندی خطر نسبی زمین‌لرزه*. مجموعه مطالعات طرح کالبدی ملی ایران. مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران
- حائری، سیدمحسن و سیمی، امیرحسین؛ ۱۳۷۶. روش جدید پهنه‌بندی مناطق شیبدار در برابر خطر زمین‌لغزش با تکیه بر بررسی‌های پهنه‌بندی استان مازندران. *نشریه علوم زمین*. شماره ۲۳ و ۲۴.
- حسینی، حسین و قلی‌نژاد، محمدرضا و تهرانی مقدس، سیاوش؛ ۱۳۹۲. پهنه‌بندی خطر سقوط سنگ در دامنه‌های مشرف به مسیر خط راه‌آهن لرستان با استفاده از GIS. *نشریه علمی-پژوهشی/میرکبیر*. دوره ۴۵. شماره ۲. صص ۹۷-۱۰۴.
- حسین‌آبادی، مهدی و موسوی، سید مرتضی و ناظمی، محمد؛ ۱۳۹۸. پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه و زمین‌لغزش به روش منطق فازی در رشته‌کوه باقران (جنوب بیرجند). *فصلنامه جغرافیا و توسعه*. شماره ۵۵. صص ۴۷-۵۵.
- حسین زاده، سیدرضا و قربانی شورشانی، علی و نورمحمدی، علی محمد و رضاعارفی، محسن؛ ۱۳۹۴. بررسی عوامل مؤثر بر وقوع زمین‌لغزش با استفاده از GIS و RS (مطالعه موردی سد دولتی). *هیدروژئومورفولوژی*. شماره ۴. صص ۲۱-۳۸.

سرکوبی فریدنی، نازیلا؛ ۱۳۹۵. پهنه‌بندی حساسیت خطر زمین‌لغزش با استفاده از منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوضه هراز (از امامزاده هاشم تا امامزاده علی). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران و مرکزی. دانشکده ادبیات و علوم تاریخی. گروه جغرافیا

صمدزاده، رسول؛ ۱۳۹۴. ارزیابی پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در جاده اردبیل-سرچم. پژوهش‌های دانش زمین. سال ششم. شماره ۳۳. صص ۱۹-۳۳.

عابدینی، موسی و یعقوب نژاد اصل، نازیلا؛ ۱۳۹۶. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در استان تهران با استفاده از مدل فازی. دوره ۶. شماره ۱۱. نشریه مدیریت بحران. صص ۱۵۵-۱۴۵

غلامیان، حسین و فناطی رشیدی، رؤیا و سجادی، سیده‌ادی؛ ۱۳۹۴. مطالعه خاردارن میوسن (سازندمیشان) در برش گهره. شمال بندرعباس استان هرمزگان. نشریه علوم زمین. شماره ۹۸. صص ۷۳-۸۲.

مکرم، مرضیه و شایگان، مهران؛ ۱۳۹۷. ارزیابی خطر زمین‌لغزش و ارتباط آن با نوع لندفرم در محیط GIS. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی. سال ششم. شماره ۴. صص ۱۷-۳۱.

نیاسری، مهرداد و قبادی، محمد؛ ۱۳۸۳. نقش تکنیک در زمین‌لغزش‌ها و ریزش‌های سنگی حوضه آبخیز شمال خوزستان. هشتمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران. شاهرود.

- Aksoy, B. Ercanoglu, M., 2012. Landslide identification and classification object based image analysis and fuzzy logic: An example from the Azdavay region (Ckastamonu, Turkey), computers and Geosciences, 38. 92-97
- Anbalagan, R. Sharma, L. Tyagi, s., 1994. Landslide Road research laboratory report 1039. Transport and hazard zonation (LHZ) Mapping of a part of Doon valley, Garhwal Himalaya, India. In: proceedings Aspects Wollongong Australia pp 253-260
- Broeckx, J. Vanmaercke, M. Duchateau, R. poesen, j., 2018. A data-based Landslide map of Africa, Journal Earth Science Reviews DOI: 10-1016. Reference: Earth 2623 PII: S0012-3252(17)-30540-4
- Chawla, A- Chawla, s- pasupuleti, S-Rao, A- Sarkar, Dwivedi, R., 2018. Landslide susceptibility mapping in Darjeeling Himalayas, India, Hindawi, Article ID 6416492, 17 p.
- Classens, L. A. Knapen, M. G. Kitutu, J. poesen and Deckers, J. A., 2007. Modelling Landslide Hazard soil redistribution and sediment yield of Landslide on the Uganda footlopes of Mount Elgon. Geomorphology 4: 23-35
- Herrera, g. Mateos, R. M. Garcia, J. C. Grandjean. G. Poyiadji, E. Maflic, R. Filipcius, T. C. Auflic, M. J. Laszlopodolszki, J. Trigila, C. Raetzo, H. and Kocius, A., 2017. Landslide databases in the geological surveys of Europe, Springer 15: 359-379
- Highland, L. M. and Bobrowsky, P., 2008. The Landslide handbook: a guide to understanding Landslide, US Geological survey. 129 p.
- Komac, M., 2006. A Landslide susceptibility model using the Analytical Hierarchy process method and multi variate statistic in peralping Slovenia Geomorphology vol. 24 pp 17-28
- Li, Y. Ping, M., 2019. A unified Landslide classification system for Loess slopes: a critical review. Geomorphology, vol 340, pp. 67-83.
- Maa, J. Yingtao, Ch. He, Q. Shahabi, H. Shirzad, A. Shaojunlid, C. Wei, Ch. Wanga, H. Bian, H., 2019. Landslide spatial modelling using novel bivariate statistical based Noive Baves

- Rbf clasifer, and Rbf network machine learning algorithms, science of the total Environment. pp 1-15.
- Polleck, W. grant, A. Wartman, J. Abou Jaoude, G., 2019. Multimodal method for Landslide risk analysis. Journal methods x. 827-836.
- Pradhan, B., 2013. A comparative study on the predictive ability of decision tree, support vector machine and neuro-Fuzzy models in Landslide susceptibility mapping using GIS computer and Geosciences: 51:350-365
- Van westen, C, J. Rengers, N. and Soeters, R., 1993. Geographic Information system Applied to Landslide Hazard zonation mapping awareness and GIS in Europe, vol7 No5
- Wang, H. Jianmei, L. Bo, ZH. Zhou, Y. Yoan, Q. Chen, P., 2017. Application of a hybrid model of neural networks and genetic algoritms to evaluate Landslide susceptibility, geoenvironmental Disasters, 4: 15, Doi: 1786/s 40677-017-00765-y
- Yalcin, A. Reis, A, C. Aydinogla, X and Yomraliglu, T., 2011. A GIS-based comparative study of frequency vatio, analytical hirarchy process, bivariate statistics and Logistics regression methods for Landslide susceptibility mapping in trabazon NE Turkey catena 85: 274-287pp
- Zhou, CH. Lee, C, F. Li, J. and Xhou, Z,W., 2002. On the spatial relationship between Landslide and causative factors on lantua Island, Hongkong. Geomorphology, 43: 127-207



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۹۷-۸۱

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoh.2021.68445.1012>

مقاله پژوهشی

مورفولوژی و فرآیندهای مؤثر در تغییرات مسیر جریان رودخانه سفیدرود برای پیش‌بینی افق ۲۰۳۰

 حمیدرضا معصومی^۱ - گروه زمین‌شناسی، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران.

علیرضا حبیبی - پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

علیرضا قدرتی - مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱/۱۱ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱/۲۸

چکیده

سفیدرود به‌عنوان بزرگ‌ترین و مهم‌ترین رودخانه سواحل جنوب دریای خزر نقش مهمی در زندگی، فعالیت‌ها و سرمایه‌های انسانی منطقه دارد. عوامل مورفولوژیک رودخانه و محیط‌های پیرامون آن و پیش‌بینی شرایط آینده می‌تواند در برنامه‌ریزی و آمایش دشت‌های ساحلی مؤثر و ضروری واقع شود. در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵، ۷ و ۸ سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۱۸، همراه با داده‌های تغییرات تراز دریای خزر و دبی سفیدرود، بررسی‌های میدانی و نرم‌افزارهای ArcGIS، Envi 5.3، Idrisi TerrSet و 10.4.1 به‌عنوان ابزار تحقیق بهره گرفته شد. ابتدا مقادیر احتمال تبدیل کاربری اراضی در سال ۲۰۱۸ بر مبنای مدل تلفیقی زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار به دست آمد. نتایج نشان داد که مدل تلفیقی، دارای دقت و صحت بالایی جهت پیش‌بینی الگوی آینده است. سپس با توجه به دقت و صحت خروجی مدل، نقشه پیش‌بینی کاربری اراضی و مورفولوژی رودخانه برای سال ۲۰۳۰ تهیه شد. با برآزش دو نقشه سال ۲۰۱۸ و پیش‌بینی ۲۰۳۰ تغییرات محتمل در محیط رودخانه به دست آمد و در چهار محدوده مورد تحلیل قرار گرفت. درنهایت با استفاده از داده‌های تغییرات تراز دریای خزر و دبی سالانه رودخانه سفیدرود، روند تغییرات و پیش‌بینی مدل، موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین احتمال تغییرات در منطقه مطالعه مربوط به واحدهای رودخانه، اراضی ساحلی، تأسیسات ساخت انسان و دشت است. همچنین تا سال ۲۰۳۰، روند افزایش عرض کانال رودخانه رخ خواهد داد.

این امر نشان دهنده افزایش میانگین دبی سالانه رودخانه تا حدود ۱۰۰ مترمکعب بر ثانیه و افزایش تراز دریای خزر به سطح بالاتر از ۲۷- متر تا سال ۲۰۳۰ است.

کلیدواژه‌ها: کانال رودخانه، زنجیره مارکف، مدل سلول‌های خودکار، مطالعات سنجش‌ازدور، سفیدرود.

۱- مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان شریان حیاتی، از دیرباز تعیین‌کننده گستره و استقرار تمدن‌ها به‌ویژه در دشت‌های ساحلی بوده‌اند. سفیدرود بزرگ‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه سواحل جنوبی دریای خزر، به دلیل وجود کاربران متعددی از جمله کشاورزی، صنعت، گردشگری، پرورش آبزیان و... یکی از مهم‌ترین منابع آب در استان گیلان محسوب می‌شود. بارش‌های شدید و جاری شدن آب از بالادست، لایروبی نشدن رودخانه‌ها، تغییر در کانال رود و کم شدن فضای آبگذری نسبت به حجم آب ورودی به هنگام بارندگی، از عوامل وقوع سیلاب در رودخانه‌های مناطق ساحلی هستند. در این میان اهمیت مطالعات مورفولوژیکی رودخانه‌ها و بررسی عکس‌العمل رودخانه در برابر فرایندهای تغییر دهنده برقراری موازنه ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. از این رو باید رودخانه را به‌مثابه یک موجود زنده دانست و برای کاهش اثرات تغییر آن، عملکرد هوشیارانه‌ای مبتنی بر قواعد علمی در برنامه‌ریزی‌های محیطی بکار برد. لذا دانستن شرایط رودخانه و محیط‌های پیرامون آن و پیش‌بینی شرایط آینده می‌تواند در برنامه‌ریزی و آمایش دشت‌های ساحلی مؤثر و ضروری واقع شود. در این میان استخراج اطلاعات به‌صورت طبقه‌بندی شده از پرکاربردترین روش‌های موجود است (میرزایی‌زاده و همکاران^۱، ۲۰۱۵). بدین ترتیب با استفاده از تغییرات روی داده در گذر زمان می‌توان آینده را پیش‌بینی کرد. داده‌های ماهواره‌ای یکی از سریع‌ترین و کم هزینه‌ترین روش‌های در اختیار محققان، برای تهیه نقشه است (پال و مدر^۲، ۲۰۰۵). یکی از روش‌های شبیه‌سازی تغییرات در گذر زمان، مدل ترکیبی زنجیره مارکف و سلول‌های خودکار^۳ است. با استفاده از این مدل، نسبت تبدیل کاربری‌ها و امکان پیش‌بینی آن‌ها در آینده فراهم می‌شود (مولر و میدلتون^۴، ۱۹۹۴). در سال‌های اخیر رهیافت‌های مفهومی مختلفی از سلول خودکار و تحلیل زنجیره مارکف برای پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین ارائه شده است (سوبدی و همکاران^۵، ۲۰۱۳). موندال و همکاران^۶ (۲۰۲۰)، در تحقیقی تأثیر فیلترهای سازگار با مدل سلول خودکار مارکف را بر نتایج پیش‌بینی تغییر سرزمین بررسی نموده و نتیجه گرفته‌اند که ضریب همبستگی (r) برای فیلترهای ۵x۵ بیشترین تأثیر را در توزیع

1 Mirzaeizadeh et al

2 Pal and Mather

3 Cellular Automation- CA

4 Muller and Middleton

5 Subedi et al

6 Mondal et al

جغرافیایی / مکانی داشته است. مدل و همکاران^۱ (۲۰۲۰) به بررسی الگوی فرسایش و رسوب گذاری در کانال رودخانه دشت های ساحلی پرداخته و نقش بهره گیری از کانال های آنابرنج برای پایدارسازی کانال رودخانه پرداخته اند. عبدالهی باغسیاهی و همکاران (۱۳۹۷) به پهنه بندی سیلاب آبراهه های منطقه مکران ساحلی با استفاده از مدل HEC-RAS و GIS پرداخته و نتیجه گرفته اند که هیچ گونه خطری از جهت پهنه های سیلابی متوجه تأسیسات ساحلی منطقه نخواهد بود. جینز و همکاران^۲ (۲۰۱۷) عوامل مؤثر بر فرسایش کانال هشت رودخانه در انگلیس و ولز را با استفاده از روش های اصلاح شده GIS تجزیه و تحلیل نموده اند. کندلف و همکاران^۳ (۲۰۱۶) در کتاب خود، طبقه بندی ژئومورفیکی را برای رودخانه ها و آبراهه ها ارائه داده اند. هلالات ناصریان و همکاران (۱۳۹۲)، مدل جامع سیلاب منطقه دشتیاری شهرستان چابهار را توسط مدل Mike Flood برای سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله تبیین نموده اند. معصومی و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی مورفولوژی و پیچانرودی رودخانه زهره پرداخته و نتیجه گرفته اند که این رودخانه در رده رودخانه های با پیچانرودی بیش از حد توسعه یافته قرار دارد. جداری عیوضی و همکاران (۱۳۸۴)، تکامل مورفولوژیک دلتای سفیدرود در کوتاه ترن را با استفاده از شواهد زمین شناختی و تصاویر ماهواره ای مطالعه نموده است. براوارد و پتی^۴ (۲۰۰۹)، به بررسی مورفولوژی رودخانه ها و کانال ها پرداخته و آن ها را طبقه بندی کرده اند. در میان عوامل مؤثر بر مورفولوژی رودخانه های مناطق ساحلی، تراز آب دریا در مصب و تغییرات آن یکی از عوامل مهم است (مدل و همکاران، ۲۰۲۰). از آنجاکه تغییرات تراز آب های آزاد به کندی صورت می گیرد و در مقیاس زمانی انسان تا حدودی نامحسوس است، اغلب پژوهش های موجود بر اساس مدل های ریاضی انجام شده است. لیکن تغییرات تراز دریای خزر به عنوان بزرگ ترین دریاچه زمین، به واسطه شرایط خاص هیدرولوژیکی، زمین شناختی و اکولوژیکی دارای تأثیرات چشمگیر و قابل درک در مقیاس زمانی کوتاه مدت است. لذا این موضوع مورد توجه محققین بسیاری بوده است. خوشروان و همکاران^۵ (۲۰۲۰) با استفاده از اندازه گیری های میدانی و مطالعات GIS به بررسی تأثیر نوسانات تراز دریای خزر بر تالاب بوجاق در دلتای سفیدرود پرداخته اند. چن و همکاران^۶ (۲۰۱۷) به بررسی نقش تغییر در رژیم آبی رودخانه های منتهی به دریای خزر در تغییرات تراز آب پرداخته است. عطایی و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر تغییرات تراز دریای خزر را بر انتقال رسوب ساحلی و خطوط ساحلی را مورد بررسی قرار داده اند. عبدالهی کاکرودی (۱۳۹۲) تأثیر نوسانات دریای خزر بر مناطق ساحلی جنوب شرق آن، در محدوده خلیج گرگان و تالاب گمیشان را بررسی کرده است. اقتصادی و زاهدی (۱۳۹۰) عوامل مؤثر بر نوسانات تراز آب دریای خزر در سواحل جنوبی را با استفاده از داده های هواشناسی مورد تحلیل قرار داده اند. با

1 Medel et al

2 Janes et al

3 Kondolf et al

4 Bravard and Petit

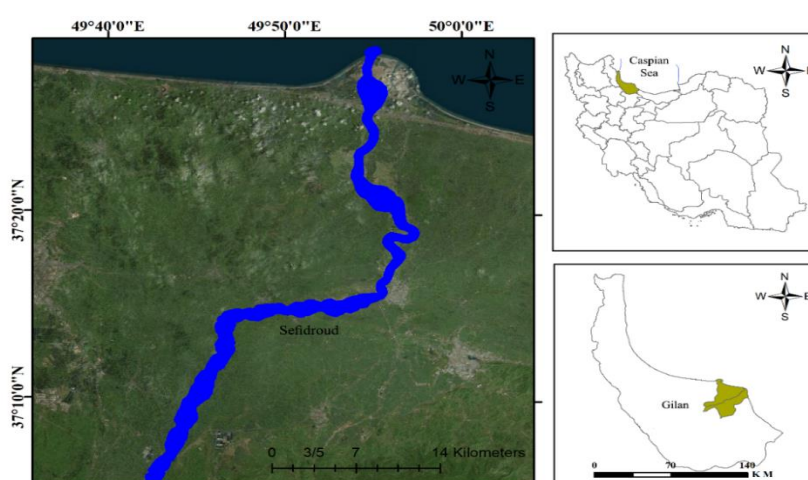
5 Khoshnavan et al

6 Chen et al

توجه به اهمیت موضوع نوسانات تراز دریای خزر و عملکرد متقابل فرایندهای مؤثر در آن، شناخت این فرایندها اولین گام در تحلیل اثرات توأم آن‌ها بر محیط پیرامون است. پرواضح است که هرگونه تغییر در فرایندهای محیطی می‌تواند عکس‌العمل طبیعت را در قالب عملکرد رودخانه بر منطقه ساحلی نشان دهد. این عکس‌العمل خود دارای تأثیرات گوناگونی بر زندگی، فعالیت‌ها و سرمایه‌های انسانی دارد. در مقابل اثرات انسان بر تغییر محیط نیز قابل توجه است. بر این اساس با توجه به اهمیت موضوع و منطقه از دیدگاه اقتصادی، زیست‌محیطی و... شناخت تغییرات رودخانه در طی زمان و فرایندهای مؤثر از اصلی‌ترین عوامل در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی برای آینده است. این شناخت با استفاده از تکنیک‌های مدل‌های آماری قابلیت پیش‌بینی در بازه‌های زمانی آینده را نیز دارند. لذا سفیدرود به‌عنوان بزرگ‌ترین و مهم‌ترین رودخانه سواحل جنوب دریای خزر در این تحقیق مورد توجه قرار گرفت. در این تحقیق با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، میدانی و آماری، مدل تلفیقی زنجیره مارکف و سلول‌های اتومات، و نتایج تحقیقات گذشته تغییرات مورفولوژی سفید و عوامل محیطی مؤثر بر آن بررسی شده و روند تغییرات و عوامل تأثیرگذار، برای افق سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شده است.

۲- مواد و روش‌ها

محدوده این تحقیق در جلگه ساحلی سفیدرود در استان گیلان قرار دارد. این منطقه از غرب و شرق بازه تحت تأثیر از رودخانه سفیدرود و از جنوب و شمال از محدوده سد سنگر تا مصب رود را شامل می‌شود (شکل ۱). این منطقه بر دره زمین ساختی سفیدرود، محل تفکیک رشته‌کوه‌های البرز غربی و تالش جنوبی قرار دارد و قاعده آن با دو پیش‌آمدگی کاملاً مشخص در کياشهر و دهنه سرکهنه سفیدرود منطبق برخط ساحلی کنونی است. مورفولوژی سفیدرود در محدوده دلتا به‌صورت بریده بریده و پیچانرود است (جداری عیوضی و همکاران، ۱۳۸۴).



شکل ۱- موقعیت مکانی منطقه مطالعه

در این پژوهش ابتدا مبانی نظری و اطلاعات پایه مورد نیاز، بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی گزارش‌ها و تحقیقات انجام شده مشابه در ایران و خارج از کشور گردآوری شده است. تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵، ۷ و ۸ مربوط به سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸ با دقت مکانی ۳۰ متر و فصل تصویربرداری مشابه، مبنای مطالعات سنجش‌ازدور می‌باشند (جدول ۱). پردازش اولیه تصاویر در نرم‌افزار Envi 5.3 انجام شد. در این مرحله تصحیحات رادیومتری و اتمسفری به روش Quick بر تصاویر ماهواره‌ای اعمال گردید.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در پژوهش

باند‌های مورد استفاده	تاریخ تصویربرداری	مشخصات تصویر
1-2-3-4-5-7	1987.06.19	LANDSAT- LT05_166-034
1-2-3-4-5-7	2002.08.07	LANDSAT-LE07_166-034
MTL-Multispectral	2018.03.20	LANDSAT_LC08_156-042

پس از انجام تصحیحات، طبقه‌بندی تصاویر با روش طبقه‌بندی نظارت شده^۱ در نرم‌افزار ArcGIS 10.4.1 صورت گرفت و نقشه کاربری اراضی و مورفولوژی کانال رودخانه تهیه شده است. در این نقشه واحدهای کانال رودخانه، سازه‌های ساخت انسان و سکونتگاه‌ها، اراضی ساحلی، اراضی جنگلی، دریا و دشت تفکیک شده‌اند. این نقشه‌ها در هر سه دوره تصاویر ماهواره‌ای تهیه شده است.

به منظور پیش‌بینی و مدل‌سازی، نقشه‌های سه دوره، به محیط نرم‌افزار Idrisi TerrSet وارد شد. ابتدا بر اساس نقشه‌های سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲ با استفاده از روش تلفیقی زنجیره‌های مارکوف و مدل سلول‌های خودکار به پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی در سال ۲۰۱۸ پرداخته شد. زنجیره مارکف مجموعه‌ای از وضعیت‌های احتمالی را بیان می‌کند که از یک وضعیت آغاز شده و به صورت پیوسته به وضعیت دیگر تغییر می‌کند (ژانگ و همکاران^۲، ۲۰۱۵). مدل تلفیقی زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار عاملی است که تغییر وضعیت هر سلول را بر اساس قانون تعیین وضعیت جدید، مطابق با وضعیت قبلی و وضعیت سلول‌های مجاور، نشان می‌دهد. در این مدل از فیلتر CA برای توسعه یک فاکتور وزندهی - مجاورت مکانی، برای تغییر وضعیت سلول بر اساس وضعیت همسایه‌اش استفاده می‌شود (سانگ و همکاران^۳، ۲۰۱۱)؛ بنابراین برای افزایش دقت پیش‌بینی مدل، از این روش تلفیقی استفاده شده است. لذا بر اساس داده‌های خروجی مدل مارکف، نقشه نهایی پیش‌بینی کاربری اراضی با استفاده از مدل CA مارکف سال ۲۰۱۸ استخراج گردید و ضریب کاپای مربوطه محاسبه شد. ضریب کاپا یک معیار صحت سنجی طبقه‌بندی بوده و بر اساس رابطه (۱) محاسبه می‌شود که در آن po درستی مشاهده شده و pc توافق مورد انتظار است.

1 Maximum Likelihood Classification

2 Zhang et al

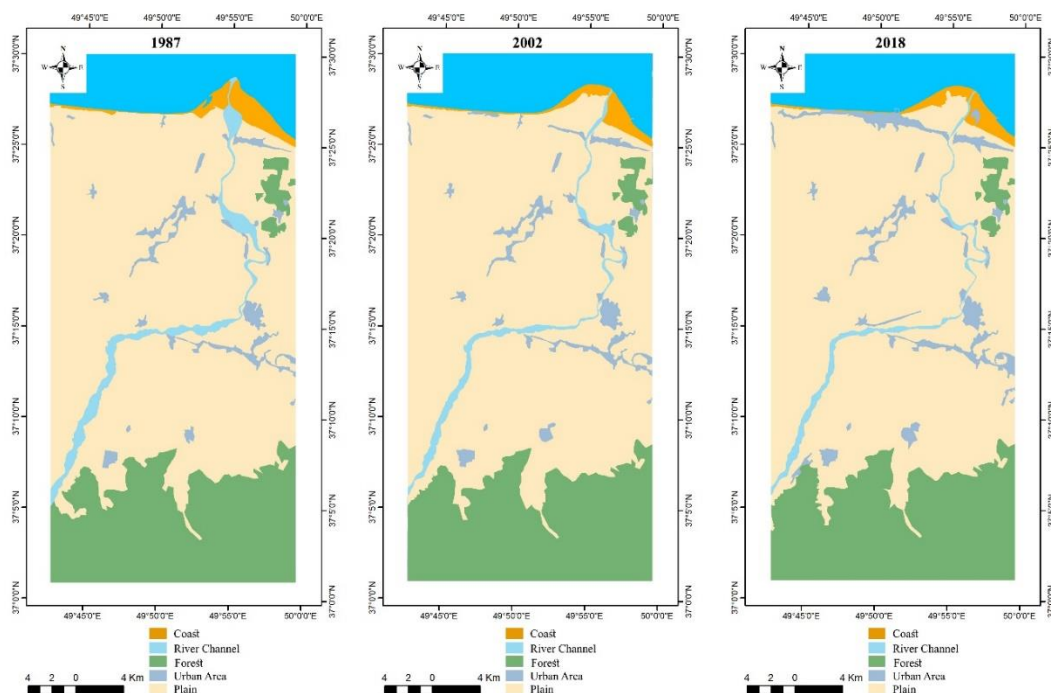
3 Sang et al

$$KIA = \frac{p_o - p_c}{1 - p_c} \quad (1)$$

خروجی مدل با نقشه حاصل از تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۸ برازش داده شد و بازه‌های مغایر بین آن‌ها به دست آمد. همچنین به منظور تعیین دقت طبقه‌بندی و مدل‌سازی، ۱۲۰ نقطه کنترل زمینی تصادفی به صورت پیش فرض در نرم افزار ArcGIS 10.4.1 تعیین شد و با واقعیت مکانی در منطقه مورد مطالعه مورد صحت سنجی قرار گرفت (جدول ۳). با توجه به دقت و صحت خروجی مدل، با استفاده از نقشه‌های سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸، نقشه پیش‌بینی کاربری اراضی و مورفولوژی رودخانه برای سال ۲۰۳۰ تهیه شده است. این نقشه با برازش خروجی مدل برای سال ۲۰۳۰ و نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۸ به دست آمده است. در این برازش علاوه بر واحد کانال رودخانه، سه واحد تأسیسات ساخت انسان، دشت و اراضی ساحلی نیز در عملیات برازش توسط نرم افزار ArcGIS 10.4.1 قرار داده شدند. بر اساس نتایج به دست آمده از این برازش، مسیر جریان سفیدرود در منطقه مورد مطالعه به چهار بخش تقسیم شد و در هر بخش تغییرات پیش‌بینی شده، مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تعیین نقش عوامل محیطی مؤثر در تغییر مورفولوژی، از تغییرات عرض رودخانه، آمار دبی متوسط سالانه و تغییرات تراز آب دریای خزر، بهره گرفته شد. به منظور تعیین تغییرات عرض کانال، تعداد ۲۳ مقطع عرضی با فاصله متوسط ۱۵۰۰ متر در مسیر رودخانه نظر گرفته شد. در هر مقطع عرض کانال در سه دوره ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در نرم افزار ArcGIS 10.4.1 به دست آمد و بر اساس خروجی مدل در سال ۲۰۳۰ نیز عرض کانال در این مقاطع محاسبه شد. به منظور تعیین دبی متوسط سالانه سفیدرود، از آمار دبی ماهانه جریان ایستگاه هیدرومتری آستانه اشرفیه در سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۸ استفاده شد (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۸). همچنین مقادیر تغییرات تراز آب دریای خزر در بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۸ بر اساس داده‌های ایستگاه ساحلی پایش تراز آب انزلی به دست آمده (سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۹۸) و با استناد به پژوهش‌های چن و همکاران (۲۰۱۷) و خوشروان و همکاران (۲۰۲۰) مورد تدقیق قرار گرفته است. در نهایت، تأثیر این عوامل و نحوه عملکرد آن‌ها در تغییرات مورفولوژی رودخانه در بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۸ و روند آتی آن تا ۲۰۳۰ مورد تحلیل قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

با پردازش و طبقه‌بندی تصاویر در نرم افزارهای ArcGIS 10.4.1 نقشه کاربری اراضی و مورفولوژی رودخانه در سه دوره ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸ تهیه شد (شکل ۲). در این نقشه‌ها واحدهای کانال رودخانه (شامل کانال و بستر رود)، سازه‌های ساخت انسان (شامل سکونتگاه‌ها، سازه‌ها و ابنیه مختلف)، جنگل، دریا، اراضی ساحلی و دشت (پهنه‌های زراعی و غیر زراعی) تفکیک شده‌اند. مساحت واحدهای طبقه‌بندی شده در هر سه دوره محاسبه شده و مورد مقایسه قرار گرفته است (جدول ۲).



شکل ۲ - نقشه طبقه‌بندی و کاربری اراضی و مورفولوژی رودخانه در سه دوره ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸

پیش‌بینی و مدل‌سازی، در محیط نرم‌افزار Idrisi TerrSet انجام شد. ابتدا با استفاده از نقشه‌های سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲ ماتریس مقادیر احتمال تغییرات کاربری اراضی در سال ۲۰۱۸ بر مبنای زنجیره‌های مارکوف به دست آمد (شکل ۳). در این ماتریس مقادیر احتمال تغییرات واحدهای رودخانه (Cl.1)، اراضی ساحلی (Cl.3)، تأسیسات ساخت انسان (Cl.6) و دشت (Cl.5) به یکدیگر مشخص شده است. براین اساس بیشترین احتمال وقوع تغییرات بین واحدهای رودخانه و دشت به میزان ۵۲/۲۹ درصد حاصل شده است (شکل ۳).

با توجه به امکان توصیف مکانی در قالب نقشه، از مدل CA مارکف استفاده شد و نقشه بیش بین سلول اتومات سال ۲۰۱۸ و ضریب کاپای مربوطه استخراج گردید. بر این اساس تشابه مشهودی بین خروجی مدل و نقشه طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۸ مشاهده شد (شکل ۴). همچنین ضریب کاپای حاصل شده برای واحدهای رودخانه، اراضی ساحلی، تأسیسات ساخت انسان و دشت به ترتیب ۹۹/۳٪، ۸۵/۹٪، ۷۸/۵٪ و ۸۰/۷٪ به دست آمده است. ضریب کاپای کلی نیز ۸۵ درصد به دست آمده است (جدول ۴).

جدول ۲- مساحت واحدهای تفکیک شده در نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی و مورفولوژی رودخانه (هکتار)

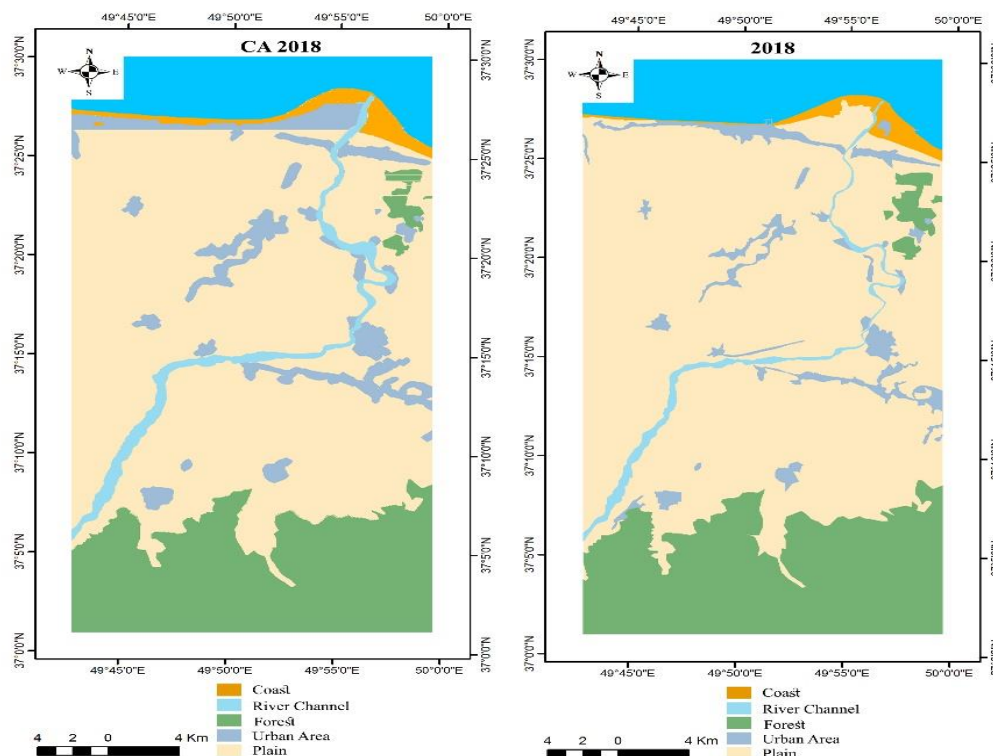
۱۹۸۷	۲۰۰۲	۲۰۱۸	تصویر ماهواره‌ای واحد طبقه بندی
۳۷۸۵/۹۳	۲۵۱۹/۲۳	۲۰۶۸/۴۳	کانال رودخانه
۳۳۹۶/۳۵	۳۸۸۸/۳۷	۵۶۶۰/۹۹	تأسیسات ساخت انسان
۲۷۷۹/۷۱	۲۷۳۸۲/۴۸	۲۷۲۲۵/۴۲	جنگل
۲۱۸۹/۷۶	۱۶۸۵/۵	۱۷۸۱/۵۸	اراضی ساحلی
۸۱۹۹۲/۶۴	۸۳۷۵۴/۶۳	۸۲۶۸۷/۰۳	دشت

Given : Probability of changing to :

	Cl. 1	Cl. 2	Cl. 3	Cl. 4	Cl. 5	Cl. 6
Class 1 →	<u>0.4583</u>	0.0128	<u>0.0060</u>	0.0000	<u>0.5229</u>	<u>0.0000</u>
Class 2 :	0.0081	0.8326	0.1570	0.0001	0.0000	0.0022
Class 3 →	<u>0.0540</u>	0.0848	<u>0.4944</u>	0.0000	<u>0.3617</u>	<u>0.0051</u>
Class 4 :	0.0000	0.0000	0.0000	0.8260	0.1730	0.0010
Class 5 →	<u>0.0276</u>	0.0000	<u>0.0083</u>	0.0515	<u>0.8383</u>	<u>0.0743</u>
Class 6 →	<u>0.0830</u>	0.0000	<u>0.0000</u>	0.0001	<u>0.0699</u>	<u>0.8471</u>

شکل ۳ - ماتریس خروجی مدل مارکوف برای تغییرات سال ۲۰۱۸

به منظور تعیین دقت طبقه‌بندی و مدل‌سازی، ۱۲۰ نقطه کنترل زمینی تصادفی، با واقعیت مکانی در منطقه مورد مطالعه مورد صحت‌سنجی قرار گرفت. بر اساس صحت‌سنجی میدانی، خروجی مدل در ۱۰۰ نقطه صحیح و در ۲۰ نقطه نادرست بوده است. نتیجه صحت‌سنجی نشان می‌دهد که در ۷۶٪ نقاط کنترل زمینی، خروجی حاصل از مدل با واقعیت مطابقت داشته و مطابقت مطلوبی با ضریب کاپای مدل دارد. جزئیات عدم تطابق مشاهدات میدانی در جدول ۳ و ضرایب صحت‌سنجی مدل در جدول ۴ آمده است. بر اساس نتایج مشخص گردید اصلی‌ترین عدم تطابق بین دو واحد دشت و تأسیسات ساخت انسان به تعداد مجموع ۱۱ نقطه است.



شکل ۴ - نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی و مورفولوژی رودخانه سال ۲۰۱۸ (راست) در مقابل خروجی مدل CA مارکف (چپ)

جدول ۳- جزئیات عدم تطابق مشاهدات در نقاط کنترل زمینی با خروجی مدل

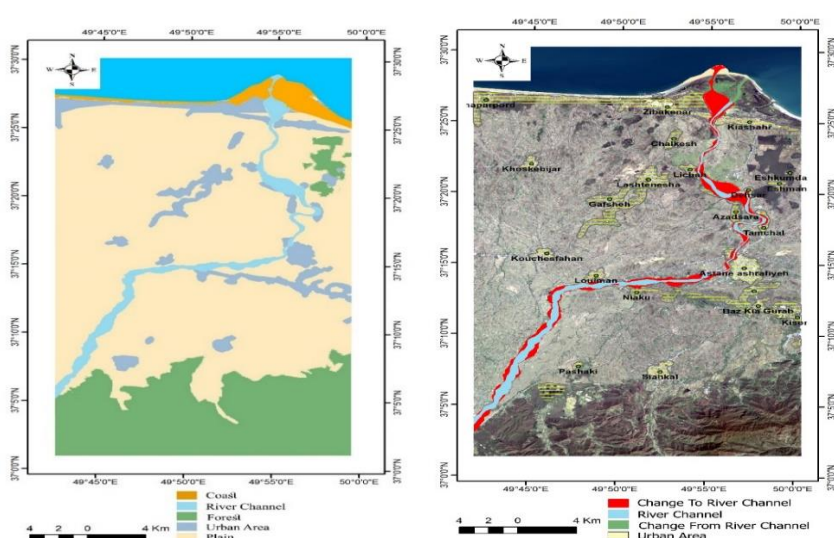
کاربری مشاهداتی	کاربری مدل‌سازی	تعداد نقاط
جنگل	دشت	۳
دشت	رودخانه	۵
دشت	تأسیسات ساخت انسان	۴
دریا	ساحل	۱
تأسیسات ساخت انسان	دشت	۷

جدول ۴- ضرایب صحت سنجی طبقه‌بندی در سه بازه زمانی مورد مطالعه

واحد طبقه‌بندی	ضریب کاپا در سه دوره (%)			دقت تولید کننده (%)	خطای گماشته (%)	دقت کاربر (%)	خطای حذف شده (%)
	۱۹۸۷	۲۰۰۲	۲۰۱۸				
رودخانه	۹۸/۵	۹۵/۲	۹۹/۳	۹۸/۵	۱/۵	۹۵/۸۳	۴/۱۷
دریا	۸۶/۲	۸۱/۵	۸۳/۸	۹۱/۵	۸/۵	۹۹/۱۷	۰/۸۳
ساحل	۸۹/۴	۷۹/۱	۸۵/۹	۸۸/۵	۱۱/۵	۹۸/۳۳	۱/۶۶

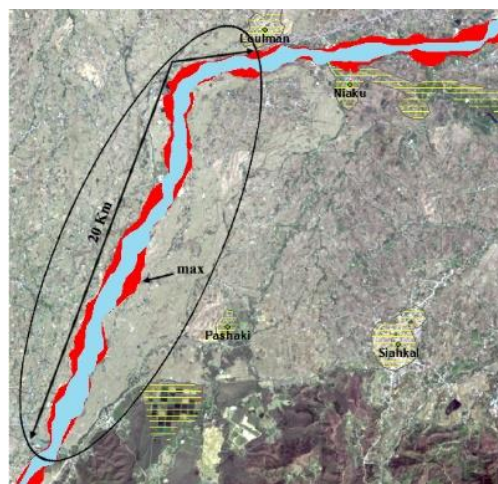
واحد طبقه‌بندی	ضریب کاپا در سه دوره (%)			دقت تولید کننده (%)	خطای گماشته (%)	دقت کاربر (%)	خطای حذف شده (%)
	۱۹۸۷	۲۰۰۲	۲۰۱۸				
جنگل	۹۲/۲	۹۳/۹	۹۵/۶	۹۸	۲	۹۷/۵	۲/۵
دشت	۸۰/۲	۷۸/۸	۸۰/۷	۸۴/۵	۱۵/۵	۹۱/۶۶	۸/۳۳
تأسیسات ساخت انسان	۷۹/۸	۷۵/۴	۷۸/۵	۷۶/۵	۲۳/۵	۹۶/۶۶	۳/۳۳
ضریب صحت کلی	۸۴/۴	۸۲/۹	۸۵/۹				

با توجه به دقت و صحت خروجی مدل CA مارکف، نقشه پیش‌بینی کاربری اراضی و مورفولوژی رودخانه برای سال ۲۰۳۰ با استفاده از نقشه‌های کاربری سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸ تهیه شده است (شکل ۵). سپس چهار واحد رودخانه، اراضی ساحلی، سازه‌های ساخت انسان و دشت در دو نقشه سال ۲۰۱۸ و پیش‌بینی ۲۰۳۰ برآزش داده شد و تغییرات محتمل در محیط رودخانه طی بازه زمانی ۱۲ ساله به دست آمد (شکل ۵). با استفاده از این نقشه، مناطق دارای پتانسیل تغییرات شدید در چهار بخش از مسیر رودخانه شناسایی شد (شکل‌های ۶ تا ۹). در این محدوده‌ها روند تغییرات به گونه‌ای خواهد بود که واحدهای پیرامون آن دستخوش فرآیندهای فرسایشی، تغییر پیچانرودی و سیل‌گیری خواهند بود. محدوده ۱ حداثی سد سنگر تا روستای لومان: در این محدوده به طول ۲۰ کیلومتر مسیر جریان در جهت شمال شرق می‌باشد. در این بخش اراضی حاشیه رودخانه در معرض جابجایی جانبی کانال و تشدید پیچانرودی قرار دارند. این اراضی عمدتاً شامل زمین‌های کشاورزی هستند. بیشینه عرض پهنه‌های در مخاطره حدود ۴۸۰ متر در ۸ کیلومتری جنوب سد قرار دارد (شکل ۶).



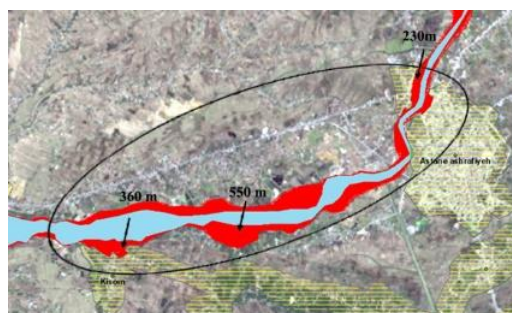
شکل ۵ - چپ: نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی و مورفولوژی رودخانه سال ۲۰۳۰ خروجی مدل CA مارکف.

راست: نقشه پیش‌بینی تغییرات محتمل در محیط رودخانه تا سال ۲۰۳۰



شکل ۶ - پیش‌بینی تغییرات مورفولوژی کانال رودخانه سفیدرود و محدوده تحت مخاطره شمال سد سنگر

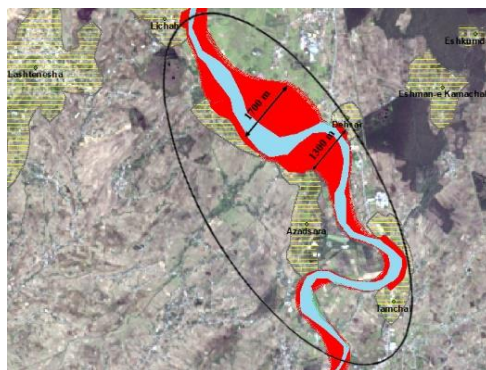
محدوده ۲ حدفاصل روستای کیسم و شهر آستانه اشرفیه: در این محدوده به طول حدود ۱۰ کیلومتر مسیر جریان در جهت شرق می‌باشد. اراضی حاشیه رودخانه این محدوده نیز در معرض جابجایی جانبی کانال و تشدید پیچانرودی قرار دارند. این اراضی عمدتاً شامل مناطق شهری و روستایی حاشیه رودخانه هستند. بیشینه عرض پهنه‌های در مخاطره در منطقه کیسم، حدود ۳۶۰ متر و در شهر آستانه اشرفیه حدود ۲۳۰ متر است. همچنین بیشینه عرض پهنه‌های در مخاطره این محدوده در ۴ کیلومتری غرب آستانه اشرفیه در حدود ۵۵۰ متر است (شکل ۷). در این منطقه باغات و مناطق روستایی در حاشیه رودخانه گسترده هستند.



شکل ۷ - پیش‌بینی تغییرات مورفولوژی کانال رودخانه سفیدرود و محدوده تحت مخاطره آستانه اشرفیه

محدوده ۳ حدفاصل آزادسرا تا ده‌سر: در این محدوده به طول حدود ۱۳ کیلومتر مسیر جریان در جهت شمال غرب می‌باشد. در این بخش اراضی حاشیه رودخانه در معرض تشدید پیچانرودی قرار دارند. این اراضی عمدتاً شامل مناطق مسکونی حاشیه رودخانه هستند. بیشینه عرض پهنه‌های در مخاطره در منطقه ده‌سر، حدود ۱۷۰۰ متر است. همچنین بیشینه عرض پهنه‌های در مخاطره این محدوده در بستر سیلابی حدفاصل ده‌سر و آزادسرا حدود

۱۳۰۰ متر بوده و به سمت شمال تا حدود ۳۵۰۰ متر امتداد دارد (شکل ۸). در این منطقه مناطق مسکونی در حاشیه رودخانه در معرض مخاطره تغییر ییجان ودها قرار دارند.



شکل ۸ - پیش‌بینی تغییرات مورفولوژی کانال رودخانه سفیدرود و محدوده تحت مخاطره آزادسرا - ده‌سر

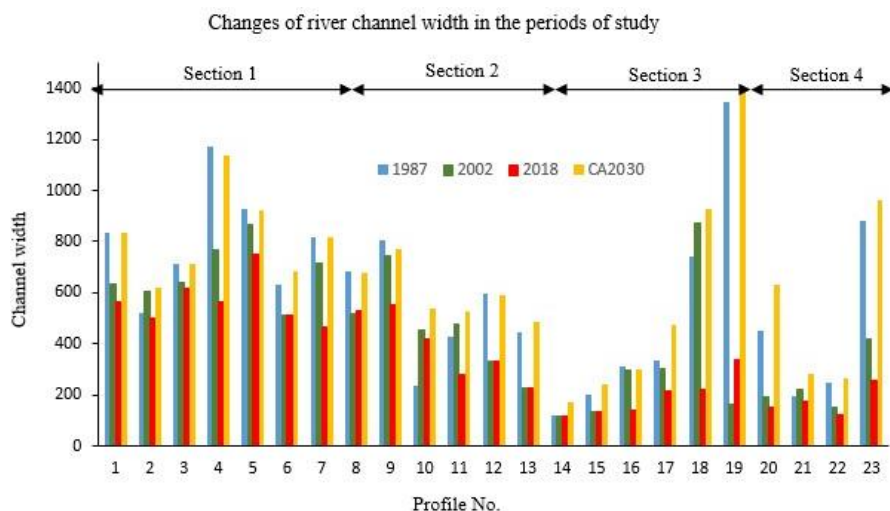
محدوده ۴ حدفاصل کیشهر، تالاب بوجاق و ساحل دریای خزر: در این محدوده به طول حدود ۷ کیلومتر مسیر جریان در جهت شمال می‌باشد. این بخش اراضی شمال کیشهر، تالاب بوجاق و زیباکنار در دلتای سفیدرود را شامل می‌شود. در این محدوده پیش‌بینی مدل حاکی از تغییر مسیر جریان سفیدرود به سمت غرب می‌باشد، بطوری که کانال از مسیر فعلی منحرف شده و با هدایت به غرب در ابتدای تالاب بوجاق جریان خواهد یافت. این تغییر مسیر سبب جابجایی حدود ۲/۵ کیلومتر مصب خواهد شد. در اثر این فرایند اراضی شمالی کیشهر و شرق زیباکنار در مخاطره بستر سیلابی سفیدرود بوده و بیشینه عرض این پهنه در تالاب بوجاق به ۲۱۰۰ متر می‌رسد (شکل ۹).



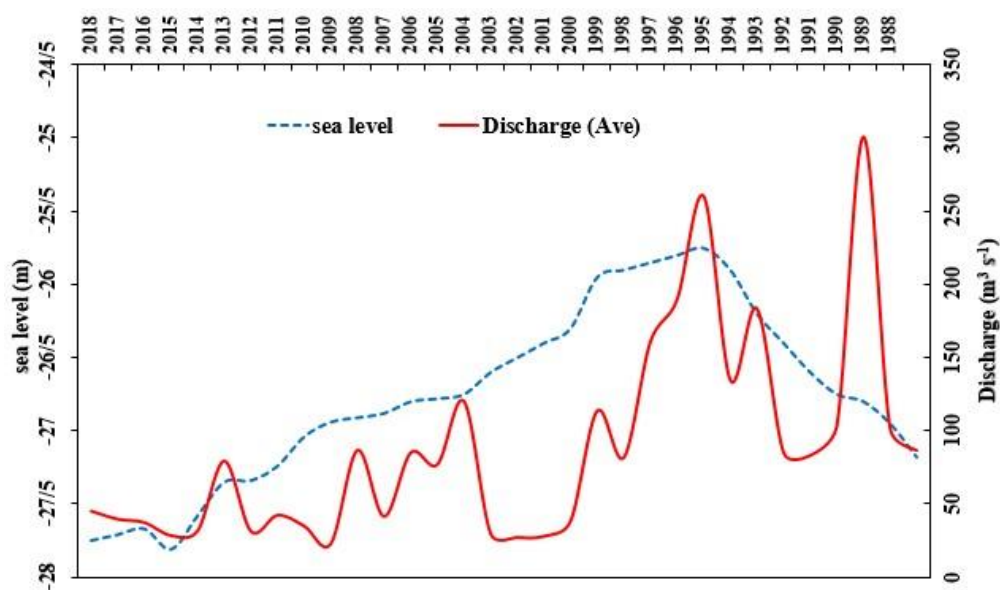
شکل ۹ - پیش بینی تغییرات مورفولوژی کانال رودخانه سفیدرود و محدوده تحت مخاطره کیاشهر - تالاب بوجاق

به منظور بررسی عوامل مؤثر و فرایندهای ناشی از تغییر مورفولوژی رودخانه، در ۲۳ مقطع عرضی، روند تغییر عرض کانال در سه دوره ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸ در چهار محدوده مفروض (شکل‌های ۶ تا ۹) مورد بررسی قرار گرفت. سپس عرض مقاطع مفروض در خروجی مدل برای سال ۲۰۳۰ نیز محاسبه شد (شکل ۱۰). این بررسی نشان داد متوسط عرض مقاطع در سال ۱۹۸۷ برابر ۵۹۳ متر بوده و در سال ۲۰۰۲ به ۴۵۱ متر و در سال ۲۰۱۸ به ۳۵۶ متر رسیده است. این نتایج نشان می‌دهند در هر چهار محدوده عرض کانال روند کاهشی داشته است. در این میان عرض کانال رودخانه در مقطع عرضی ۱۴ واقع در شهر آستانه اشرفیه تقریباً ثابت مانده است. این در حالی است که بر اساس خروجی مدل متوسط عرض کانال در سال ۲۰۳۰ به ۶۵۵ متر و تقریباً ۱۰ درصد بیشتر از ۱۹۸۷ خواهد رسید.

تغییر در مورفولوژی کانال و الگوی فرسایش و رسوبگذاری رودخانه‌های ساحلی به عوامل متعددی از جمله بارش، هیدرولوژی غالب و الگوی جزر و مدی در خروجی رودخانه وابسته است (مدل و همکاران، ۲۰۲۰). جینز و همکاران، (۲۰۱۷). با توجه به کنترلی بودن رژیم جریان سفیدرود در منطقه مورد مطالعه، تغییر در هیدرولوژی تابع میزان خروجی سد سفیدرود و سد سنگر می‌باشد. با توجه به تغییرات دبی متوسط سالانه (شکل ۱۱)، روند کاهشی در نمودار مشاهده می‌شود. این روند با الگوی آب و هوایی کاهش بارش در بازه زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۸ مطابقت دارد. لذا به علت کاهش دبی، عکس‌العمل کاهش عرض کانال رخ داده است. از سوی دیگر تغییر تراز آب دریای خزر عامل اصلی تغییر شیب هیدرولیکی رودخانه می‌باشد. در این میان باید توجه داشت که یکی از عوامل تغییر تراز دریای خزر نیز تغییر در میزان آبرگیری از طریق رودخانه‌های ورودی به آن می‌باشد (چن و همکاران، ۲۰۱۷). بر اساس شکل ۱۱ روند تغییرات تراز دریای خزر تا سال ۱۹۹۵ افزایشی و پس از آن کاهشی بوده است. لذا از ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۸ با توجه به پایین رفتن تراز دریای خزر، شیب هیدرولیکی سفیدرود افزایش یافته است. این افزایش شیب موجب تمایل جریان به حفر بستر و کاهش عرض کانال شده است. بر اساس قانون مدل وزن دهی CA مارکف، افزایش عرض کانال رودخانه نشان از تغییر در سلول‌های مجاور دارد. لذا با توجه به نتایج حاصل از برازش نقشه سال ۲۰۱۸ و پیش‌بینی ۲۰۳۰ تغییر در مورفولوژی رودخانه و مدل پیچانرودی آن حاصل شده است. این تغییر موجب افزایش پهنه تأثیرپذیر از کانال رودخانه خواهد شد (شکل‌های ۶ تا ۹). بطوری که افزایش متوسط عرض کانال رودخانه نیز این تغییرات را نشان می‌دهد (شکل ۱۰). در نتیجه چنین استنباط می‌شود که در بازه زمانی ۲۰۱۸ تا ۲۰۳۰، مطابق با الگوی به دست آمده از این تحقیق، تغییرات آب و هوایی و تراز دریای خزر سبب تغییر در جهت افزایش اراضی تحت تأثیر از کانال و مورفولوژی رودخانه خواهند شد. لذا با توجه به نتایج، افزایش میانگین دبی سالانه رودخانه تا حدود ۱۰۰ مترمکعب بر ثانیه و افزایش تراز دریای خزر به سطح بالاتر از ۲۷- متر تا سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی می‌شود.



شکل ۱۰ - الگوی تغییرات عرض کانال سفیدرود در سه دوره مورد بررسی و پیش‌بینی مدل



شکل ۱۱ - الگوی تغییرات متوسط دبی سالانه در مقابل تغییر تراز آب دریای خزر

۴- نتیجه گیری

سفیدرود به عنوان بزرگ‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه سواحل جنوبی دریای خزر محسوب می‌شود. تغییرات دائم در دلتا و مصب این رودخانه نشان از وقوع فرآیندهای کنترل کننده فعال در مورفولوژی این رودخانه است. با توجه به تغییرات دائمی در تراز آب دریای خزر، فرآیندهای آب و هوایی و فعالیت‌های انسانی، شناسایی تغییرات رودخانه

و پیش‌بینی آن بسیاری ضروری است. تحقیق حاضر در راستای این اهداف صورت گرفت و مباحث ذیل از آن نتیجه گیری شد.

- مدل تلفیقی CA مارکف، قابلیت مناسبی از نظر دقت و صحت در پیش‌بینی کاربری اراضی و مورفولوژی رودخانه سفیدرود دارد.

- بیشترین احتمال تغییرات در منطقه مطالعه در واحدهای رودخانه، اراضی ساحلی، تأسیسات ساخت انسان و دشت وجود دارد.

- روند این تغییرات به گونه‌ای خواهد بود که واحدهای پیرامون رودخانه دستخوش فرآیندهای فرسایشی، تغییر پیچانرودی و سیل‌گیری خواهند شد. این تغییرات حد فاصل سد سنگر تا روستای لومان به‌صورت جابجایی جانبی کانال و تشدید پیچانرودی، روستای کیسم و شهر آستانه اشرفیه و آزادسرا تا لیچاه به‌صورت سیل‌گیری تأسیسات انسانی و در محدوده گیاشهر، تالاب بوجاق و دلتای سفیدرود به‌صورت تغییر موقعیت مصب و جابجایی به غرب کانال رودخانه می‌باشد.

- با توجه به نتایج بررسی مقطع عرضی کانال رودخانه در سه دوره ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۸، روند کاهش عرضی کانال رخ داده است. این روند ناشی از کاهش دبی سفیدرود و پایین روندگی تراز آب دریای خزر، در نتیجه تغییر شیب هیدرولیکی رودخانه بوده است.

- بر اساس نتایج مدل تلفیقی CA مارکف تا سال ۲۰۳۰، روند افزایش عرض کانال رخ خواهد داد. بطوری که تغییرات مورفولوژیک ۱۲ ساله آینده رودخانه در جهت عکس تغییرات صورت گرفته در بازه زمانی ۳۱ ساله گذشته می‌باشد. این امر نشان دهنده افزایش میانگین دبی سالانه رودخانه تا حدود ۱۰۰ مترمکعب بر ثانیه و افزایش تراز دریای خزر به سطح بالاتر از ۲۷- متر تا سال ۲۰۳۰ است.

سپاسگزاری

این پژوهش برگرفته از نتایج طرح تحقیقاتی پیش‌بینی روند تغییرات مورفولوژی رودخانه‌های مناطق ساحلی شمال کشور با کد ۹۷۰۵۳۵-۲۳-۲۹-۲۹-۰ پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری است؛ از این‌رو از همکاران گروه مهندسی رودخانه و سواحل پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری در اجرای تحقیق قدردانی می‌گردد.

کتابنامه

اقتصادی، شهرمیر، زاهدی، رفیعه؛ ۱۳۹۰. مطالعه عوامل تأثیرگذار بر نوسانات تراز آب خزر جنوبی. مجله علوم و فنون دریایی. شماره ۱۰ (۳)، صص ۴-۱۳.

جداری عبوضی، جمشید؛ یمانی، مجتبی؛ خوش رفتار، رضا؛ ۱۳۸۴. تکامل ژئومورفولوژی دلتای رود سپیدرود در کواترنر. پژوهش‌های جغرافیایی. دوره ۳۷، شماره ۵۳. صص ۹۹-۱۲۰.

سازمان نقشه برداری کشور؛ ۱۳۹۸. آمار پایش تراز آب دریای خزر، ایستگاه انزلی.

شرکت مدیریت منابع آب ایران؛ ۱۳۹۸. دفتر مطالعات پایه منابع آب. آمار دبی رودخانه سفیدرود، ایستگاه هیدرومتری آستانه.

عبداللهی باغسیاهی، علی؛ حشمتیان، رضا؛ سویزی، مهدی؛ ۱۳۹۷. پهنه بندی سیلاب اصلی ساحل مکران با تلفیق مدل HEC-RAS&GIS (رودخانه باهوکلات). یازدهمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه. اهواز. ایران.

عبداللهی کاکرودی، عطا؛ ۱۳۹۲. نوسانات دریای خزر و تأثیر آن بر سواحل جنوب شرقی دریای خزر. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۲(۳)، صص ۳۳-۴۴.

عطایی، سهیل؛ عجمی، مهدی؛ لشته نشایی، میراحمد؛ یعصوی، سیدحسین؛ ۱۳۹۵. تأثیر نوسانات تراز آب دریا بر تغییرات خطوط ساحلی دریای خزر. نشریه مهندسی دریا. شماره ۱۲(۴)، صص ۱۰۳-۱۱۳.

معصومی، حمیدرضا؛ غریب رضا، محمدرضا؛ معتمد، احمد؛ ۱۳۹۰. بررسی مورفولوژی و الگوی پیچانرودی رودخانه زهره در جلگه ساحلی هندیجان. مجله مهندسی و مدیریت آبخیز. دوره ۳، شماره ۲. صص ۱۰۲-۱۱۲.

هاللات ناصریان، حسین؛ صادقی، محمد عامل؛ واعظی پور، حسینعلی؛ سیف، سامان؛ ۱۳۹۲. مدلسازی جامع سیلاب منطقه دشتیاری شهرستان چابهار توسط مدل MIKE FLOOD و ارائه طرح علاج بخشی سیل در منطقه. دوازدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران. تهران. ایران.

- Bravard, JP. Petit, F., 2009. Geomorphology of streams and rivers. In Tochner K, Likens GE, editors. Encyclopedia of inland waters. Elsevier, 387-95. DOI: 10.1016/B978-012370626-3.00043-0.
- Chen, J. L., Pekker, T., Wilson, C. R., Tapley, B. D., Kostianoy A. G., Cretaux, J. F., Safarov, E. S., 2017. Long-term Caspian Sea level change. Geophysical Research Letters, 6993-7001. DOL: 10.1002/2017GL073958.
- Janes, V. J. J., Nicholas, A. P., Collins, A. L., Quine, T. A., 2017. Analysis of fundamental physical factors influencing channel bank erosion: results for contrasting catchments in England and Wales. Environmental Earth Science, 76-307. DOI: 10.1007/s12665-017-6593-x.
- Khoshhravan, H., Naqinezhad, A., Alinejad-Tabrizi, T., Yanina, T., 2020. Effects of the Caspian Sea water level change on Boujagh National Park, southwest the Caspian Sea. Caspian Journal of Environmental Science, 19(2), 99-110.
- Kondolf, G. M., Piégay, H., David, R. M., Schmitt, L., David, R. M., 2016. Geomorphic classification of rivers and streams, Chapter 7. Tools in fluvial geomorphology. 169-202. DOI: 10.1002/9781118648551.ch7.
- Medel, I. D., Stubblefield, A. P., Sheam C., 2020. Sedimentation and erosion patterns within anabranching channels in a lowland river restoration project. International Journal of River Basin Management, DOI: 10.1080/15715124.2020.1809435.

- Mirzaeizadeh, V., Niknwzhad, M., Ouladi, J., 2015. Evaluating non-parametric supervised classification algorithms in land cover map using LandSat-8 Images. *Journal of RS and GIS for natural resources*, Vol. 6, No. 3, 29-44.
- Mondal, S., Sharma, N., Kappas, M., Garg, P. K., 2020. Cellular automata (CA) contiguity filters impacts on CA Markov modelling of land use land cover change predictions results. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLIII, B3, 1585–1591.
- Muller, M. R., Middleton, J., 1994. A Markov model of land-use change dynamics in the Niagara Region, Ontario, and Canada. *Landscape Ecology*, 9, 151-157.
- Pal, M., Mather, P. M., 2005. Support vector machines for classification in remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 26 (5), 1007-1011.
- Sang, L., Zhang, C., Yang, J., Zhu, D., Yun, W., 2011. Simulation of land use spatial pattern of towns and villages based on CA–Markov model. *Mathematical and Computer Modelling*, 10, 883-848. DOI: 2002022/j.mcm.10200220028.
- Subedi, P., Subedi, K., Thapa, B., 2013. Application of a Hybrid Cellular Automation Markov (CA-Markov) Model in Land-Use Change Prediction: A Case Study of Saddle Creek Drainage Basin, Florida. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, 16, 126-132.
- Zhang, F., Tiyp, T., Feng, ZD. Kung, H-T., Johnson, V. C., Ding, JL., Tashpolat, N., Sawut, M. Gui, DW., 2015. Spatio-temporal patterns of land use/cover changes over the past 20 years in the middle reaches of the Tarim River, Xinjiang, China. *Land Degradation and Development*, 26,284- 29.



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۹۹-۱۱۷

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoe.2021.66965.0>

مقاله پژوهشی

تأثیر معادن شن و ماسه شهریار بر ریزگردهای استان تهران

^{ID} دکتر منیژه قهرودی تالی^۱ - استاد گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
دکتر خدیجه علی نوری - پژوهشگر پسادکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
مریم اجاقلو - کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۱ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱/۱۳ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱/۲۹

چکیده

ریزگردها بر وجوه مختلف زندگی و سلامت انسان‌ها اثر می‌گذارند؛ از این رو ترکیب این ذرات و اثرات زیست‌محیطی آن به یک نگرانی بزرگ تبدیل شده است. شهرستان شهریار دارای قریب به ۱۲ واحد معدن از جمله سیلیس، نمک، شن و ماسه و خاک است که این معادن، شهرستان را به یک منبع تولید گردوغبار در استان تهران تبدیل کرده است. گردوغباری که به استان نفوذ می‌کند، از جهت‌های شمال غربی در جهت باد شهریار است. پژوهش حاضر میزان تأثیر معادن شهریار را بر تشدید گردوغبار استان تهران، مورد بررسی قرار داده است. جهت ترسیم جهت و سرعت باد منطقه، داده‌های روزانه باد این ایستگاه در بازه زمانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵ تهیه گردید. سرعت و جهت باد منطقه مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار WRPLOT ترسیم شد. برای استخراج میزان گردوغبار، تصاویر سطح یک سنجنده مودیس ماهواره ترا و آکوا از سایت ناسا تهیه گردید، سپس میزان گردوغبار با استفاده از شاخص‌های AOD، DBAAEL، NDDI و همچنین تراکم پوشش گیاهی و رطوبت به ترتیب از شاخص‌های NDVI و NDMI استخراج شد. نتایج نشان داد که در فصل تابستان، بهار و پاییز تأثیر معادن شن و ماسه در تشدید ریزگردها فراوان است؛ به طوری که علاوه بر شدت گردوغبار، عمق ذرات گردوغبار در فصول بهار، تابستان و پاییز در استان تهران افزایش می‌یابد که می‌تواند ناشی از حاکمیت شرایط خشک و وجود معادن شن و ماسه در شهرستان باشد؛ بنابراین باد شهریار در انتقال گردوغبار در غرب و جنوب استان سهم قابل ملاحظه‌ای دارد؛ زیرا معادن شن

و ماسه در مسیر باد شهر استقرار یافته‌اند؛ بنابراین می‌توان گفت این معادن یکی از عوامل تشدید گردوغبار در استان تهران به‌ویژه جنوب و غرب آن است.

کلیدواژه‌ها: معادن شن و ماسه، گردوغبار، NDDI، AOD، DBAAEL.

۱- مقدمه

دهه‌های اخیر در ایران، رشد جمعیت به‌ویژه افزایش شهرنشینی موجب توسعه فیزیکی شهرها شده است. این رشد فیزیکی سبب افزایش استفاده از انواع مصالح ساختمانی به‌ویژه شن و ماسه شده است. حفاری در بستر رودخانه‌ها و کناره‌ها، شستشوی شن و ماسه و حمل و نقل آن پتانسیل لازم را در ایجاد تخریب فیزیکی و انتشار در محیط‌های آبی و خشکی پیرامون را در پی داشته است و برداشت شن و ماسه از معادن باعث بروز مشکلات محیط‌زیست از جمله انتشار گردوغبار شده است؛ لذا توجه به ماهیت معادن شن و ماسه در تخریب زیستگاه و آلودگی محیط‌زیست امری اجتناب‌ناپذیر است. بنا به تعریف سازمان هواشناسی جهانی WMO^۱ طوفان‌های گردوغبار به‌عنوان نوعی از رویداد غباری اطلاق می‌شود. در بیشتر موارد نتیجه بادهای متلاطم قوی همرفتی هستند که ذرات زیادی از گردوغبار سطوح بیابانی را بالابرده و با گسترش آن‌ها در نواحی وسیع، قدرت دید را به کمتر از یک کیلومتر کاهش می‌دهند و در رویدادهای شدید تمرکز گردوغبار به بیش از ۶۰۰۰ میکرومتر می‌رسند (جهانبخش و همکاران، ۱۳۹۳). طوفان گردوغبار یکی از مخاطرات طبیعی در دهه اخیر است و یکی از حوادث مخرب و پرهزینه در بسیاری از مناطق بیابانی هستند؛ به‌طوری‌که می‌توانند در هردو محیط طبیعی و انسانی خسارت زیادی ایجاد کنند و منجر به از دست رفتن زندگی شوند و بسیاری از شهرهای آسیا و اروپا با طوفان‌های غیرمعمول مواجه هستند (کیو^۲، ۲۰۰۵). در شرایط آب‌وهوایی خشک و سطوح بیابانی گرم و وزش بادهای قوی در منطقه گردوغبار را به اطراف پراکنده می‌کند و ذرات گردوغبار در هنگام حمل و نقل با آئروسول‌های حاصل از فعالیت انسان مخلوط شده و باعث افزایش آلودگی می‌شوند (پارک^۳ و همکاران، ۲۰۱۴). در بین منشأهای مختلف گردوغبار، گردوغبار معدنی جز ذراتی است که بر کیفیت آب‌وهوا تأثیر می‌گذارند. آئروسول‌های معدنی در سیستم زمین نقش مهمی دارند و تأثیر آن‌ها بستگی به خصوصیات ذراتی دارد که در ابتدا توسط منابع زمینی و رسوبات آن تعیین می‌شوند (بادوک^۴ و همکاران، ۲۰۰۹).

بررسی سرعت و جهت باد غالب در شهر استان تهران با استفاده از داده‌های بادسنجی و نرم‌افزار گلباد نشان داد که باد غالب منطقه غربی و جنوب غربی هستند و ۳۷ درصد از بادهای توانایی حمل ذرات گردوغبار را دارند (صبر و

1 Meteorological Organization World

2 QU

3 Park

4 Baddok

همکاران، ۱۳۹۳). معادن می‌توانند بخش مهمی از طرح‌های توسعه ملی باشند و سهم فراوانی در اقتصاد کشورهای در حال توسعه داشته باشند، درعین حال فعالیت‌های معدنی با اثرات زیست‌محیطی عمده‌ای روبرو هستند (نرماشیری و محمدخان، ۱۳۹۳). غلظت گردوغبار حاصل از فعالیت‌های معدنی شامل Pm_{10} حدود ۴۰ درصد و ذرات بزرگ تر از Pm_{10} حدود ۶۰ درصد می‌باشند که به وسیله فعالیت‌هایی مانند برخورد مکانیکی سنگ‌ها، کشیدن مواد توسط بیل و بولدوزر و حرکت وسایل نقلیه در جاده‌های خاکی تولید می‌شود (اخبار معادن، ۲۰۰۰). در سال‌های اخیر لزوم پایش و کنترل آلاینده‌های هوا در سطح وسیع و با روش‌هایی که از سرعت و دقت بیشتر و هزینه کمتر برخوردار باشند احساس می‌شود (قربانی سالخورده و همکاران، ۱۳۸۹).

بررسی طوفان شن و ماسه مناطق بیابانی با استفاده از تصاویر مودیس و شاخص NDDI^1 در چین و گردوغبار در مناطق گرمسیری و اقیانوس اطلس توانایی شاخص اخیر را در شناسایی خواص گردوغبار، رطوبت و درجه حرارت نشان داد (ایکس^۲، ۲۰۱۱ و کیو، ۲۰۰۵). میزان ورود گردوغبار از سمت غرب به‌ویژه کشور عراق با تصاویر مودیس بررسی و مشخص گردید که طوفان گردوغبار از سمت غرب وارد ایران می‌شود و دلایل آن می‌تواند وقوع حوادث کاستروف از جمله وقوع جنگ عراق و آمریکا و تشدید تغییرات اقلیمی در مقیاس منطقه‌ای باشد (قهرودی تالی، ۱۳۸۹). نقش بیابان‌های استان خوزستان و جنوب شرق عراق در طوفان‌های ریز گرد این استان در طول سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴ با استفاده از تصاویر ماهواره مودیس مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصل نشان می‌دهد، بیابان‌های داخلی استان خوزستان همراه با شرق و جنوب شرق عراق از یک کانون فرعی از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۸ به یک کانون اصلی از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۴ تبدیل شده است (نبوی و همکاران، ۱۳۹۵) و میزان شدت طوفان به ویژگی سطح زمین، تفاوت‌های توپوگرافی و همچنین خصوصیات کانی‌های گردوغبار منطقه مربوط می‌شود (مهرابی و همکاران، ۱۳۹۴). عمق ذرات گردوغبار در استان خوزستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مودیس و شاخص AOD^3 مطالعه شده است و نتایج آن نشان داد سنجنده مودیس می‌تواند ابزار مناسبی جهت پهنه‌بندی توده گردوغبار در غرب ایران در مقیاس منطقه‌ای باشد (رنگزن و همکاران، ۱۳۹۳). ترکیبات بار گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران و تأثیر آن بر سلامت انسان با نمونه‌برداری و با استفاده از تصاویر شاخص آئروسول و سنجنده OMI و مدل HYSPLIT^۳ بررسی شده است. جهت تعیین بار گردوغبار از آنالیزهای XRD و XRF جذب اتمی و بررسی‌های آزمایشگاهی برای تعیین میکرو ارگانیزم‌ها استفاده شد و نتایج حاصل نشان می‌دهد کانی‌های اصلی گردوغبار ورودی به غرب ایران شامل کربنات‌ها (کلسیت) و سیلیکات‌ها (کوارتز) است و فاز فرعی کانی‌ها نیز شامل ژیپس است (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۲). گردوغبار معلق در ایستگاه هواشناسی سرپل ذهاب در سال‌های (۲۰۰۹-۱۹۸۶) با استفاده از آمارهای

1 Normalized Dudt Difference Index

2 Xu

3 Aerosol Optical Depth

مربوط به پدیده‌های هواشناسی مثل طوفان‌ها، سرعت و جهت باد، رطوبت نسبی، فشار معادل سطح بارش و میدان دید با استفاده از نرم‌افزار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در نهایت با استفاده از نرم‌افزار SPSS statics و نرم‌افزار WRPlot view version 5.3 سرعت و جهت باد مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل از آن نشان داد فراوانی روزهای همراه Surfer full version 8.0 این نوع طوفان از ۱۴ مورد در سال ۱۹۸۶ به ۱۵۲ مورد در سال ۲۰۰۹ افزایش یافته است (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۲). تحلیل همدیدی و wif طوفان‌های گردوغبار استان یزد بر مبنای مدل‌سازی‌های عددی و با استفاده از خروجی‌های مدل داده شد، نتایج HYSPLIT به مدل WRF دینامیکی صورت گرفت. سپس برای بررسی چشمه‌های طوفان خروجی‌های مدل حاصل نشان می‌دهد عبور سامانه‌های چرخندی از سطوح بالای جو و ریزش هوای سرد ناشی از آن‌ها همراه با گرمایش سطحی در سطح زمین زمینه ایجاد ناپایداری را در منطقه ایجاد کرده است، این شرایط همراه با وجود لایه آمیخته عمیق در مناطق مرکزی و خشک ایران در ساعت‌های قبل از شروع طوفان و همچنین منطقه همگرایی باد و سرعت سطحی قوی در ساعت وقوع این طوفان را به وجود آورده است (محمد پور پنجاه و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۷). شکل‌گیری و تکامل یک توفان گردوغبار سنگین در منطقه خاورمیانه با استفاده از شبیه‌سازی به وسیله مدل مشاهدات ایستگاهی و تصاویر ماهواره‌ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است و نتایج آنالیز وضعیت جوی WRF/chem شبیه‌سازی شده نشان داد، در صورتی بیشینه غلظت گردوغبار در تراز پایین اتفاق می‌افتد که در ناحیه منشأ گردوغبار، گرادیان فشار افقی قابل قبول با همرفت قوی در توده‌های مستقر در سامانه‌های چرخندی همراه باشد (ملکوتی و بابا حسینی، ۱۳۹۳).

منابع گردوغبار جو در استان تهران با استفاده از مدل HYSPLIT در بین سال‌های ۱۹۸۱-۲۰۰۵ در سطوح مختلف جو مورد شناسایی قرار گرفت و بررسی آماری نشان داد؛ یکی از فراوان‌ترین وقایع گردوغبار در استان تهران در اردیبهشت‌ماه سال ۲۰۰۰ رخ داده است و بیش از ۴ روز در ایستگاه‌های آبدلی، چیتگر، فیروزکوه، کرج و شمال استان تهران تداوم داشته است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴). تغییرات مکانی و زمانی شاخص‌های گردوغبار در شرق خراسان بر پایه داده‌های ماهواره‌ای و با استفاده از شاخص‌های UVAI, AOD, AAOD مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج این پژوهش روند صعودی این شاخص‌ها را در طی سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۴ نشان می‌دهد و شاخص UVAI 2014-1978 بیشترین میزان ذرات معلق را در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۴ نشان می‌دهد (میری و همکاران، ۱۳۹۶). وجود رسوبات آبرفتی که از کوهپایه‌های البرز تا دشت‌های جنوبی محدوده استان تهران گسترش یافته‌اند، محل مناسبی را برای استقرار فعالیت‌های صنعتی و معدنی به‌ویژه معادن شن و ماسه فراهم آورده‌اند. با توجه به اینکه بیشتر معادن موجود در منطقه به‌خصوص دو معدن بزرگ شن و ماسه در منطقه شهریار و طالقان در غرب شهر استان تهران قرار گرفته‌اند؛ لذا در این پژوهش اثرات معادن شن و ماسه شهریار بر ریز گرد‌های استان تهران مورد بررسی قرار گرفته است.

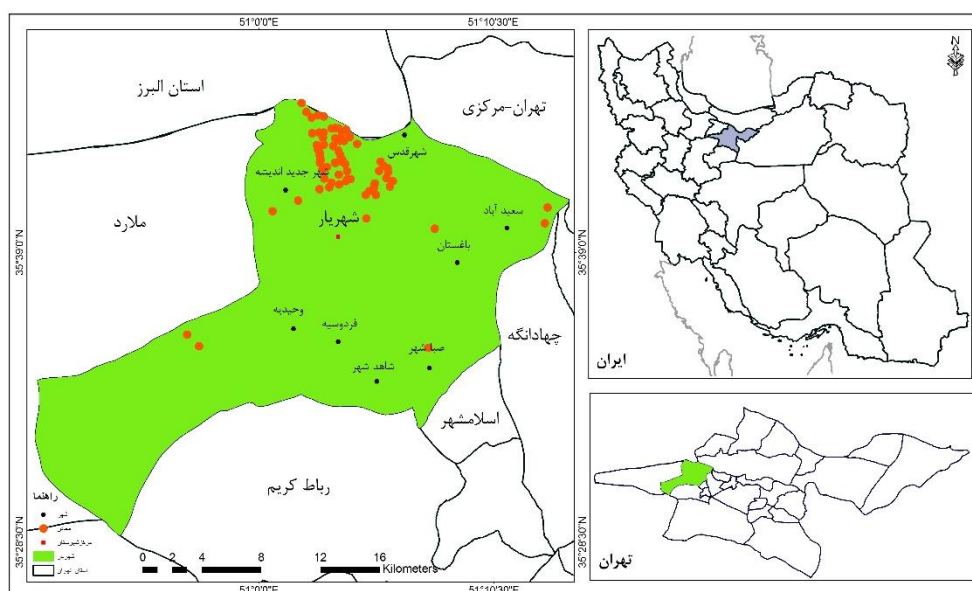
۲- روش تحقیق

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

استان تهران به لحاظ موقعیت جغرافیایی در دامنه‌های جنوبی البرز قرار گرفته است. رسوبات آبرفتی آن که از کوهپایه البرز تا جنوب استان تهران گسترش یافته، محل مناسبی را برای معادن شن و ماسه ایجاد کرده است. شهرستان شهریار همچون سایر مناطق ایران دارای معادن متعددی از جمله سیلیس، نمک، شن و ماسه و خاک است. وضعیت طبیعی و سابقه وجود جریان‌ات سطحی اراضی شمال منطقه، انباشت انواع مخلوط شن و ماسه به صورت رسوبات آبرفتی را به دنبال داشته است. در این منطقه زمین‌های آبرفتی از جریان سیلاب رودخانه کرج به وجود آمده و اکنون به دلیل ایجاد سد کرج و قطع آب از زمین‌های موصوف، شرکت‌های متعددی امر بهره‌برداری از شن و ماسه این منطقه را بر عهده دارند. در حال حاضر تعداد معادن شن و ماسه قریب به ۷۰ واحد است.

شهرستان شهریار با وسعتی برابر ۱۳۲۹ کیلومترمربع در ارتفاع متوسط ۱۱۶۰ متری از سطح دریا قرار دارد. این شهرستان به دلیل نزدیکی به استان تهران با تغییرات بسیار جزئی، آب‌وهوایی مشابه این استان دارد و دارای آب‌وهوای نیمه بیابانی و خشک است (صابرنیا و همکاران، ۱۳۹۱). به لحاظ دمایی، حداکثر دمای ماهانه شهرستان شهریار در تیرماه ۳۱/۷ درجه سانتی‌گراد و حداقل دمای ماهانه دی‌ماه ۴/۵ درجه سانتی‌گراد است. به‌طور کلی دی و بهمن سردترین و ماه‌های تیر و مرداد گرم‌ترین ماه‌های منطقه است. بارندگی در ایستگاه شهریار از ماه مهر شروع و تا اردیبهشت ادامه می‌یابد. بالاترین میزان بارندگی در ماه‌های دی، بهمن، آبان و آذر است و در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور میزان بارندگی کاهش یافته و به صورت پراکنده اتفاق می‌افتد. باد شهریار در منطقه استان تهران می‌وزد و عمدتاً در هوای گرم سیکلون‌های مهاجر به وجود می‌آید و بادی نسبتاً گرم و مطبوع است (علیجانی، ۱۳۸۲). تشکیلات زمین‌شناسی شهرستان شهریار شامل سنگ‌های آتش‌فشانی به‌ویژه آندزیت‌هایی به رنگ قهوه‌ای بوده که تشکیلات غرب شهرستان را تشکیل می‌دهند و تشکیلات رسوبی هم بخش وسیعی از زمین‌های این منطقه را به خود اختصاص داده و از تشکیلات آبرفتی کرج که بر روی رسوبات میوسن فوقانی رسوب کرده‌اند تشکیل شده است. این منطقه آرام به نظر می‌رسد؛ زیرا اثر گسل‌های بزرگ در منطقه مشاهده نمی‌شود. گسل‌های کوچک‌تر از جمله گسل جنوب غربی در حوالی رود شور موجب جابه‌جایی مختصری شده‌اند. منطقه شهریار که بخشی از آن در غرب نقشه زمین‌شناسی استان تهران قرار گرفته؛ از نظر زمین‌شناسی ساختمان ساده‌ای دارد که شامل آبرفت‌های جوان دوران چهارم یعنی آبرفت‌های موسوم به آبرفت‌های استان تهران است که در چند مورد بیرون‌زدگی رسوبات قبل از آن به چشم می‌خورد. ۸۰ درصد خاک موجود در شهرستان شهریار برای انواع زراعت آبی مستعد است و ۲۰ درصد باقی‌مانده پس از احداث سیستم‌های زهکشی، اصلاح اراضی، حل مشکل شوری خاک و انجام عملیات تسطیح موضعی، قابلیت کشت‌های موردنظر را خواهد داشت. بافت خاک منطقه بیانگر آن است که نزدیک به ۸۰ درصد

اراضی دارای بافت خاک رسی-مارنی و بدون سنگریزه، ۱۰ درصد شنی و ۱۰ درصد باقی مانده حاوی سنگ‌های آتشفشانی کوه‌های اطراف است. بخش وسیعی از منطقه شهریار به‌ویژه نواحی شمالی، شمال شرقی و غربی به دلیل فراهم بودن شرایط مناسب خاک و آب زیر کشت گندم، جو، ذرت و غیره قرار می‌گرفته است؛ اما اکنون به دلیل کمبود منابع آب کشاورزی کاهش یافته است. باغات میوه شهرستان شهریار به‌ویژه باغات بخش مرکزی چون چتری سبز در منطقه گسترش یافته است. البته این باغات نیز به دلیل نبود آب و برخی سودجویی‌ها نظیر تغییر کاربری اراضی از کشاورزی به مسکونی، کارگاهی و غیره کاهش یافته است (صابرینیا و همکاران، ۱۳۹۱). میزان تراکم شبکه آبراهه در بخش شمالی منطقه بالاتر از بخش جنوبی دشت شهریار است. از رودخانه‌های مهم این دشت می‌توان به شاد چای در شمال و رود شور در خط مرزی جنوبی غربی اشاره کرد (شکل ۱)، موقعیت جغرافیایی شهرستان شهریار را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان شهریار و پراکنش معادن

۲-۲- داده و روش کار

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل آمار روزانه جهت و سرعت باد شهریار در بازه زمانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵ مربوط به سازمان هواشناسی و تصاویر سطح ۱ سنجنده مودیس ماهواره ترا و آکوا در بازه‌های زمانی مناسب به شرح جدول (۱) می‌باشد.

جدول ۱- مشخصات محصولات مودیس جهت استخراج شاخص NDDI

مشخصات محصول NDDI	زمان تصویربرداری UTC	تاریخ	مشخصات محصول AOD و DBAAEL	زمان تصویربرداری	تاریخ
MOD02HKM. A2017141 MOD02HKM. A2014154	۷:۵۰-۷:۵۵ ۷:۵-۷:۱۰	۱۳۹۳/۳/۱۲ ۱۳۹۳/۳/۱۳	MOD04_L2. A2014153 MOD04_L2. A2014154	۷:۵۰-۷:۵۵ ۷:۵-۷:۱۰	۱۳۹۳/۳/۱۲ ۱۳۹۳/۳/۱۳
MOD02HKM. A2014158 MOD02HKM. A2014159	۷:۲۵-۷:۳۰ ۸:۵-۸:۱۰	۱۳۹۳/۳/۱۷ ۱۳۹۳/۳/۱۸	MOD04_L2.A2014158 MOD04_L2. A2014159	۷:۲۵-۷:۳۰ ۸:۵-۸:۱۰	۱۳۹۳/۴/۱۷ ۱۳۹۳/۳/۱۸
MOD02HKM. A2014160 MYD02HKM. A2014161	۷:۱۰-۷:۱۵ ۹:۳۰-۹:۳۵	۱۳۹۳/۳/۱۹ ۱۳۹۳/۳/۲۰	MOD04_L2.A2014160 MYD04_L2. A2014161	۷:۱۰-۷:۱۵ ۹:۳۰-۹:۳۵	۱۳۹۳/۳/۱۹ ۱۳۹۳/۳/۲۰
MOD02HKM. A2014176 MOD02HKM. A2014177	۷:۱۰-۷:۱۵ ۷:۱۰-۷:۱۵	۱۳۹۳/۴/۴ ۱۳۹۳/۴/۵	MOD04_L2.A2014176 MOD04_L2. A2014177	۷:۱۰-۷:۱۵ ۷:۱۰-۷:۱۵	۱۳۹۳/۴/ ۴ ۱۳۹۳/۴/ ۵
MYD02HKM. A2015068 MOD02HKM. A2015069	۹:۳۰-۹:۳۵ ۷:۰-۷:۵	۱۳۹۳/۱۲/۱۸ ۱۳۹۳/۱۲/۱۹	MYD04_L2. A2015068 MOD04_L2. A2015069	۹:۳۰-۹:۳۵ ۷:۰-۷:۵	۱۳۹۳/۱۲/ ۱۸ ۱۳۹۳/۱۲/ ۱۹
MOD02HKM. A2015200 MYD02HKM. A2015201	۷:۰-۶:۵۵ ۸:۲۰-۸:۱۵	۱۳۹۴/۴/۲۸ ۱۳۹۴/۴/۲۹	MOD04_L2. A2015200 MYD04_L2. A2015201	۷:۰-۶:۵۵ ۸:۲۰-۸:۱۵	۱۳۹۴/۴/ ۲۸ ۱۳۹۴/۴/ ۲۹
MOD02HKM. A2015243 MOD02HKM. A2015244	۷:۱۰-۷:۱۵ ۷:۵۵-۸:۰	۱۳۹۴/۶/۹ ۱۳۹۴/۶/۱۰	MOD04_L2. A2015243 MOD04_L2. A2015244	۷:۱۰-۷:۱۵ ۷:۵۵-۸:۰	۱۳۹۴/۶/ ۹ ۱۳۹۴/۶/۱۰
MYD02HKM. A2016243 MYD02HKM. A2016244	۹:۵۵-۱۰:۰ ۹:۰-۹:۵	۱۳۹۵/۶/۹ ۱۳۹۵/۶/۱۰	MYD04_L2. A2016243 MYD04_L2. A2016244	۹:۵۵-۱۰:۰ ۹:۰-۹:۵	۱۳۹۵/۶/ ۹ ۱۳۹۵/۶/۱۰
MOD02HKM. A2016286 MOD02HKM. A2016287	۸:۰-۸:۵ ۷:۵-۷:۱۰	۱۳۹۵/۷/۲۱ ۱۳۹۵/۷/۲۲	MOD04_L2. A2016286 MOD04_L2. A2016287	۸:۰-۸:۵ ۷:۵-۷:۱۰	۱۳۹۵/۷/ ۲۱ ۱۳۹۵/۷/ ۲۲

روش تحقیق به شرح زیر انجام شده است:

- برای نمایش فراوانی سمت و سرعت داده‌های بادسنجی از گلباد استفاده شده است که نمودار دایره‌ای و بیانگر نتایج تجزیه و تحلیل فضایی سمت و سرعت و فراوانی شدیدترین بادهای یک منطقه یا ایستگاه است. در محاسبات مربوط به گلباد، کلیه بادهای با سرعت بیش از یک نات ($0/54$ متر بر ثانیه) دخالت داده شده است. گلباد بر اساس داده‌های روزانه تنها ایستگاه سینوپتیک شهریار، در بازه زمانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵ ترسیم شده است.

- برای شناسایی گردوغبار از شاخص NDDI استفاده شده است که نسبت نرمال شده گردوغبار است. با توجه به انعکاس گردوغبار با طول موج‌های بین $0/4$ تا $2/4$ میکرومتر با کمترین مقدار در باند ۳ مودیس $0/469$ میکرومتر است و بیشترین مقدار آن در باند ۷ مودیس $2/13$ میکرومتر است. ارزش شاخص NDDI برای گردوغبار مثبت و ابرها یک مقدار منفی دارند. این نشان می‌دهد که این شاخص می‌تواند به‌طور مؤثری طوفان گردوغبار را از آب و ابرهای یخی را متمایز کند (کریمی و همکاران، ۲۰۱۲). شاخص NDDI به‌صورت رابطه (۱) بیان می‌شود.

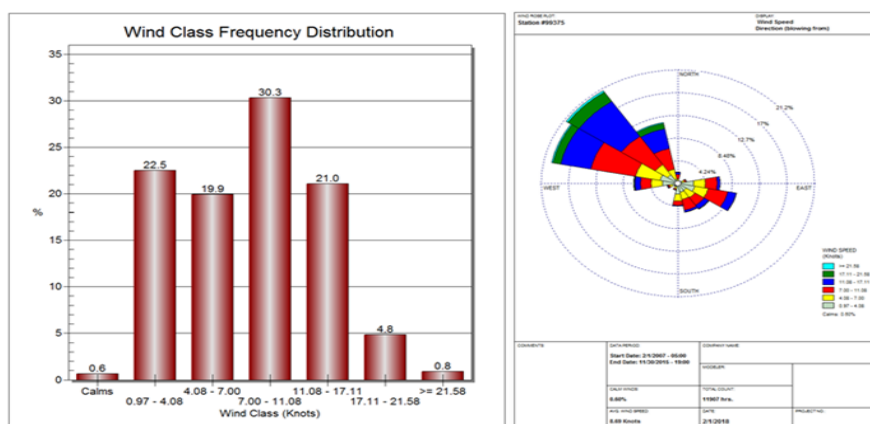
$$NDDI = \frac{b7-b3}{b7+b3} \quad (۱)$$

- ضخامت اپتیکی ذرات اتمسفر AOD معیاری است که بیان‌کننده تضعیف رادیانس ورودی به اتمسفر بر اثر جذب و پراکندگی توسط ذرات معلق در ستون عمودی است. این معیار می‌تواند به عنوان یک برآورد غیرمستقیم از تراکم ذرات اتمسفری به کار برده شود. البته AOD ثبت شده توسط سنجنده‌های ماهواره‌ای، تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله رطوبت نسبی جو، ساختار کانی‌شناسی ذرات، شرایط هیدروسکوپی ذرات و غیره است (رنگزن و همکاران، ۱۳۹۳). این شاخص از رنج مشخصی برخوردار است و رنج آن بین ۰ تا ۰/۵ است. به تناسب افزایش گردوغبار رنج آن افزایش می‌یابد. اگر میزان آن ۰ تا ۰/۱ باشد آسمان صاف و به تناسب افزایش آن، عمق ذرات معلق در جو افزایش می‌یابد.

- شاخص DBAAEL در کنار شناسایی ویژگی‌های شیمیایی و ویژگی‌های اپتیکی، اندازه ذرات گردوغبار نیز اهمیت فراوانی دارد (برهام و شمس و محمد زاده، ۱۳۹۲). از جمله شاخص‌هایی که با استفاده از آن می‌توان اندازه ذرات را به دست آورد؛ شاخص DBAAEL است. در این شاخص هرچه اندازه ذرات از ۱ کوچک‌تر باشند و حالت زیر و خشن داشته باشند جزء گردوغبار محسوب می‌شود؛ اما هرچه اندازه ذرات از ۱ بزرگ‌تر باشد، ذرات ریزبافت‌تر بوده و دود و گردوغبار را شامل می‌شود.

۳- یافته‌های پژوهش

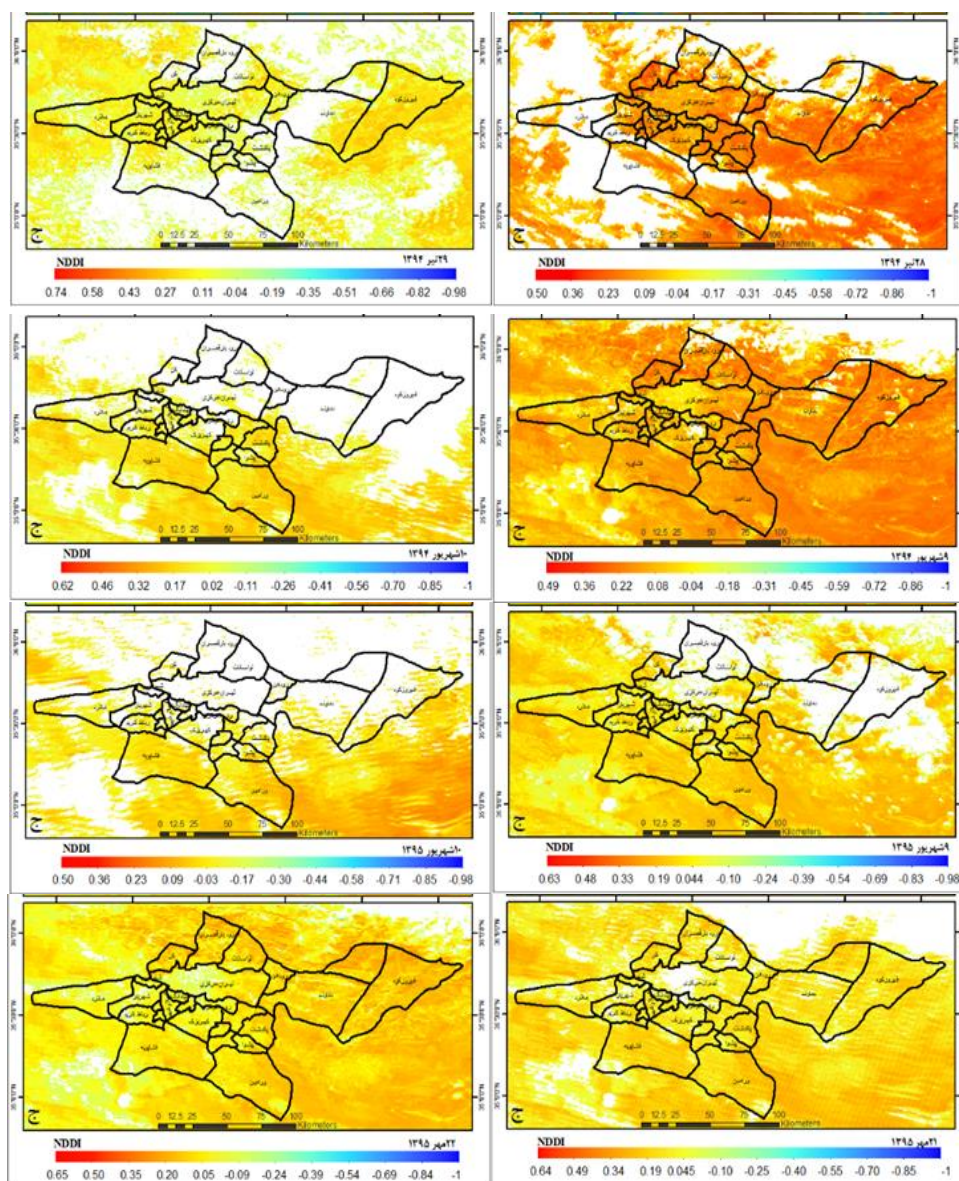
نتایج حاصل از ترسیم گلباد شهریار نشان داد که جهت باد غالب و نائب غالب شهریار در تمام فصول سال شمال غربی است. حداکثر سرعت باد شهریار بیشتر از ۲۱ نات است؛ به طوری که حداکثر فراوانی آن در ماه‌های ژانویه، ژوئن و اکتبر، حداقل فراوانی آن در ماه‌های اوت و نوامبر ثبت شده است. شکل (۲) جهت و سرعت میانگین ۹ سال باد ایستگاه شهریار را نشان می‌دهد که جهت باد غالب و نائب غالب آن شمال غربی است؛ حداکثر سرعت باد بیش تر از ۲۱/۵۸ نات است که درصد کمی را به خود اختصاص داده است. حداکثر فراوانی باد با سرعت ۷-۱۱/۰۸ نات؛ با فراوانی ۳/۳۰ درصد است.



شکل ۲- میانگین سرعت و جهت باد ایستگاه شهرستان شهریار (۲۰۰۷-۲۰۱۵)

شاخص NDDI در شکل (۳) نشان داده شده است. در تاریخ ۱۲ خرداد ۱۳۹۳ با توجه به جهت باد شهریار که شمال غربی است حداکثر رنج گردوغبار به ۰/۵۴ و حداقل رنج گردوغبار به ۰/۱۲ رسیده است که گردوغبار شدید در جنوب و شرق استان تهران و غرب استان از جمله شهرستان شهریار از گردوغبار متوسطی برخوردار است. مناطق شمالی استان تهران نیز بدون گردوغبار است. در تاریخ ۱۳ خرداد ۱۳۹۳ گردوغبار در غرب شهرستان ملارد مستقر است. از شدت کمتری برخوردار بوده، در ۱۷ خرداد حداکثر رنج گردوغبار ۰/۶۱ و حداقل رنج گردوغبار ۰/۰۳ است. گردوغبار شدید در شرق و جنوب شرق متمرکز است. در شهرستان شهریار و غرب استان تهران از گردوغبار متوسطی برخوردار است. بر اساس این تصویر می توان گفت که گردوغبار در تمام سطح استان تهران مشاهده می شود. در تاریخ ۱۸ خرداد ۱۳۹۳ گردوغبار فقط در شهرستان شهریار و رباط کریم و به صورت پراکنده در شرق استان تهران نمایان است. در تاریخ ۱۹ خرداد ۱۳۹۳ ذرات گردوغبار حاکم بر استان تهران است که بیانگر مقادیر ابرو گردوغبار در این تاریخ است که حداکثر رنج گردوغبار ۰/۵۰ و حداقل آن ۰/۰۹ است. همان طور که ملاحظه می شود گردوغبار در تمام سطح استان تهران مشاهده شده و کمترین میزان آن در استان تهران مرکزی است و در دیگر قسمت های استان شاهد کانون های گردوغبار شدید هستیم. در تاریخ ۲۰ خرداد ۱۳۹۳ آرایش مکانی گردوغبار تغییر اندکی کرده است و گردوغبار در بیشتر مناطق استان تهران نمایان است. به سمت جنوب و جنوب شرق استان تهران میزان آن افزایش می یابد. در تاریخ ۱۸ اسفند فقط گردوغبار نشان داده می شود. در تاریخ ۱۹ اسفند ۱۳۹۳ گردوغبار فقط در غرب استان تهران و شهرستان ملارد قابل مشاهده است. در تاریخ ۲۸ تیر ۱۳۹۴ گردوغبار در مرکز، شرق و جنوب استان تهران از شدت فراوانی است. در غرب استان تهران نیز به دلیل وجود ابر میزان گردوغبار قابل تشخیص نیست. در تاریخ ۲۹ تیر ۱۳۹۴ از شدت گردوغبار نسبت به روز قبل یعنی روز طوفان کاسته شده است؛ گردوغبار ضعیفی در غرب و شرق استان تهران حاکم است. در تاریخ ۹ شهریور ۱۳۹۴ گردوغبار در سراسر استان تهران

حکم فرماست. در غرب استان و غرب استان تهران مرکزی از شدت کمتری برخوردار است. در ۱۰ شهریور ۱۳۹۴ از میزان گردوغبار در سطح استان تهران کاسته شده است و گردوغبار فقط در جنوب استان تهران مشاهده می شود. در شهرستان شهریار نیز میزان گردوغبار نسبت به روز قبل به طور قابل توجهی کاهش یافته است. در تاریخ ۴ تیر ۱۳۹۵ با توجه به این تصویر میزان گردوغبار شدید در جنوب و شرق استان تهران است که رنج آن به ۰/۵ می رسد و کمترین میزان در بخش مرکزی استان و بخش هایی از شهرستان ملارد را در بر گرفته است. گردوغبار همچنان در استان تهران حکم فرماست، اما از شدت آن نسبت به روز طوفان کاسته شده است. ۹ شهریور ۱۳۹۵ که انتهای فصل تابستان است و شرایط کاملاً خشک بر استان تهران حاکم است. میزان گردوغبار شدیدی در غرب و جنوب استان تهران مشاهده می شود. در شرق و شمال استان تهران به دلیل اینکه توسط ابر پوشیده شده است. میزان گردوغبار قابل مشاهده نیست. در تاریخ ۱۰ شهریور ۱۳۹۵ از شدت گردوغبار نسبت به روز قبل کاسته شده است و گردوغبار ضعیفی در جنوب استان تهران حکم فرماست. جنوب شهرستان شهریار نیز از گردوغبار ضعیفی برخوردار است. در تاریخ ۲۱ مهر ۱۳۹۵ گردوغبار در تمام سطح استان تهران مشاهده شده اما در جنوب استان شدیدتر است. در شهرستان شهریار گردوغبار ضعیفی حاکم است. در ۲۲ مهر ۱۳۹۵ آرایش مکانی گردوغبار نسبت به روز قبل تغییر نکرده است و گردوغبار همچنان در سطح استان تهران مشاهده می شود. در شرق و جنوب استان تهران بر شدت آن افزوده شده است.



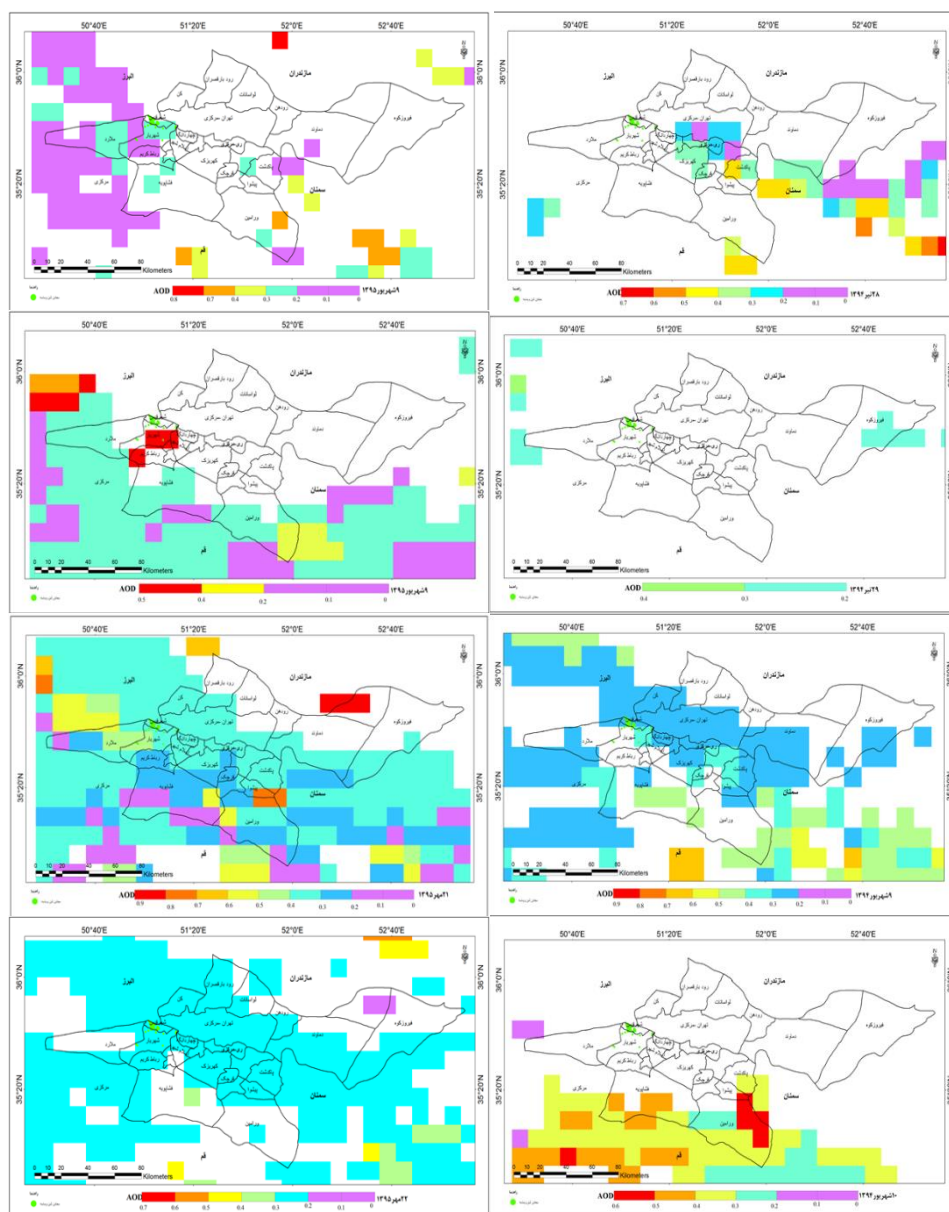
شکل ۳- شاخص NDDI در استان تهران

شاخص AOD در استان تهران در شکل (۴) نشان داده شده است، همان گونه که اشکال اخیر نشان می دهد در تاریخ ۱۲ خرداد ۱۳۹۳ ذرات با عمق بیش از ۰/۲ در غرب استان تهران، شهرستان ملارد و شهرستان پیشوا مشاهده می شود. دیگر نقاط استان تهران بدون گردوغبار است که در روز بعد کاملاً ناپدید می شود. در تاریخ ۱۷ خرداد همان سال ذرات گردوغبار با عمق بیش از ۰/۲ در استان تهران مرکزی، پیشوا، پاکدشت و لواسان مشاهده می شود. در شهرستان شهریار به دلیل پوشش ابر قابل سنجش نیست. در ۱۸ خرداد هوای استان تهران پاک است. در تاریخ ۱۹

خرداد همان سال ذرات گردوغبار با عمق ۰/۲ در شهرستان پیشوا قرار دارد. همچنین عمق ذرات در تاریخ ۲۰ خرداد نشان می‌دهد که قلمرو ذرات گردوغبار با عمق بیش از ۰/۲ از شهرستان شهریار تا جنوب شرق استان تهران امتداد دارد. در پاکدشت و پیشوا نیز عمق ذرات گردوغبار به بیش از ۰/۳ می‌رسد.

در تاریخ ۴ تیر ۱۳۹۳ ذرات گردوغبار شهرستان‌های ملارد، استان تهران مرکزی، رودهن و بخش‌هایی از فیروزکوه و دماوند را در برگرفته است. شهرستان شهریار نیز به‌طور کامل تحت سیطره ذرات گردوغبار با عمق ۰/۲ قرار دارد. آرایش مکانی شاخص اخیر در روز بعد از طوفان در رباط‌کریم، غرب شهریار، بخش‌هایی از دماوند و فیروزکوه مشاهده می‌شوند. در ۱۸ اسفند ۱۳۹۳ ذرات گردوغبار با عمق ۰/۳ در جنوب شهرستان شهریار، رباط‌کریم، فشافویه و پاکدشت مشاهده می‌شود. دیگر نقاط استان تهران بدون گردوغبار است. در ۲۸ تیر ۱۳۹۴ ذرات گردوغبار با عمق ۰/۲ در استان تهران مرکزی و بخش‌هایی از ری مشاهده می‌شود. کهریزک و قرچک نیز دارای گردوغبار با عمق ۰/۳ است. در روز بعد از طوفان غیر از شرق فیروزکوه هوای استان پاک است. در ۹ شهریور همان سال ذرات گردوغبار با عمق ۰/۲ در شمال و شرق شهریار و غرب ملارد متمرکز شده و به سمت به سمت جنوب شرق امتداد یافته است. روز بعد ذرات با عمق بیش از ۰/۳ فقط در جنوب استان تهران مشاهده می‌شود.

در ۹ شهریور ۱۳۹۵ ذرات گردوغبار با عمق ۰/۲ و بیشتر در کل شهرستان شهریار، ملارد، پاکدشت و فشافویه مشاهده می‌شود. در روز بعد ذرات با عمق ۰/۲ در جنوب استان تهران تمرکز دارد و در شهرستان شهریار تا عمق ۰/۴ افزایش می‌یابد. در ۲۱ مهر ۱۳۹۵ ذرات با عمق ۰/۳ از سمت شمال غرب به جنوب شرق استان تهران گسترش یافته است و در رباط‌کریم، فشافویه، قرچک و پیشوا تا ۰/۲ کاهش می‌یابد. روز بعد آرایش مکانی گردوغبار اندکی تغییر کرده است و در جنوب استان تهران گردوغبار از بین رفته است و در شهرستان شهریار و استان تهران مرکزی، رباط‌کریم ذرات گردوغبار با عمق ۰/۲ همچنان مشاهده می‌شود و شهرستان شهریار نیز به‌طور کامل تحت سیطره ذرات با عمق ۰/۲ قرار دارد.



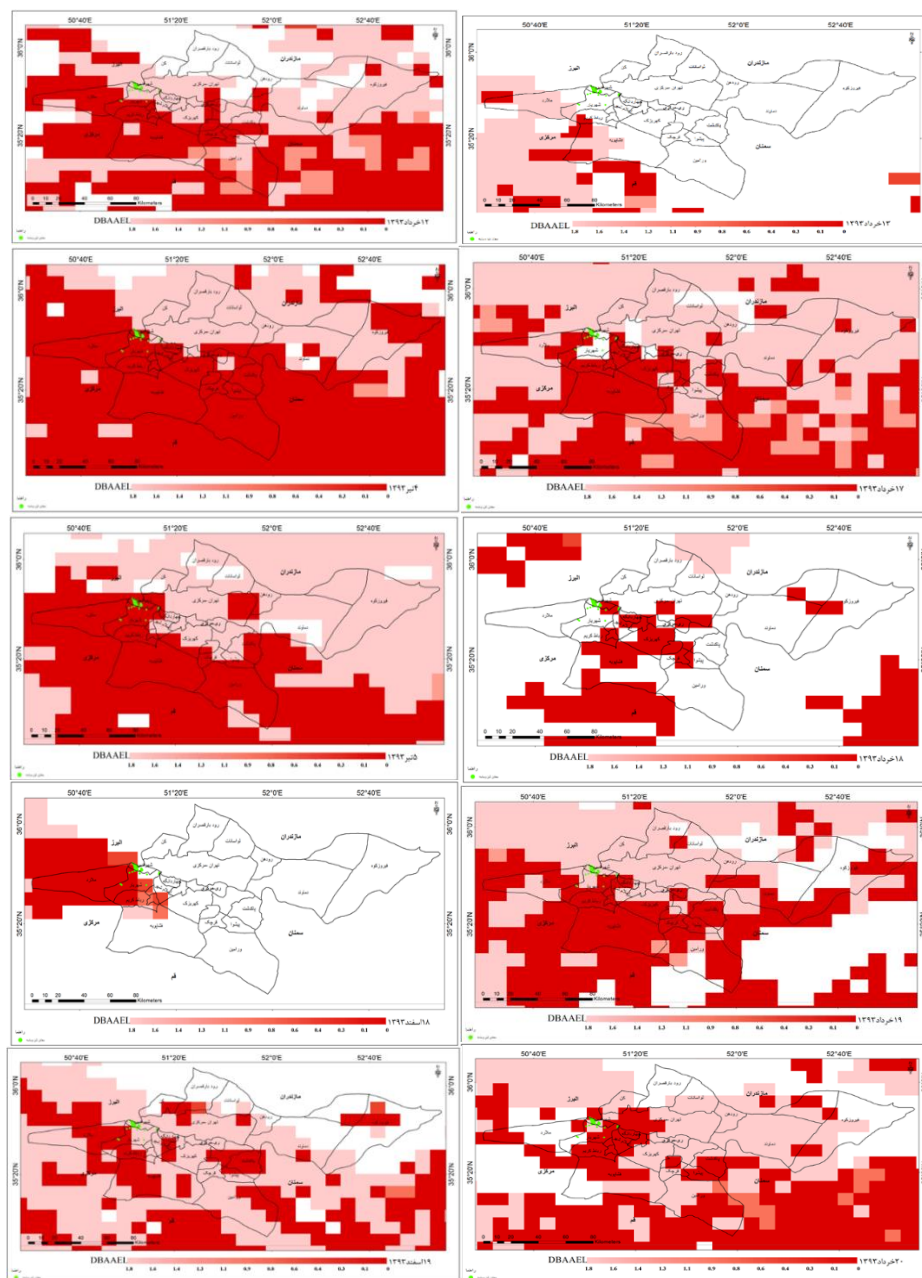
شکل ۴- شاخص AOD در استان تهران

شکل (۵) شاخص DBAAEL را نشان می‌دهد. در تاریخ ۱۲ خرداد ۱۳۹۳ ذرات گردوغبار با مقدار صفر در شهرستان ملارد؛ بخش جنوب و غرب شهرستان شه‌ریار، فساپیوه، قرچک و پیشوا مشاهده می‌شود که این ذرات بیانگر حضور ذرات درشت از نوع گردوغبار است. دود و ذرات گردوغبار و سایر ذرات موجود در جو که ذرات گردوغبار بیشتر از یک را شامل می‌شود، مناطق شرقی، مرکزی و همچنین نیمه شمالی و شرقی شهرستان شه‌ریار را در بر گرفته است. همچنین در روز پس از طوفان آرایش مکانی گردوغبار کاملاً تغییر کرده و غرب شهرستان ملارد و

شهریار به طور عمده تحت سیطره ذرات بیش از صفر قرار دارد. در ۱۷ خرداد ۱۳۹۳ کانون عمده ذرات گردوغبار با مقدار صفر در غرب شهرستان شهریار، شرق ملارد، فساپویه، رباط کریم، کهریزک و ری است. این مقدار بیانگر وجود ذرات درشت، از نوع گردوغبار است. در برخی از شهرهای استان به صورت پراکنده دیده می شود. شرق، شمال قسمت های مرکزی استان از جمله استان تهران مرکزی و بخش هایی از پیشوا و ورامین تحت سیطره ذرات بیش از صفر است که اندازه این ذرات از گردوغبار کوچک تر بوده و می تواند ذرات گردوغبار بسیار ریز و کمتر از ۲/۵ میکرون و آلودگی را شامل می شود. ذرات گردوغبار بسیار ریز نیمه شمالی و شرقی و همچنین غرب شهرستان ملارد را دربر گرفته است. همچنین در روز بعد، پس از طوفان، آرایش مکانی ذرات کاملاً تغییر کرده و کانون های عمده ذرات با مقدار صفر در شرق شهرستان شهریار، اسلامشهر، فساپویه و شرق رباط کریم مشاهده می شود. در تاریخ ۱۹ خرداد ۱۳۹۳ کانون عمده ذرات گردوغبار با مقدار صفر در غرب، جنوب غرب و جنوب شرق استان تهران، در شهرستان هایی مثل شهریار، رباط کریم، فساپویه، جنوب دماوند و شرق فیروزکوه مشاهده می شود که نشان می دهد این ذرات درشت از نوع گردوغبار است و کانون عمده ذرات بیش تر از مقدار صفر در شهرهای استان تهران مرکزی، شرق، مرکز شهریار و شهرستان های شمالی استان تهران است و ذرات گردوغبار بسیار ریز از ۰/۰۱ تا ۱ میکرون استان تهران مرکزی و شمال استان تهران را در بر گرفته است. همچنین در روز پس از طوفان کانون عمده ذرات گردوغبار با مقدار صفر در شهرهایی مثل جنوب و شرق شهرستان شهریار، رباط کریم، اسلامشهر، غرب استان تهران مرکزی، بخش هایی از ورامین، پیشوا، فساپویه است. کانون عمده ذرات گردوغبار بزرگ تر از صفر در شرق و مرکز استان تهران مشاهده می شود. ذرات گردوغبار بسیار ریز با اندازه ۰/۰۱ تا یک میکرون که شامل دود و سایر آلاینده های موجود در جو را شامل می شود، بخش هایی از استان تهران مرکزی، شهرهایی مثل دماوند، رودهن، کهریزک و بخش هایی از ورامین پراکنده شده است. در تاریخ ۴ تیر ۱۳۹۳ تمام قسمت های غرب، جنوب و شرق شهرستان دماوند تحت سیطره کامل ذرات با مقدار صفر قرار دارد که بیانگر وجود گردوغبار در این مناطق است. بخش مرکزی، شمالی و شرق استان تهران کانون عمده ذرات گردوغبار بزرگ تر از مقدار صفر است. نیمه شمالی استان تهران نیز به طور کامل تحت سیطره ذرات بسیار ریز با اندازه ۰/۰۱ تا ۱ میکرون است. در روز پس از طوفان، همان طور که ملاحظه می شود آرایش مکانی گردوغبار اندکی تغییر است و کانون عمده ذرات بیشتر از صفر در شمال، شرق و مرکز استان تهران مشاهده می شود و غرب و جنوب استان تهران از جمله شهرستان شهریار تحت سیطره کامل ذرات با مقدار صفر قرار دارد. ذرات با اندازه ۰/۰۱ تا یک میکرون در شمال و شرق استان، همچنین استان تهران مرکزی، شهرری، کهریزک و اسلامشهر تمرکز دارد. در تاریخ ۱۸ اسفند ۱۳۹۳ کانون عمده ذرات با مقدار صفر مرکز شهرستان ملارد، غرب شهرستان شهریار و رباط کریم است و به طور پراکنده در شهرهایی مثل فیروزکوه و پاکدشت مشاهده می شود. ذرات گردوغبار بسیار ریز نیز از شمال غرب تا جنوب شرق و همچنین غرب استان تهران

را فراگرفته است. همچنین در روز پس از طوفان، کانون عمده با مقدار صفر شهرستان ملارد و شهرستان شهریار است. این موضوع بیانگر حضور ذرات درشت از نوع گردوغبار است.

در تاریخ ۲۸ تیر ۱۳۹۴ کانون عمده ذرات گردوغبار با مقدار صفر مرکز و جنوب شرق استان تهران است؛ در روز بعد از طوفان همان‌طور که شکل (۵) نشان می‌دهد، آرایش مکانی پراکندگی ذرات گردوغبار کاملاً تغییر کرده و کانون عمده ذرات گردوغبار با مقدار صفر شرق شهرستان ملارد، غرب استان تهران مرکزی و اسلامشهر است. غرب شهرستان شهریار تقریباً به‌طور کامل تحت سیطره ذرات با مقدار صفر قرار دارد. این مقدار، بیانگر حضور ذرات درشت از نوع گردوغبار است. در تاریخ ۹ شهریور ۱۳۹۴ تمام مناطق غرب، جنوب و جنوب شرق استان تهران تحت سیطره کامل ذرات با مقدار صفر قرار دارد که این موضوع نشان‌دهنده حضور ذرات درشت از نوع گردوغبار است. کانون عمده ذرات بسیار ریز با اندازه $0/01$ تا یک میکرون مرکز، شمال و بخش‌هایی از شهرستان دماوند است. همچنین در روز بعد از طوفان همان‌طور که ملاحظه می‌شود؛ آرایش مکانی ذرات گردوغبار با مقدار صفر تا حدودی کاهش پیدا کرده است و در غرب شهرستان شهریار و جنوب استان تهران مستقر است. ذرات گردوغبار بسیار ریز هم کاملاً از بین رفته است. در تاریخ ۹ شهریور ۱۳۹۵ ذرات با مقدار صفر تمام قسمت‌های غرب و جنوب استان تهران را فراگرفته است و ذرات بسیار ریز نیز فقط در غرب ملارد و بخشی از کهریزک مشاهده می‌شود. همچنین در روز پس از طوفان، در غرب و جنوب استان تهران ترکیبی از ذرات، پراکنده شده است.



شکل ۵- شاخص DBAAEL در تصاویر نمونه

شهرستان شهریار نیز تحت سیطره ذرات بسیار ریز قرار دارد. در تاریخ ۲۱ مهر ۱۳۹۵ جنوب استان تهران به‌طور کامل تحت سیطره ذرات گردوغبار بسیار ریز با اندازه ۰/۱ تا ۱ میکرون قرار دارد. همچنین در روز بعد آرایش مکانی گردوغبار تا حدودی تغییر کرده و ذرات گردوغبار با مقدار صفر در شهرستان ملارد، غرب شهرستان شهریار، جنوب، ورامین و فساویه مشاهده می‌شود و ذرات گردوغبار بسیار ریز، بیشتر قسمت‌های استان را در بر گرفته است.

۴- نتیجه گیری

پراکندگی گردوغبار در ایران غیر از کانون‌های خارجی، دارای منشأ داخلی نیز است که شامل تالاب‌های خشک‌شده، زمین‌های بایر، معادن شن و ماسه و نخاله‌های ساختمانی که بدون نظارت در اطراف شهرها و روستاها تخلیه شده می‌باشند. گردوغباری که به استان تهران نفوذ می‌کند، از جهت شمال غربی در جهت باد شهریار است که می‌تواند گردوغبار حاصل از معادن شن و ماسه را به استان تهران منتقل کند. نتایج حاصل از باد شهریار نیز نشان داد، جهت باد غالب و نائب غالب شهریار در تمام فصول سال شمال غربی است. نتایج شاخص‌های $NDDI$ ، AOD و $DBAAEL$ برای نمونه‌های از چهار فصل سال با توجه به طوفان‌هایی که در استان تهران طی سال‌های مختلف رخ داده بود، نشان می‌دهد که در فصل بهار شاخص $NDDI$ از شدت قابل توجهی برخوردار است و حداکثر شدت آن، در جنوب و جنوب شرق استان تهران گسترش دارد. همچنین شاخص AOD به دلیل افزایش سرعت باد شهریار به $0/2$ می‌رسد و تا جنوب استان تهران امتداد می‌یابد. شاخص $DBAAEL$ در فصل بهار فراوانی ذرات با مقدار صفر در جنوب استان تهران نسبت به دیگر مناطق به حداکثر مقدار خود می‌رسد. در فصل تابستان شاخص $NDDI$ افزایش را نشان می‌دهد که به دلیل افزایش خشکی است، حتی تعداد طوفان‌های گردوغباری هم که اتفاق می‌افتد، در سال‌های اخیر افزایش چشمگیری داشته است. عمق ذرات گردوغبار از جهت شمال غرب به جنوب شرق و همچنین غرب استان تهران به بیش از $0/2$ می‌رسد. با توجه به حاکمیت شرایط خشکی در استان تهران به‌ویژه جنوب و غرب استان تهران که بیابان‌های بیشتری نسبت به دیگر مناطق استان دارد، ذرات با مقدار صفر به حداکثر مقدار ممکن می‌رسد و به‌طور کامل جنوب و غرب استان تهران را دربر می‌گیرد. در فصل پاییز با توجه به افزایش سرعت باد شهریار در ماه اکتبر میزان گردوغبار در غرب و جنوب استان تهران شدت بیشتری می‌یابد و ذرات گردوغبار با عمق بیش از $0/2$ از شمال غرب استان تهران شروع شده تا جنوب و جنوب شرق استان تهران امتداد می‌یابد. حتی ذرات بسیار ریز با اندازه $0/01$ تا 1 میکرون (شاخص $DBAAEL$) در استان تهران گسترش می‌یابد. نتایج شاخص $NDDI$ در فصل زمستان نسبت به فصول دیگر به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. یکی از دلایل آن می‌تواند کاهش سرعت باد شهریار در فصل زمستان باشد. ذرات با عمق بیش از $0/2$ در استان تهران مشاهده نمی‌شود؛ اما ذرات بسیار ریز با اندازه $0/01$ تا 1 میکرون در استان تهران گسترش می‌یابد؛ بنابراین در فصل تابستان، بهار و پاییز تأثیر معادن شن و ماسه در تشدید ریزگردها فراوان است، به‌طوری‌که علاوه بر شدت گردوغبار عمق ذرات گردوغبار در فصول بهار، تابستان و پاییز در استان تهران افزایش می‌یابد که این می‌تواند ناشی از حاکمیت شرایط خشک و وجود معادن شن و ماسه در شهرستان شهریار باشد.

کتابنامه

- برهام وش شمس، شیما؛ محمد زاده، علی؛ ۱۳۹۲. بررسی ویژگی‌های اپتیکی و اندازه ذرات گردوغبار و وابستگی‌های آن‌ها به کمک داده‌های AERONET. *مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته*. دوره ۳، ۴، ۶۳-۵۴. دانشگاه شهید چمران.
- پهلوان، احمد؛ پهلوان، راضیه؛ اسماعیلی، علی؛ ۱۳۹۳. برآورد غلظت آلاینده‌های PM10 و pm2.5 در کلان‌شهر استان تهران با استفاده از داده‌های سنجنده مودیس ماهواره ترا و آکوا. *مجله علمی ترویجی نیوار*. شماره ۸۵-۸۴. سازمان هواشناسی کشور.
- جهانبخش، سعید؛ ولی زاده کامران، خلیل؛ خسروی، محمد؛ زینالی، بتول؛ اصغری سراسکانرود، صیاد؛ ۱۳۹۳. شناسایی و آشکارسازی طوفان فراگیر ژوئیه ۲۰۰۸ ایران با استفاده از تصاویر مودیس. *فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی*. سال چهاردهم. شماره ۴۶، ۵۰-۳۱. دانشگاه آزاد واحد اهر.
- رنگزن، کاظم؛ زراسوندی، علی؛ عبد الخانی، علی؛ مجردی، برات؛ ۱۳۹۳. مدل‌سازی آلودگی هوا با استفاده از تصاویر سنجنده مودیس: مطالعه موردی توده‌های گردوغبار استان خوزستان. *مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته*. شماره ۱۴، ۴۵-۳۸.
- صابرینیا، زهرا؛ حسین زاده، محمد مهدی؛ براتی، غلامرضا؛ ۱۳۹۱. *اثرات تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی بر فرسایش بادی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. ژئومورفولوژی. دانشگاه شهید بهشتی.
- صبر، ابوطالب؛ معین‌الدینی، مظاهر؛ کمالی، محمدصادق؛ ۱۳۹۳. انتشار گردوغبار از معادن شن و ماسه اطراف استان تهران. کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط‌زیست و گردشگری، دبیرخانه دائمی کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها. تبریز.
- علیچانی، بهلول؛ ۱۳۸۲. *آب‌وهوای ایران*. تهران. موسسه انتشارات دانشگاه پیام نور.
- قربانی سالخورده، رضوان؛ مباشری، محمدرضا؛ رحیم زادگان، مجید؛ ۱۳۸۹. توانایی داده‌های سنجنده مودیس در تحلیل‌های کیفی و کمی کیفیت هوا در مناطق شهری. *نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*. شماره سوم و چهارم، ۷۲-۵۹.
- قهرودی تالی، منیژه؛ ۱۳۸۹. تغییرات الگوی فضایی طوفان‌های گردوغبار در ایران. دومین همایش ملی فرسایش بادی. انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران، یزد.
- محمد پور پنجاه، محمدرضا؛ معماریان، محمدحسین؛ میر رکنی، سید مجید؛ ۱۳۹۳. تحلیل طوفان‌های گردوغبار استان یزد بر مبنای مدل‌سازی‌های عددی. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره ۱۲، صص ۸۳-۶۷. دانشگاه فردوسی مشهد.
- محمدی، فهیمه؛ کمالی، سمیه؛ اسکندری، مریم؛ ۱۳۹۴. ردیابی منابع گردوغبار در سطوح مختلف جو تهران با استفاده از مدل HYSPLIT. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره ۱۶، صص ۵۴-۳۹. دانشگاه فردوسی مشهد.

ملکوتی، حسین؛ بابا حسینی، سمیرا؛ ۱۳۹۳. مطالعه عددی شکل‌گیری و تکامل یک توفان گردوغبار سنگین در منطقه خاورمیانه. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره ۱۲، ۶۵-۵۳. دانشگاه فردوسی مشهد.

مهرابی، شهباز؛ جعفری، رضا؛ سلطانی کوبانی، سعید؛ ۱۳۹۴. بررسی کارایی NDDI در پهنه‌بندی طوفان گردوغبار (مطالعه موردی، استان خوزستان). *فصلنامه مهندسی اکوسیستم بیابان*. سال چهاردهم، شماره ۸، ۱۰-۱. دانشگاه کاشان.

میری، پروین؛ راشکی، علیرضا؛ سپهر، عادل؛ ۱۳۹۶. بررسی تغییرات مکانی و زمانی شاخص‌های گردوغبار در شرق خراسان بر پایه داده‌های ماهواره‌ای. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره ۲۳، ۲۰-۱.

نبوی، سید سعید؛ مرادی، حمیدرضا؛ شریفی کیا، محمد؛ ۱۳۹۵. نقش بیابان‌های استان خوزستان و جنوب شرق عراق در توفان‌های ریز گرد این استان در سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴. دومین کنگره سراسری در مسیر توسعه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گروه آموزش و پژوهش شرکت مهندسی باروگستر پارس. گرگان.

نجفی، محمد سعید؛ خوش‌اخلاق، فرامرز؛ زمانزاده، سید محمد؛ شیرازی، محمدحسن؛ صمدی، مهدی؛ ۱۳۹۲. بررسی ترکیبات بار گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره ۶، ۳۶-۱۷.

نرماشیری، فاطمه؛ محمدخان، شیرین؛ ۱۳۹۳. اثرات زیست‌محیطی فعالیت صنعتی غیر منطبق با توسعه پایدار بر رودخانه‌های فصلی در اکوسیستم‌های خشک، مطالعه موردی، معادن شن و ماسه استان کرمان. کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط‌زیست و گردشگری، دبیرخانه بین‌المللی توسعه پایدار، راهکار، چالش‌ها تبریز.

نوحه‌گر، احمد؛ خورانی، اسدالله؛ تمسکی، احسان؛ ۱۳۹۲. تحلیل اقلیمی گردوغبار معلق در ایستگاه هواشناسی سرپل ذهاب (۱۹۸۶-۲۰۰۹). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره ۶، ۸۹-۱۰۹.

- Baddock M.C; Bullard J.E, Bryant R.G., 2009. Dust source identification using Modis:A comparison of techniques applied to the lake Eyre Basin, Australia. *Remote Sensing of Environment*, 113: 1511-1528.
- Karimi N Moridnejad A , Golian S , Samani J M V , Karimi D , Javadi S., 2012. Comparison of dust source identification techniques over land in the middle east region using MIDIS data. *Canadian Journal of Remote Sensing*:586-599.
- Park S S, Kim J , Lee J, Lee S , Kim J' S chang L S Ou S., 2014. Combined Dust Detection Algorithm by Using Modise infrared Channels Over East Asia. *Remote Sensing Of Enviroment* 141: 24-39
- Qu J J, Hao X , Wang W, Wang L , Kafatos, M., 2005. Study of African Dust Storm and Its Effects on Tropical Cyclones over Atlantic Ocean from Space. *CEOSR/SCS, George Mason University, 4400, University Drive, Fairfax, VA 22030, USA, NASA/GSFC/614.4, Greenbelt, MD 20771, USA*: 2715-2718.
- Xu D , Qu J J Niu, S , HAO X., 2011. Sand and dust storm detection over desert regions in china with MODIS measurements. *International Journal of Remote Sensing*, 23: 9365-9373.



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۱۱۹-۱۴۱

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoech.2021.67027.0>

مقاله پژوهشی

هرمنوتیک و مخاطرات آب و هواشناسی؛ با تأکید بر واکاوی تغییرات زمانی - مکانی پر ارتفاع جنب‌حاره و اثرات آن بر وقوع خشکسالی

ندا مجیدی راد^۱ - دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
سعید رحیمی هرابادی - دکتری ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۸/۱ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۱/۲۶ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۲/۱

چکیده

اقلیم‌شناسی به‌طور عام و مخاطرات آب‌وهوایی به‌طور خاص، علمی کاربردی است که به واکاوی، شناخت و تحلیل پدیده‌های جوی تحت عوامل کنترل‌کننده داخلی و خارجی در بلندمدت می‌پردازد و دامنه موضوعی آن فوق‌العاده وسیع است، از این‌رو در این عرصه، مباحث روش‌شناسی ازجمله ابزارهای علمی و فکری هستند که هیچ دانش‌پژوه جدی در این رشته نمی‌تواند خود را از آن‌ها معاف کند. به همین دلیل در این نوشتار به کمک دو نوع روش‌شناسی مبتنی بر روش اثباتی (تحلیل آماری - تصویری) و فرا اثباتی (تحلیل و تفسیر هرمنوتیکی) تغییرات پر ارتفاع جنب‌حاره در دوره گرم سال و اثرگذاری آن بر خشکسالی، به‌منظور کاربردی نمودن نتایج این مطالعه، مورد استفاده قرار گرفت. یافته‌های این مطالعه نشان داد موضوعات کاربردی در دانش اقلیم‌شناسی و ازجمله مخاطرات آب و هوایی با اتکای به روش‌شناسی اثباتی به‌صورت مستقل و استفاده صرف از تجزیه و تحلیل آماری و خروجی نرم‌افزارهای تخصصی، قادر نیست ایده‌ای نظام‌مند در عرصه مدیریت و پایداری محیط، سازگاری با خشکسالی و ... ارائه دهد. به همین دلیل در این مطالعه تلاش شد در راستای روش‌شناسی فرا اثباتی و با بررسی نمونه‌های موردی از نقشه‌های سینوپتیک و نمودارهای استخراج شده از انواع تحلیل‌های هرمنوتیکی پیرامون تغییرات زمانی - مکانی پر ارتفاع جنب‌حاره و اثرات آن بر خشکسالی، روند سازمان‌یافته‌ای در مطالعات اقلیم‌شناسی برای تحقق به نتایج اصولی‌تر ایجاد شود. چنانچه هنر یک اقلیم‌شناس، تبدیل نمودن متن‌های غیرفعال به فعال

جهت استفاده کاربردی نتایج ناشی از پدیده‌های آب و هوایی در سایر گرایش‌های علوم جغرافیایی نظیر مطالعات ژئومورفولوژی، جغرافیای شهری، جغرافیای روستایی، جغرافیای سیاسی و... است. این موضوع از سوی دیگر بر احیای ماهیت و وظیفه اصلی علم جغرافیا تأکید می‌کند.

کلیدواژه‌ها: سیستم آب و هوایی، روش‌شناسی اثباتی، تفسیر هرمنوتیکی، مخاطرات خشکسالی، مدیریت محیط.

۱- مقدمه

این سؤال برای بسیاری از ما مطرح می‌شود که تعدد و گاه تضاد در برداشت‌ها و بینش‌های بشری از کجا سرچشمه می‌گیرد. متفکران معرفت‌شناسی معتقدند که آبشخور بسیاری از اختلافات تفکری بشر از شرایط محیط فیزیکی که در آن زندگی می‌کنیم، سرچشمه می‌گیرد (رامشت، ۱۳۹۱). در این راستا تغییرات آب و هوایی، یکی از چالش‌برانگیزترین پدیده‌های محیطی به شمار می‌رود که بسته به سیستم‌های کاربردی انسانی در عرصه‌های مختلفی همچون کشاورزی، صنعت و... نمود داشته و دارد. این مقوله، پدیده محیطی فراگیری در تغییرات سیستم‌های آب و هوایی است که ویژگی‌های محیط از قبیل میزان تبخیر، خصوصیات بارش، خشکسالی، بالا آمدن سطح آب دریاها، جابه‌جا شدن زبانه‌های پر ارتفاع و... را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است موجبات برهم ریختگی نظم آن‌ها را فراهم سازد (گیود^۱، ۲۰۰۶). در این میان خشکسالی به‌عنوان یک پدیده اقلیمی تکرار شونده در سیستم‌های آب و هوایی موضوعی است که در زیستگاه کنونی انسان از یک پدیده به مخاطرات تغییر نموده و با خسارات گسترده‌ای همراه شده است (دراکاپ^۲ و همکاران، ۱۹۸۰). یک پژوهشگر خوب، برای این‌که بتواند یک پژوهش صحیح و منطقی انجام دهد باید بر سه علم جغرافیا، فلسفه و روش‌شناسی مسلط باشد (علیجانی، ۱۳۹۸). به همین منظور فهم تغییرات محیط و اثرگذاری آن در محیط، مقوله‌ای است که روش‌های مطالعاتی کمی و کیفی گسترده‌ای را توأمان درگیر می‌سازد. به‌طور کلی دانش آب و هواشناسی، دانشی است کاربردی که به واکاوی، شناخت و تحلیل پدیده‌های جوی تحت عوامل کنترل‌کننده داخلی و خارجی می‌پردازد و دامنه موضوعی آن فوق‌العاده وسیع است، از این‌رو در این دانش، مباحث روش‌شناسی از جمله ابزارهای علمی و فکری هستند که هیچ دانش‌پژوه جلدی در این رشته نمی‌تواند خود را از آن‌ها معاف کند (دانایی‌فرد، ۱۳۸۹). به‌طور کلی آگاهی از شیوه‌های شناخت و انواع روش‌شناسی در این رشته، دانشجو و محقق را به تفکراتی پیرامون موضوعات، طبقه‌بندی پدیده‌ها، استنتاج و نظریه‌پردازی رهنمون می‌سازد و نسبت به آن‌ها حساس می‌کند. بنابراین، توجه به روش و شیوه‌های شناخت نه تنها منطق و استمرار کار یک محقق را افزایش می‌دهد بلکه به مجموعه پژوهش‌ها و مطالعاتی که پژوهشگران اقلیمی انجام می‌دهند، انسجام درونی

1 Goudie

2 Dracup

و قابلیت انباشتی می‌بخشد. هرمنوتیک به عنوان یکی از شیوه‌های شناختی تحت عنوان روش فهم متن از واژه یونانی هرمس^۱ خدای پیام‌آور یونانی گرفته شده است. در نظر یونانیان شأن هرمس این بود که آنچه را که فی‌نفسه و رای فهم انسانی است، تغییر صورت دهد و با توضیح و تشریح خود آن را به وجهی بیان کند که عقل انسانی بتواند آن را درک کند. هرمس برای ابلاغ پیام خدایان می‌باید به دقایق زبان آن‌ها و همچنین به دقایق زبان ابناء بشر آشنا می‌بود. او قبل از این که پیام خدایان را برای آدمیان ترجمه کند و به تفصیل آورد و مقصود آن‌ها را شرح بازگوید باید خود آن را می‌فهمید و برای خود تفسیر می‌کرد. از همین جا می‌توان به اهمیت زبان در مباحث هرمنوتیک پی‌برد (ریخته گران، ۱۳۷۸). علم هرمنوتیک همواره با نوعی رمزگشایی توأم است که، در طی آن، سطوح دلالت یا دلالت‌های ضمنی را دلالت‌های تحت‌اللفظی آشکار می‌کند. براین اساس، هر تأویل عبارت است از پی‌بردن از آنچه هست به آنچه نیست، از حضور به غیاب، از دال به مدلول و از مدلول به مدلول‌های دیگر. تجربه هرمنوتیکی همواره آزمودن این معناست که شخص، همچون کسی که از دامنه کوهی بالا می‌رود، پیوسته در منظر وسیع‌تر و در افق گسترده‌تری قرار می‌گیرد و هیچ‌گاه برای او این امکان نخواهد بود که کل وجود را نظاره کند، بلکه فقط بهره‌ای از وجود، که تجلی کرده و با خفای خاص همان مرتبه همراه است، بهره او خواهد بود. در واقع هرچه مؤول در فرایند تأویل بیشتر پیش برود، چون فضای بیشتری برای او باز می‌شود، حیرت او نیز افزون‌تر می‌شود؛ چراکه خود را در میان انبوه معانی و تفسیرها غرق می‌بیند. میشل فوکو نیز، ضمن این که یکی از وظایف تأویل‌کننده را حفاری تا اعماق می‌داند، حرکت تأویل را حرکتی رو به بالا ذکر می‌کند که مدام بالاتر می‌رود و امکان می‌دهد تا هراندازه بالاتر، ژرفای زیر پای، به نحوی هرچه آشکارتر، گسترده و باز شود (نیچه و همکاران، ۱۳۷۹). در سطح جهان مطالعات گسترده‌ای در حوزه هرمنوتیک و تفسیر انجام شده که نمونه‌هایی از جدیدترین آن بررسی شده است. فریدریشوا و سماردووا^۲ (۲۰۱۲) با رویکرد هرمنوتیکی به مطالعه محیط مجازی پرداخته است؛ دلیل مطالعه در محیط مجازی با رویکرد هرمنوتیکی این است که اشتباه در تفسیر از مهم‌ترین موانع درک مطالعات محسوب می‌شود. از طرف دیگر، این موانع با ایجاد تردیدهای بیشتر، مشکلات استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات را شدت می‌بخشد. کسمانوویچ و بول^۳ (۲۰۱۴) در مقاله‌ای به با به‌کارگیری رویکرد هرمنوتیکی، تلاش دارد به درک بهتر توسعه ادبیات به صورت خلاقانه بپردازد. به‌طوری‌که در یک چارچوب هرمنوتیکی، بتوان روند انجام بررسی ادبیات و راهنمایی‌های عملی آن برای محققان ارائه شود. ایزدوری^۴ (۲۰۱۵) در مقاله‌ای از طریق یک روش شناختی هرمنوتیکی به چگونگی همگام‌سازی آموزش و فلسفه تعلیم و تربیت، به عنوان یک مقوله اساسی در معرفت‌شناسی آموزشی و تمرین آموزشی پرداخته است که نتایج مطالعه وی نشان داد، که لازم است بر اساس هرمنوتیک ضمن درک عملکرد و معنی آموزش و یادگیری از دیدگاه انسانی. در این مقوله تأمل کنیم.

1 Hermes

2 Frydrychova K, B. Semradova

3 Kecmanovic and Boell

4 Isidori

کپلانزیس^۱ (۲۰۱۵) با بررسی رابطه رویکرد هرمنوتیک و علوم سیاسی، نشان داد این رویکرد یک روایت-ارتباطی عملی روایی-ارتباطی در ساخت فضای سیاسی محسوب می‌شود. تا آنجا که دقیق کردن تمرکز روی ایده‌های تقویت تجسم خیالی و نمادین، زمینه بهتری برای بازسازی مطالعات سیاسی فراهم می‌کند. مارتین (۲۰۱۷) به موضوع هرمنوتیک محیطی پرداخت. در این مطالعه مشخص شد هرمنوتیک محیطی یک موضع نسبتاً اخیر در فلسفه محیط‌زیست است که بر بینش و نظریه‌های هرمنوتیک فلسفی بنا شده است. هرمنوتیک فلسفی با این ایده آغاز می‌شود که انسان‌ها اساساً موجوداتی تفسیری هستند که در پی فهم معنا هستند. هرمنوتیک محیطی به دنبال گسترش این دامنه است تا محیط و مناظر را شامل شود و هرمنوتیک محیط‌زیست نقش تفسیر و تعارض تعبیر در روابط انسانی با محیط‌ها را بررسی کرده و توضیح می‌دهد که چگونه اینها با مفاهیم هویت محیطی در هم تنیده‌اند. در داخل نیز مطالعات هرمنوتیک علاوه بر رشته‌های مختلف علوم دینی و... در بعضی از شاخه‌های علوم جغرافیایی صورت گرفته است؛ افضلی و کیانی (۱۳۸۹) در مقاله‌ای به مقایسه جایگاه روش‌های اثباتی و فرا اثباتی در مطالعات جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک پرداختند. در این تحقیق تقسیم اساسی بین دو گروه از محققان روش‌های اثباتی و فرا اثباتی را مورد مطالعه قرار داده است. گروه اول آن دسته از پژوهشگران جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک که معتقدند روش پوزیتیویستی می‌تواند برای تشریح علمی جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک به کار رود؛ و گروه دوم آن دسته از پژوهشگران جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک که تصور می‌کنند این امر ناشدنی است و آنچه در پژوهش‌های جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک می‌توان بدان دست یافت. از لحاظ پژوهشی، تفسیر پدیده‌ها در قالب روش‌های فرا اثبات‌گرایی است. از این رو در این تحقیق ماهیت و جایگاه هر کدام از این روش‌ها در مطالعات جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک پرداخته شده است و روشمند بودن هر کدام را مورد بررسی قرار داده است. رامشت و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای تحت عنوان نسب‌گرایی در ژئومورفولوژی، رویکرد هرمنوتیکی گادامر را با نسب‌گرایی در ارتباط می‌داند و معتقد است منشأ این نسب‌گرایی تأکید بر تأثیرگذاری افق معنایی و فضای فکری مفسر در فرایند فهم است. پیش‌زمینه‌های فکری مفسر پُر از پیش‌داوری‌های او در مورد موضوع مطالعه است. این پیش‌داوری‌ها تحت تأثیر تاریخ و سستی است که مفسر در آن به سر می‌برد. هر مفسر موضوع و اثر تجربه شده خویش را متفاوت از دیگران می‌فهمد؛ به عبارت دیگر، فهم و تفسیر تابعی از افق معنایی مفسر است و این چیزی جز نسب‌گرایی در فهم نیست. لشگری (۱۳۹۷) در مقاله‌ای به تبیین مفهوم فضای جغرافیایی در مکاتب روش‌شناسی اثبات‌گرا و هرمنوتیک پرداخت. در این مطالعه تلاش داشته با رویکرد توصیفی - تحلیلی و با مراجعه به مستندات معتبر نظری، رویکرد نوینی در رابطه با شناخت مفهوم فضا در هر کدام از این مکاتب یاد شده ارائه گردد. یافته‌های تحقیق بیانگر آن است مفهوم فضا در روش‌شناسی اثبات‌گرا (پوزیتیویستی) به مثابه پدیده‌ای عینی شناخته می‌شود که ناشی از تعامل متقابل انسان و محیط ظهور یافته و تنها با

1 Kaplanzsis

تأییدات تجربی و عقلانی و با اتکا به ابزارهای کمیت‌پذیر می‌توان پراکنش و تحلیل روابط بین پدیده‌های فضایی را مورد مطالعه قرار داد. در نقطه مقابل در چارچوب مکتب هرمنوتیک نمادها و فرایندهای فضایی منتج از زمینه‌های اجتماعی و فرهنگی خود می‌باشند. به‌طوری‌که هر فضای جغرافیایی به یک منبع گفتمان و اقتدار وابسته است که الزاماً این منبع قدرت و اقتدار سیاسی می‌تواند مشهود هم نباشد. ضمن اینکه برداشت و نتیجه‌گیری و تفسیر افراد مختلف از فضای واحد بر اساس انگیزه و ذهنیت آن‌ها می‌تواند ناهمسان باشد و این مسئله مؤید نسبی بودن فضا است.

در این نوشتار به کمک دو نوع روش‌شناسی مبتنی بر روش اثباتی (تحلیل آماری-تصویری) و فرا اثباتی (تحلیل هرمنوتیکی) تغییرات پر ارتفاع جنب‌حاره در دوره گرم سال و اثرگذاری آن بر خشکسالی، به‌منظور کاربردی نمودن نتایج این مطالعه، مورد استفاده قرار گرفت.

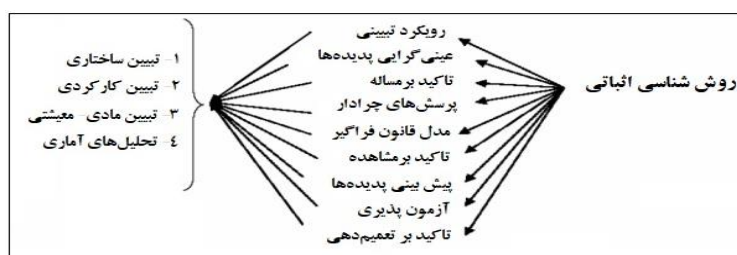
۲- مواد و روش‌ها

روش‌های اثباتی و فرا اثباتی برای ادراک تغییرات زمانی- مکانی پر ارتفاع جنب‌حاره و اثرات آن بر خشکسالی

به‌طور کلی دانش مبتنی بر اثبات‌گرایی بر اهمیت روش در مقابل ماهیت نتیجه‌گیری‌ها و دستاوردهای پژوهشی تأکید می‌کند. به این معنی که در این دیدگاه، روش پژوهش مهم‌تر از نتیجه پژوهش است؛ بنابراین ارتباط پژوهش با وضعیت واقعی پدیده‌ها و اثرپذیری آن، مدنظر قرار نمی‌گیرد. به‌طوری‌که دقت علمی مهم‌تر از ربط موضوعات تحقیق به وضعیت زندگی انسانی است. به بیان دیگر تنها هدف علم اثباتی دقت در صحت قضایای مورد تحقیق است و خواه آن قضایا فایده‌ای برای مدیریت محیط (فضای جغرافیایی) داشته باشد یا نه (بشیریه، ۱۳۹۶). در پژوهش‌های علوم جغرافیایی و آب و هواشناسی، پدیده‌های مورد مطالعه عمدتاً ترکیبی از ذهنی و عینی هستند، و صرفاً آماری نیستند؛ اما محققان این عرصه، به روش‌شناسی اثباتی یا پوزیتیویستی تأکید دارند. البته تحقیقات علوم جغرافیایی، چون نتیجه‌محور هستند این انحراف در روند کار، خود را نشان نمی‌دهد و نتایج عددی صرف، ظاهراً حس خوشایندی به محقق می‌دهد اما این نتایج در عمل و کاربرد به دلیل خطاهای روش‌شناسی، اعتماد ناپذیر و نامعتبر محسوب می‌شوند (افضلی، ۱۳۹۶). به‌عنوان مثال در موضوعاتی کمی مانند ارزیابی و پهنه‌بندی و تحلیل فضایی مخاطرات خشکسالی در یک منطقه یا کشور، بیشترین موضوعی که اهمیت دارد، دقت در نتایج و پهنه‌بندی نسبتاً دقیق براساس معیارهای در نظر گرفته شده است و انتخاب مدل یا روش مناسب، نرم‌افزار با دقت بالا، تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از نقشه‌های با مقیاس مناسب و بزرگ مقیاس و در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده، در اولویت علمی و اساس قرار دارند و به جایگاه این موضوع در زندگی عینی ساکنان آن حوضه، واکنش سایر متغیرها و اثرگذاری مثبت یا منفی آن‌ها کمتر توجه می‌شود؛ بنابراین از دیدگاه روش‌شناسی اثباتی، گردآوری داده‌ها به

همراه داده‌سازی، مشاهده و آزمون به‌خودی‌خود و توجه کمتر از فایده احتمالی آن، ضروری و موجه تلقی می‌شود. این شیوه فاقد جهت و مقصود تجویزی و صرفاً معطوف به اثبات یا رد علمی فرضیه‌هاست و اصولاً برای مصرف در زندگی ساکنان یک محیط انجام نمی‌شود (بشیری، ۱۳۹۶). در روش اثباتی تأکید می‌شود که با تجزیه و تحلیل‌های صرفاً آماری می‌توان به نتایج مورد انتظار خود دست پیدا کرد. درحالی‌که در روش‌های فرا اثباتی به تفهیم و ارتباط آن با سایر موضوعات به‌ویژه مطالعات میان‌رشته‌ای، اولویت داده می‌شود. از این دیدگاه، موضوع مورد مطالعه جغرافیا به باورها و ارزش‌ها و هنجارها از انسان و محیط می‌پردازد. در روش فرا اثباتی به جای جستار در قوانین کلی، به دنبال فهم رفتارها و ترکیب عوامل ذهنی و عینی مربوط به آن هستیم. از این‌رو جهت‌گیری محقق یا نظریه‌پرداز، براساس پابندی به تفسیر موضوع تعیین می‌شود. در رویکرد تفسیری هرمنوتیکی، هرگونه تفسیر معنایی برای زمانی خاص و در مناسبت با پرسش‌هایی در افق معنایی خاص درست است. هیچ تفسیر قطعی، همواره درست و عینی نیست. همان‌طور که هگل، تجربه زمان‌مند است، معنی نیز که هایدگر آن را تجربه هستی می‌نامد، در زمان وجود دارد (مرادی و افضل، ۱۳۹۲). در فرایند تفسیر نوعی رابطه دیالکتیک بین مفسر و متن وجود دارد. مکالمه میان افق معنایی و افق معنایی خواننده یا تأویل‌کننده، به معنای درهم شدن این دو افق یا زمانه نگارش متن و زمان حاضر است که در لحظه خواندن و تأویل‌گریزی از این ادغام وجود ندارد. افق امروز ایستا و ثابت نیست، بلکه افقی است، گشوده و دگرگون‌پذیر، که با ما حرکت می‌کند، همان‌گونه که ما با آن دگرگون می‌شویم (احمدی، ۱۳۸۰). منظور از متن تنها متون کتبی نیست. متن عبارت است از هر نوع گفتمانی که در قالب نوشته، به نحو متمایزی تثبیت شده است. متن یک کل است و کلیتی بر آن حاکم است. میان کلیت و اجزای متن ارتباط وجود دارد. کل بر مبنای اجزای آن و اجزاء، بر مبنای کلیت معنا می‌شوند. هرمنوتیک تلاشی برای فهم کلیت متن است (معینی‌علمداری، ۱۳۸۵). اعتقاد به قلمرو معانی به‌مثابه ساخته ذهن بشر در قالب روابط اجتماعی را فهم‌پذیر می‌کند (مرداک، ۱۳۹۲)؛ بنابراین تلاش‌هایی که در چارچوب رویکرد هرمنوتیک (تفسیری) می‌شود، معمولاً تحلیل‌های کیفی، قیاسی و کل‌گرایانه مبتنی بر فهم پدیده‌ها است بدیهی است این مکتب روش‌شناسی در نقد اثبات‌گرایی شکل گرفته و برخلاف پوزیتیویسم از ماهیت کیفی برخوردار است (لشگری، ۱۳۹۷). تفسیر متن نمی‌تواند به نیت مؤلف، یا شیوه اندیشه و درنهایت شناخت هم روزگاران مؤلف محدود شود. به‌طورکلی متن، بیانگر ذهنیت یک مؤلف نیست، حتی خود مؤلف در تفسیر متن، تحت تأثیر گفتمانی خاص قرار دارد. مکالمه میان متن و مفسر، هستی واقعی دارد. ذهنیت مفسر نیز در آغاز یک تفسیر «پاک و خالی» نیست، بلکه مجموعه‌ای ایست از پیش‌داوری‌ها، فرض‌های آغازین و خواست‌های استوار به افق معنایی امروز. به گفته گادامر اساساً تفسیری درست و قطعی وجود ندارد. همچنان که خود متن نیز به گفته میشل فوکو غیرجانب‌دار نیست، تفسیر نیز به تعبیر رولان بارت، معصوم و بی‌گناه نیست. در یک کلام همچنان که نیچه می‌گوید: «همه‌چیز در حال شدن است، هیچ واقعیت ابدی وجود ندارد» (مرادی و افضل،

۱۳۹۲). در مجموع هرمنوتیک از آغاز ظهور خود به عنوان روش شناسی تحقیق، سه سطح مفهومی را طی کرده است (افضلی، ۱۳۸۹). در بحث اصلی روش فرا اثباتی در این نوشتار این سه سطح در موضوع مورد مطالعه بررسی می شود. اساساً هدف اصلی مطالعه حاضر در این بخش، پاسخ به پرسش هایی است که در بیان مسئله به آن پرداخته شده بود. بنابراین انگیزه بررسی این بخش، مقایسه و مشخص شدن برتری روش فرا اثباتی بر اثباتی و بالعکس در مطالعات مربوط به جابه جایی پر ارتفاع جنب حاره نیست. بلکه هدف این بوده است که اگر پژوهشگر آب و هواشناسی تحقیق خود را بر مبنای هر یک از روش های اثباتی یعنی تأکید بر مطالعات آماری و یا فرا اثباتی قرار داده باشد، باید از چه شاخص ها و معیارهایی پیروی کند تا تحقیقی روشمند و اصولی انجام داده باشد. در حقیقت انطباق و هماهنگی بین هستی شناسی، شناخت شناسی و روش شناسی تحقیق در چارچوب روش اثباتی یا فرا اثباتی مدنظر بوده است. بر فرض مثال، اگر تحقیقی بر مبنای روش اثباتی انجام گرفته است، باید از چه شاخص ها و معیارهای علمی فلسفی تبعیت کند تا روش مندی داشته باشد. بنابراین، هدف ما در این تحقیق صرفاً شناخت بنیادها و مفاهیم روش های اثباتی و فرا اثباتی در مطالعات آب و هواشناسی بوده تا محققان و اندیشمندان این رشته با ماهیت آن آشنا شوند. بدین ترتیب، مسیر مطالعات این دانش، نباید به سویی سوق داده شود تا محققان و اندیشمندان این رشته مجبور شوند بین دیدگاه های اثبات گرایان و فرا اثبات گرایان دست به انتخاب بزنند و آن ها را مقابل هم قرار دهند. بلکه علاوه بر مطالعه ای اصولی و روش مند لازم است تعاملی بین این دو روش برای دستیابی به مطالعه ای روش گرا و نتیجه گرا در کنار هم برقرار کنند. به طور مثال در موضوع مورد مطالعه لازم است موضوعات اثباتی و فرا اثباتی در تعامل با یکدیگر پرداخته شوند به طوری که همگام با تجزیه و تحلیل افزایش میانگین عرض جغرافیایی هسته و شدت خشکسالی ها، واکنش های سیستم های انسانی از قبیل چالش های سیاسی، سازگاری دامی و زراعی در نواحی روستایی و... در ارتباط با این خروجی ها مورد واکاوی قرار گیرد. از این رو، براساس مطالعات به دست آمده می توان اصول و معیارهای کلی روش های اثباتی و فرا اثباتی در آب و هواشناسی را مطابق با تصاویر زیر این گونه بازگو کرد:



شکل ۱- مهم ترین شاخص های روش شناسی اثباتی در علوم انسانی و علوم جغرافیایی (منبع: افضلی و کیانی،



شکل ۲- مهم‌ترین شاخص‌های روش فرا اثباتی در علوم انسانی و علوم جغرافیایی (منبع: افضل‌ی و کیانی،

۱۳۸۹)

به‌منظور ارزیابی رفتار تغییرات سیستم‌های اقلیمی با تأکید بر مخاطرات خشکسالی ناشی از جابه‌جایی پر ارتفاع جنب حاره، در گام نخست جهت بررسی وضعیت تغییرات زمانی و مکانی پشته جنب حاره، آشکارسازی موقعیت، شناسایی حد شمالی آن و تأثیرات آن بر روی خشکسالی‌های ایران، منطقه مطالعه در محدوده عرض جغرافیایی ۰ تا ۴۵ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۰ تا ۷۰ درجه شرقی انتخاب شد. سپس به استخراج داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از پایگاه داده مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و مرکز ملی پژوهش‌های جوی^۲ در یک دوره ۷۱ ساله با تفکیک افقی ۲/۵ درجه در طی سال‌های ۱۹۴۸ - ۲۰۱۸ پرداخته‌شد. علت انتخاب این سطح به این دلیل است بیشترین انقلابات جوی در این تراز اتفاق افتاده است و بیشترین جرم جو در این تراز بوده است (علیجانی، ۱۳۸۱). سپس داده‌های خروجی فشار برای تطبیق بین داده‌ها و صحت بیشتر نمایش داده‌ها با استفاده از نرم افزار گردس مورد ترسیم و تحلیل قرار گرفت. در گام بعد برای تشکیل پایگاه داده جهت ترسیم نقشه و نمودار از داده‌های استخراج شده ابتدا با استفاده از نرم‌افزار Panoply داده‌های فشار ژئوپتانسیل طی مراحل تبدیل به فرمت استاندارد برای تحلیل گردید. تا براساس آن روند تغییرات زمانی و مکانی پشته جنب حاره، شدت (هر چقدر منحنی میزان مرکزی سیستم پر ارتفاع جنب حاره ارتفاع بیشتری داشته باشد، معرف شدت پر ارتفاع جنب حاره است. به‌عنوان مثال اگر مرکز آن با منحنی ۵۸۸ ژئوپتانسیل بسته شود. با سیستمی که مرکز آن با منحنی ۵۹۲ ژئوپتانسیل بسته شود تفاوت خواهد داشت و دومی از شدت بیشتری برخوردار خواهد بود) (حجازی‌زاده و جوی‌زاده، ۱۳۸۹) و سطح تحت پوشش شمال‌سو (تعداد شبکه‌هایی که در زیر یک پربند هم ارتفاع ۵۸۴ ژئوپتانسیل و بالاتر از آن قرار دارند نشانه منطقه سطح پوشش این سیستم پر ارتفاع هستند. هر اندازه تعداد شبکه‌های زیر پوشش سطح این پر ارتفاع، بیشتر باشد شاخص سطح بالاتر بوده و مساحت بیشتری از منطقه مورد مطالعه، تحت سیطره پر ارتفاع جنب حاره است) پربند تاثیرگذار که شامل بیرونی‌ترین منحنی میزان پر ارتفاع مؤثر بر ایران با قدرت بیشتر از ۵۸۴ ژئوپتانسیل دکامتر است در ماه‌های گرم سال، مورد بررسی کمی قرار گیرد. همچنین به دلیل استیلای بیرونی‌ترین پربند بسته در چهار ماه ژوئن، جولای، آگوست و

سپتامبر بر روی محدوده سرزمینی ایران، این محدوده زمانی برای تحلیل و تفسیر، انتخاب شد. در مرحله بعد با تحلیل داده‌های خروجی فشار و تطابق آن با نقشه‌های سینوپتیک؛ همچنین خروجی نرم افزار گِردس و تبدیل داده‌های فشار به نمودارهای اقلیمی، برآن شدیم جهت مطالعه دقیق‌تر، دوره آماری سال‌های ۱۹۴۸ تا ۲۰۱۸ را به دو دوره (دوره اول ۱۹۴۸-۱۹۸۲ و دوم ۱۹۸۲-۲۰۱۸) تقسیم کنیم، تا براساس آن روند تشدید گرمایش جهانی و خشکسالی را با دیدگاه کمی موردبررسی قرار دهیم. ازاین‌رو داده‌های بارشی ۸۳ ایستگاه هواشناسی ایران طی دوره مطالعاتی ۳۱ ساله ۱ (۱۹۸۷-۲۰۱۸)، با استفاده از شاخص SPI که اساس آن انحراف از میانگین نسبت به انحراف معیار داده‌های آماری است. معادله آن به‌صورت زیر می‌باشد:

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{SD}$$

که در آن P_i بارندگی سال i و SD انحراف معیار بارش در طول دوره آماری، $\bar{P}$ میانگین بارندگی بلندمدت می‌باشد) مورد تجزیه تجزیه و تحلیل قرار گرفت تا میزان روند (افزایشی یا کاهش) خشکسالی‌ها در این ۳۱ سال مشخص گردد.

جدول ۱ - طبقه‌بندی خشکسالی بر اساس شاخص SPI (حجازی‌زاده و جوی زاده، ۱۳۸۹ و حجازی‌زاده و

همکاران، ۱۳۹۳)

درجه خشکسالی	ارزش SPI	درجه ترسالی	ارزش SPI
خشکسالی ملایم	۰ تا ۰/۹۹ -	ترسالی ملایم	۰ تا ۰/۹۹
خشکسالی متوسط	۱- تا ۱/۴۹ -	ترسالی متوسط	۱ تا ۱/۴۹
خشکسالی شدید	۱/۵۰- تا ۱/۹۹ -	ترسالی شدید	۱/۵۰ تا ۱/۹۹
خشکسالی حاد	بیشتر از ۲-	ترسالی حاد	بیشتر از ۲

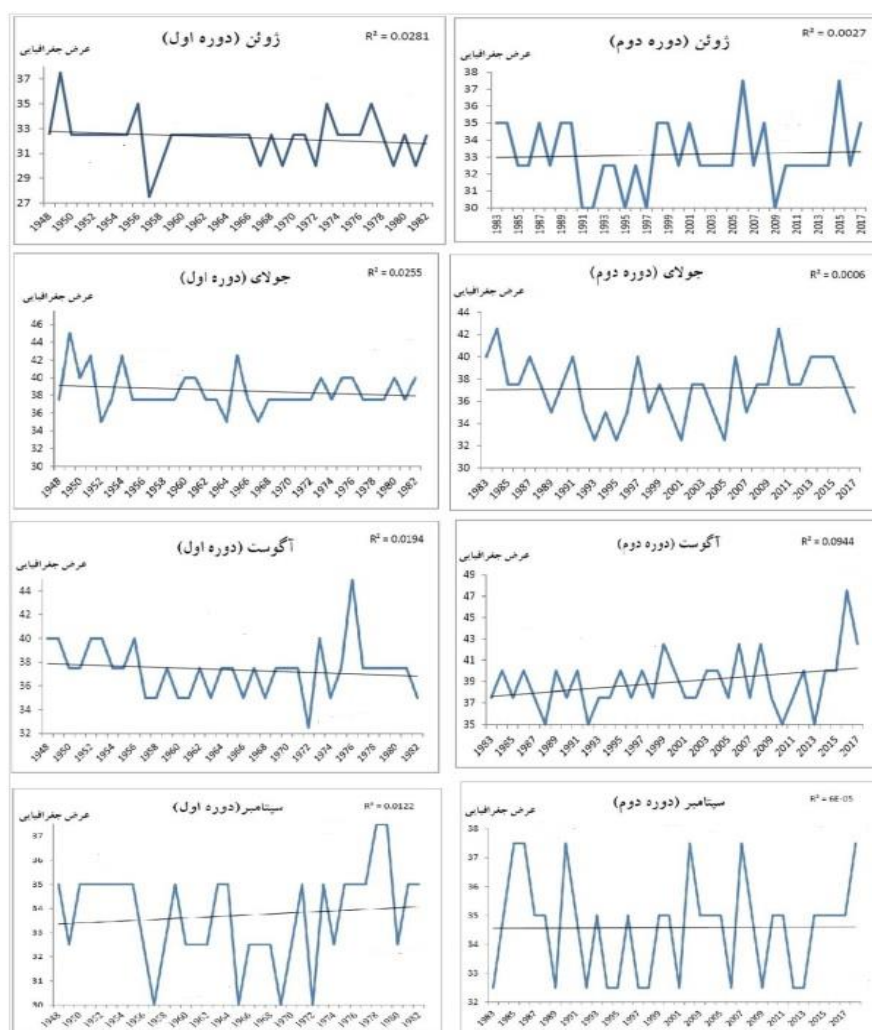
در ادامه، داده‌های آماری به‌دست‌آمده را بر اساس دیدگاه فرا اثباتی (هرمنوتیک) موردبازنگری و تفسیر قرار گرفت. به این معنا که این یافته‌ها جهت تحلیل عمیق‌تر، تفهیم بیشتر و درنهایت بین‌رشته‌ای نمودن یافته‌های آب و هواشناسی تحقیق حاضر تا برای کاربردی‌تر شدن مورد استفاده قرار گیرد.

۱ به دلیل فراگیر بودن تعداد ایستگاه‌ها و کمبود داده مناسب، مجبور به کوتاه کردن دوره مطالعاتی خشکسالی شدیم.

۳- یافته‌ها

۳-۱- روش‌شناسی اثباتی در جابه‌جایی پرفشار جنب حاره

با توجه به مراحل گفته شده در روش اثباتی مطابق با جدول (۲) و نمودار مربوط به شکل (۳) می‌توان موارد زیر را مطرح نمود:



شکل ۳- نمودارهای مقایسه جابه‌جایی پربندهای بیرونی پر ارتفاع جنب حاره در دو دوره مطالعاتی (منبع: نگارندگان)

جدول ۲ - مقایسه بازه گسترش و قدرت ارتفاعی بیرونی ترین پربند سیستم پر ارتفاع جنب حاره (منبع:

نگارندگان)

ماه‌ها	بیشترین بازه گسترش	کمترین بازه گسترش	اختلاف عرض جغرافیایی	قدرت ارتفاعی
می	۲/۵	۲/۵	۲/۵۴	۹/۵۶۱
جون (ژوئن)	۰	۲/۵	۲/۸۵	۱۳/۴۱
جولای (ژوئیه)	۲/۵	۲/۵	۱/۳۲	۱۳/۰۸۵
اوت (آگوست)	۲/۵	۲/۵	۱/۵۷	۱۶/۹۱
سپتامبر	۰	۲/۵	۰/۷۸۵	۱۶/۱۶

در ماه‌های گرم ژوئن تا سپتامبر، حرکت و جابه‌جایی این پربند در عرض‌های جغرافیایی مختلف، بازه گسترش (شمالی‌ترین و جنوبی‌ترین عرض جغرافیایی تحت تأثیر در دو دوره)، پائین‌ترین عرض جغرافیایی با عدد ارتفاعی متفاوت پربند، در هر ماه گرم (که اختلاف بین جنوبی‌ترین نقطه قرارگیری پربند در دوره دوم نسبت به دوره اول) و بالاترین عرض جغرافیایی (اختلاف بین شمالی‌ترین نقطه قرارگیری پربند در دوره دوم نسبت به دوره اول) و قدرت ارتفاعی (اختلاف بین میانگین ارتفاعی پربندها در دوره دوم نسبت به دوره اول)، روند مثبت و افزایشی داشته است و بیشترین میزان روند صعودی به سمت عرض‌های بالا در ماه‌های آگوست و جولای، دیده می‌شود. با مقایسه میانگین ارتفاعی، اختلاف قدرت ارتفاعی پربند در تمام ماه‌ها روند افزایشی داشته و افزایش ارتفاع را ثبت کرده است. پائین‌ترین عرض قرارگیری پربند در دوره دوم مطالعاتی، ۲/۵ درجه بالاتر از قراگیری پائین‌ترین عرض قرارگیری پربند در دوره اول بوده است و ۲/۵ درجه حرکت شمال سو را نشان می‌دهد. همچنین در دو ماه جولای و آگوست بالاترین عرض قرارگیری این پربند ۲/۵ درجه، حرکت شمال سو داشته است و از نظر قدرت ارتفاعی در تمام این ماه‌های گرم سال دوره دوم، افزایش قدرت ارتفاعی را به خصوص در ماه آگوست با ۹۱/۱۶ متر نشان می‌دهد و با محاسبه میانگین عرض جغرافیایی در دوره اول مطالعه، در مقایسه با دوره دوم، در تمام ماه‌های گرم مورد مطالعه، به عرض جغرافیایی قرارگیری پربند، افزوده شده است و در جدول با عنوان اختلاف عرض جغرافیایی دو دوره، لحاظ شده است که نشان‌گر حرکت شمال سو و گسترش پر ارتفاع جنب حاره است.

در مجموع مرز شمالی پر ارتفاع جنب حاره باید به‌طور معمول در فصل پائیز به سمت عرض‌های پائین‌تر جابه‌جا شود؛ همچنین از دامنه سیطره آن در فضای ایران کاسته شود؛ اما در دوره دوم مطالعه با شروع فصل سرد، میانگین بلندمدت پر ارتفاع جنب حاره قوی‌تر از حد نرمال بوده و از منطقه خارج نشده است و طبیعتاً در این شرایط نفوذ سامانه‌های بارشی با تأخیر وارد کشور شده است و متعاقب آن وقوع خشکسالی‌های فراگیرتر روبرو بوده‌ایم. به‌طوری‌که در سال‌های مطالعاتی دوره دوم، ایستگاه‌های شمالی و غربی بیشتری از ایران درگیر خشکسالی‌های شدید

و بسیار شدید شده‌اند؛ به‌طور کلی تمام موارد فوق، نشان‌گر افزایش اثرات تغییر اقلیم و گرمایش هوا در منطقه مطالعاتی است.

۳-۲- روش فرا اثباتی (تحلیل سطوح هرمنوتیکی) در فهم تغییرات زمانی- مکانی پر ارتفاع جنب‌حاره

در به کارگیری تحلیل‌های هرمنوتیکی در دانش آب و هواشناسی، امور مربوط به پدیده‌های جوی از دو نظر می‌توانند به‌عنوان یک متن بررسی و تفسیر شوند؛ یکی به‌صورت متن‌های مکتوب که برگرفته از تحلیل‌های آماری است و دوم در قالب تفسیر نقشه به‌عنوان فهم رویدادهای حاکم بر سطوح جوی. امور مربوط به پدیده‌های جوی به‌عنوان یک متن، طیف گسترده‌ای از مفاهیم عددی و آماری را شامل می‌شود که با ارجاع‌های جدید، معانی جدیدی از واکنش‌های جوی مانند پیش‌بینی خشکسالی شدید، ترسالی، بارش‌های حدی، یخبندان زودرس و... را می‌توان استنباط نمود؛ زیرا نوسانات بارشی، دمایی، خطوط فشار و... در زبان عددی مفاهیم کلی را در بر می‌گیرند که مؤلف می‌تواند معانی آن را کشف و بازگو کند. این موضوع در قالب نقشه‌های تولید شده در آب و هواشناسی نیز به همین منوال است (مجیدی‌راد، ۱۳۹۸). روی هم‌رفته سه سطح مفهومی تمایزپذیر هرمنوتیک برای بازیابی مفاهیم و نظریه‌های مربوط به گرایش‌های مختلف علوم جغرافیایی در راستای فهم بیشتر تغییرات پر ارتفاع جنب حاره و اثرگذاری در آن وقوع خشکسالی‌های ایران، به شرح زیر است:

۳-۲-۱- هرمنوتیک سطح اول؛ متن فعال- ذهن غیرفعال

اولین سطح مفهومی هرمنوتیک، سطح اول آن است. در این سطح متن علمی معنادار و مقصود نویسنده از نقشه، نمودار و متن به وضوح تفسیر شده است. به این معنا که محقق غیرکارشناس (متخصص سایر گرایش‌های علوم جغرافیایی) با ذهن همراه با دانش محدود از اصطلاحات تخصصی آب و هوایی، معنا را از متن کشف می‌کند؛ بنابراین برای درک پدیده‌های مربوط به روابط متقابل انسان و محیط باید به روش درون فهمی و یا تأویل متمسک شد و از طریق تعمق، معنا را از پس چیزهای مشاهده‌پذیر کشف کرد؛ بنابراین در این سطح، متن قابل مطالعه سرشار از معنا و راهنماست و به جای آن، ذهن محقق از درک کمتری از معنا برخوردار است (جغرافیدان سیاسی، جغرافیدان شهری، ژئومورفولوژیست و...) که باید معنای متن را فارغ از ظواهر مشاهده شدنی آن دریابد. به‌عنوان مثال متن اقلیمی فعال شده توسط یک آب و هواشناس، دارای تفسیرها و کاربردهای مشخصی است که مطالعه‌کننده غیر آب و هواشناس، به تفسیر و کوشش زیادی برای فهم مقصود نویسنده نیاز ندارد؛ و می‌تواند به سهولت، متن ارائه شده را در حوزه تخصصی رشته خود مورد استفاده قرار دهد.

۳-۲-۲-هرمنوتیک سطح دوم؛ متن غیرفعال- ذهن فعال

در این سطح، ذهن مطالعه‌کننده فعال است (کارشناس آب و هواشناسی و آشنا با اصطلاحات پایه‌ای و تخصصی این دانش)؛ و به متن علمی معنا می‌دهد؛ اما در این سطح، متن علمی شناسایی شدنی، تفسیر نشده و معنای درونی آن به وضوح بیان نشده و این محقق است که با ذهن سرشار از معنای خود مشتمل بر ساخت‌های عینی، واقعیتی را به متن منتقل می‌کند و سپس آن را نوعی کشف علمی می‌پندارد. این واقعیت بازتاب عینی ساخت‌های حاکم بر ذهن فرد است (افضلی، ۱۳۹۶). این سطح می‌تواند در تفسیر نقشه‌های هوا کاربرد گسترده‌ای داشته باشد؛ زیرا ذهن محقق می‌تواند از تفسیر جابه‌جایی بیرونی‌ترین پربندها و حرکت هسته در طی ماه‌های مختلف از روی نقشه، واقعیات پنهانی از نتایج استیلای پر ارتفاع جنب‌حاره بر فضای جغرافیایی و نمود آن در خشکسالی شدید یا خفیف، ترسالی شدید یا خفیف و ... را کشف و معنا کند.

۳-۲-۳-هرمنوتیک سطح سوم؛ متن غیرفعال- ذهن غیرفعال

این سطح شاید ایده‌آل‌ترین سطح هرمنوتیک در تولید دانش محسوب شود به‌طوری‌که در آن، هم ذهن محقق و هم متن علمی، غیرفعال هستند. به این معنا که محقق غیرکارشناس می‌کوشد، متن خروجی از مطالعات اقلیمی تفسیر نشده را با مطالعات جانبی و تلاش‌های مکرر، قابل فهم کند و معنا را از متن کشف کند؛ که این امر مستلزم تلاش‌هایی گسترده در راستای مطالعات میان‌رشته‌ای است. از دید هرمنوتیک، نقشه‌ها و نمودارهای اقلیمی به‌طور کامل نمودهای شفافی از واقعیات علمی را نمی‌توانند نشان دهند. نقشه اساساً ابزاری برای تفسیر واقعیات علمی بوده و چکیده‌ای از واقعیت ملموسی است که از وقایع و مسائل محیطی نشأت گرفته است. نقشه به‌بیان‌دیگر روشی برای بازنمایی محیط است. این ابزار در دانش آب و هواشناسی می‌تواند وقایع جاری برای تغییرات محیط و فهم مسائل ناشی از جابه‌جایی پربندها و هسته پر ارتفاع جنب حاره را در ماه‌های مختلف تسهیل کند. نقشه‌ها و نمودارهای اقلیمی پیش از آنکه تصویرگر محض عینیات سطح زمین و سطوح مختلف جوی باشند، معانی قابل کشف گسترده‌ای را به‌طور پوشیده در خود دارند و با تحلیل هرمنوتیکی در ظرف زمان و مکان می‌تواند وقایع جاری را در فضای جغرافیایی ایران نمایش دهند؛ به‌طوری‌که پیش‌بینی آسیب‌های ناشی از خشکسالی‌ها و درجه‌بندی آن و یا ترسالی با استفاده از این روش‌شناسی، ممکن خواهد بود و بنابراین نمی‌توان با نگاه صرفاً اثباتی و آماری لایه‌های پوشیده آن را تفسیر نمود؛ بنابراین تحلیل هرمنوتیکی نقشه نشان می‌دهد که نقشه پدیده‌ای به‌طور کامل عینی نیست، بلکه سرشار از معناست. معنایی که فهم وقایع محیطی را تسهیل می‌کند؛ بنابراین محقق آب و هواشناسی، به جای عینی پنداشتن این مفهوم، آن را معناکاو و ساختارهای معنابخشی به آن هویدا کند. به همین منظور نقشه مربوط به ماه ژوئن ۲۰۰۱ و در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، نمودارهای مربوط به جابه‌جایی بیرونی‌ترین پربند و رفتارشناسی مرزبندی‌های تعادل، آستانه، مخاطرات و بلایا در دوره مطالعاتی، مورد تفسیر قرار گرفت (شکل-۴، ۵ و ۶). مطابق با

این اشکال، ابتدا توسط سطوح سه گانه هرمنوتیک، به عنوان متن فعال و غیرفعال مورد مطالعه قرار گرفته و در انتها با دیدگاه میان رشته‌ای در علوم جغرافیایی، طبق مصاحبه با متخصصین سایر گرایش‌ها، تفسیر آن‌ها از نقشه‌ها و نمودارهای مذکور، بررسی شده است. تا بتوان یافته‌های اقلیمی به دست آمده را در مطالعات سایر گرایش‌ها مورد استفاده قرار داد تا جنبه‌های کاربردی آن، توسعه پیدا کند.

الف- هرمنوتیک و تفسیر نقشه

تفسیر نقشه‌ها به صورت متن غیرفعال: با شروع فصل گرم سال ۲۰۰۱، بر ارتفاع جنب حاره با تغییر موقعیت خود، به سمت خشکی‌ها جابه‌جا شده است. این جابه‌جایی بر روی کمربندهای بیابانی جهان است. در این سال در ماه ژوئن (۱۰ خرداد تا ۱۰ تیر) پربند مرکزی ۵۸۷۴ بر روی نواحی جنوبی و مرکزی ایران تا عرض جغرافیایی ۳۲/۵ درجه قرار گرفته است. در ماه بعدی یعنی ژوئیه (۱۰ تیر تا ۱۰ امرداد) پربند مرکزی یا هسته مساحت بیشتری را دربر گرفته است و مناطق غربی ایران را هم شامل شده است. با ادامه فصل گرم در ماه آگوست (۱۰ امرداد تا ۱۰ شهریور)، هسته با قدرت ارتفاعی ۵۹۲۰ بر روی عربستان و دریای سرخ و مرکز آن بر روی عرض ۲۷/۵ درجه قرار دارد. در آخرین ماه گرم سال (۱۰ شهریور تا ۱۰ مهر) ابعاد هسته بسیار کوچک‌تر شده و بر روی عرض ۲۵ درجه با مرکزیت عربستان است. متن فوق از تفسیر ظاهری نقشه‌های چهار ماه گرم سال ۲۰۰۱ استخراج شده که صرفاً وضعیت عینی پربندها و هسته مرکز بر ارتفاع جنب حاره را بازگو می‌کند.

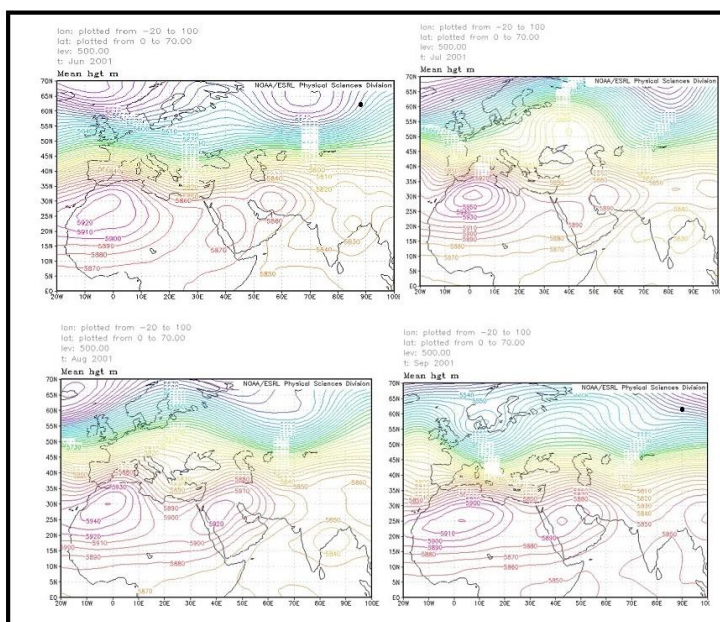
در این راستا فهم این متن برای ذهن فعال (کارشناس آب و هوا) و غیرفعال (کارشناس غیرآب و هواشناس) بازخوردهای متفاوتی دارد. به طوری که اگر با ذهن فعال این متن و نقشه بررسی شود در سطح دوم هرمنوتیک و اگر با ذهن غیرفعال بررسی شود در سطح سوم هرمنوتیک جای می‌گیرد.

تفسیر نقشه‌ها به صورت متن فعال: در بررسی فصل گرم سال ۲۰۰۱ با توجه به نقشه‌های خروجی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و استقرار بر ارتفاع جنب حاره (پربند و هسته)، افزایش قدرت ارتفاعی هسته که منجر به افزایش دمای سطح زیرین جو خواهد شد. در این ماه‌ها رویت شده است که این افزایش قدرت با ماندگاری بیشتری از دوره گرم این سال مواجه خواهد شد؛ که متعاقب آن شروع فصل پائیز و بارش‌های پائیزه با تعویق زمانی همراه می‌شود که حاصل آن سیلاب‌ها و خشکسالی‌های حادی در وضعیت کشاورزی و منابع آب را در برخی ایستگاه‌های مورد مطالعه مانند مراغه به همراه خواهد داشت. متن فوق از تفسیر عمیق و کاربردی از نقشه‌های چهار ماه گرم سال ۲۰۰۱ استخراج شده که وضعیت عینی و عمقی پربندها و هسته مرکز بر ارتفاع جنب حاره را بازگو می‌کند. در این راستا فهم این متن نیز همانند متن غیرفعال فوق، برای ذهن فعال و غیرفعال بازخوردهای متفاوتی خواهد داشت. به طوری که اگر با ذهن فعال، این متن و نقشه بررسی شود تفسیرهای متفاوتی از این برداشت ارائه خواهد شد که در

صورت تک معنایی هرمونوتیک سستی و در صورت برداشت‌های خارج از مقصود نویسنده در هرمونوتیک مدرن جای می‌گیرد. از سوی دیگر اگر با ذهن غیرفعال بررسی شود در سطح اول هرمونوتیک جای می‌گیرد.

در بررسی فصل گرم سال ۲۰۰۱ با توجه به نقشه‌های خروجی سطح مقابل، افزایش قدرت ارتفاعی هسته منجر به افزایش دمای سطح زیرین جو و ماندگاری بیشتری آن تا ابتدای فصل پائیز و متعاقب آن تعویق زمانی شروع دوره سرد سال و تاخیر در بارش‌های پاییزه و در نتیجه افزایش سیلاب‌ها و خشکسالی‌های سال آینده را به همراه خواهد داشت.

آب و هواشناسی



در اثر تاخیر در بارش سالانه و خشکسالی ممکن است فرسایش بادی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل از دست دادن رطوبت سالانه خود، منجر به حرکت مخاطره زای ماسه‌های روان شود.

ژئومورفولوژی



با حرکت ماسه‌های روان منجر از خشکسالی ناشی از جابه‌جایی پراترفاع، علاوه بر آسیب به محصولات زراعی، با مخاطرات ماسه‌های روان در سکونتگاه‌ها، باغات و خسارات مالی روبرو می‌شود.

جغرافیای روستایی



خشکسالی حاصله، با آسیب‌های زراعی، می‌تواند منجر به افزایش قیمت محصولات وارد شده به میادین از روستاها شود. همچنین جیره بندی آب و تشدید آلودگی هوای شهری را در پی خواهد داشت.

جغرافیای شهری



در اثر خشکسالی حاصل از جابه‌جایی پراترفاع جنب‌حاره، ممکن است وزن ژئوپلیتیک کشور ما و نیز موقعیت هیدروپلیتیک فرادستی و فرودستی رودهای مرزی را در برابر همسایگان، دچار اختلال کند.

جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک



شکل ۵- تفسیر نقشه‌های فشار از دیدگاه نمونه‌ای از متخصصین آب و هواشناسی و سایر گرایش‌ها در یک سال

نمونه

ب- هرمنوتیک و تفسیر نمودار جابه‌جایی پربندها

با توجه به تصویر زیر تفسیرهایی به صورت متن فعال و غیرفعال و نیز برداشت نمونه‌ای از متخصصان دیگر گرایش‌های علوم جغرافیایی بررسی شده است.



شکل ۵- تفسیر نمودار تغییرات بیرونی‌ترین پربند از دیدگاه نمونه‌ای از متخصصین آب و هواشناسی و سایر

گرایش‌ها در دوره مطالعاتی

ارائه متن غیرفعال از نمودارهای جابه‌جایی پربندها در دوره‌های مورد مطالعه: از دیگر نمودارهای متن غیرفعال، نمودارهای اقلیمی هستند. از جمله این نمودارها، نمودارهای تغییرات پر ارتفاع جنب‌حاره در طی سال‌های مطالعاتی است. در نگاه اول در تفسیر نمودار بیرونی‌ترین پربند ارتفاعی در طی ماه‌های گرم سال که در بخش مطالعات کمی به آن پرداخته شده است به‌عنوان یک متن غیرفعال می‌توان گفت، با توجه به محل قرارگیری این پربندها در طول و عرض‌های جغرافیایی مختلف در ماه‌های گرم سال (ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر) حرکت شمال‌سو و گسترش به سمت عرض بالای جغرافیایی بالاتر از میانگین را نشان داده است. همچنین جهت گسترش این پربند در طول‌های جغرافیایی مختلف منطقه تحت مطالعه در همه چهار ماه مذکور، روند حرکتی به سمت عرض‌های شرقی‌تر قرار داشته است و هرچه به سمت سال‌های پایانی دوره پیش می‌رویم (سال ۲۰۱۸) عرض و طول جغرافیایی بیشتری تحت تسلط این پر ارتفاع قرار گرفته است. به‌طور کلی عدد ارتفاعی این پربند در سال‌های مختلف تغییر کرده است و عدد بزرگ‌تری را نشان داده است.

ارائه متن فعال از نمودارهای جابه‌جایی پربندها در دوره‌های مورد مطالعه: در صورت تبدیل نمودار به متن فعال می‌توان در رابطه با اقلیم‌شناسی مرز شمالی پشته پر ارتفاع جنب‌حاره می‌توان این گونه بیان داشت که گستره، حاکمیت و نمود پر ارتفاع دینامیکی جنب‌حاره بر روی ایران طی دهه‌های اخیر فزونی یافته و مناطق بسیار وسیعی از ایران متأثر از این شرایط شده است و اجازه ورود سامانه‌های اطراف به ایران را نمی‌دهد و شرایط مانع را در مقابل ریزش هوای عرض‌های بالاتر ایجاد می‌کند. بدین صورت که شاخص گسترش شمال‌سو و شرق‌سو بیرونی‌ترین زبانه پر ارتفاع در تمام ماه‌های مورد مطالعه روند افزایشی شمال‌سو داشته است که خشکسالی را برای منطقه به همراه دارد و میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل نیز دارای روند افزایشی بوده است. این افزایش قدرت ارتفاعی، می‌تواند عامل عدم صعود را در منطقه فراهم کند که باعث پایداری و به تبع آن خشکسالی خواهد بود. به‌طور معمول در فصل پاییز مرز شمالی پر ارتفاع جنب‌حاره باید ضعیف شود اما در دوره دوم مطالعه تحقیق با شروع پاییز، میانگین بلندمدت جنب‌حاره بیشتر از حد نرمال بوده و از منطقه خارج نشده و در این شرایط نفوذ سامانه‌های بارشی به کشور کمتر رخ می‌دهد و با خشکسالی‌های فراگیر روبرو شده‌ایم.

ج- تحلیل هرمنوتیکی رفتارشناسی خشکسالی‌های ناشی از جابه‌جایی پربندهای پر ارتفاع جنب حاره

خشکسالی به‌عنوان یک پدیده اقلیمی تکرار شونده در سیستم‌های آب و هوایی است که اثرات آن صرفاً به نواحی خشک و نیمه خشک محدود نمی‌شود (دراکاپ، ۱۹۸۰). در واقع خشکسالی‌ها از کاهش غیرمنتظره بارش در مدتی معین در منطقه‌ای که لزوماً خشک نیست حکایت دارد (کاویانی و علیجانی، ۱۳۹۵) ویژگی خشکسالی‌ها بستگی به مدت، استمرار، شدت و وسعت منطقه تحت تأثیر، دارد (کردوانی، ۱۳۸۰). این پدیده به دلیل داشتن ماهیت خزنده، در صورت عدم مدیریت و تغییرات آب و هوایی، تبدیل به مخاطره و بی‌نظمی‌های محیطی گسترده می‌شود

(محمدی، ۱۳۸۷). از سوی دیگر درجات مختلف خشکسالی نظیر خشکسالی اقلیمی، هیدرولوژیک، کشاورزی و اقتصادی - اجتماعی، بسته به مدیریت محیط در سطوح مختلفی به وقوع می‌پیوندد (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۰) در موضوع رفتارشناسی به‌طور کلی یک سیستم ممکن است در شرایط مختلفی، تحت تأثیر تغییرات محیط (شامل تغییرات اقلیمی، مدیریت انسانی و...) قرار گیرد (اسمیت، ۱۳۸۱ و اسمیت و پلتی، ۱۳۸۹):

مرحله اول (تعادل محیطی): سیستم‌ها در صورت حالت تعادلی (به‌عنوان مثال در روند میانگین بارش)، به‌عنوان منابع محیطی در دسترس سیستم‌های کاربردی انسانی قرار خواهد گرفت؛ که می‌توان آن را با عنوان پایداری محیط تعریف نمود.

در مرحله دوم یا آستانه زیان محیطی: تحت عنوان آستانه‌های بحرانی، وضعیت سیستم در مرز حالت تعادل و مخاطرات محیطی قرار خواهد گرفت که هشدار برای جابه‌جایی مرز منابع محیطی تا مخاطرات محیطی خواهد بود.

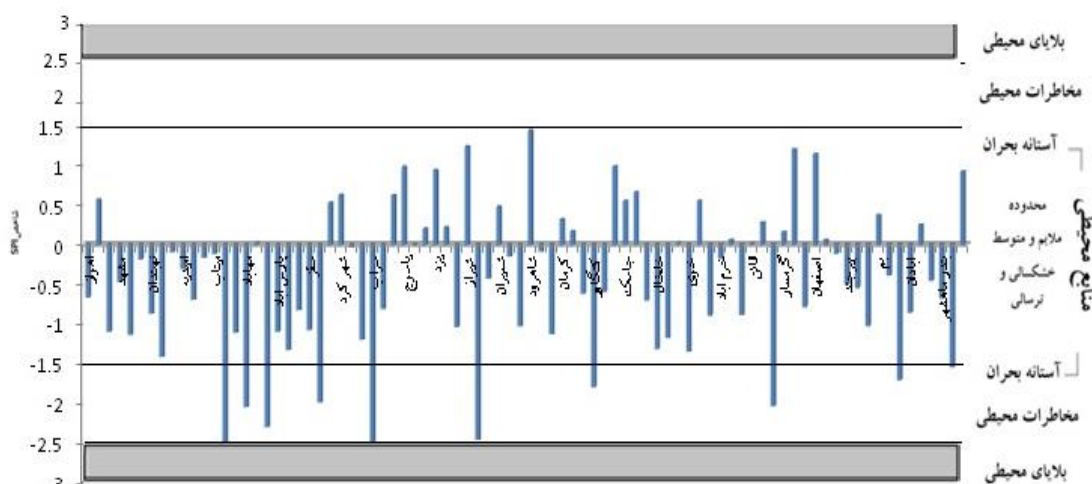
مرحله سوم (مخاطرات محیطی): تغییرات محیط، ناسازگاری سیستم‌های طبیعی و سیستم‌های انسانی را به دنبال خواهد داشت.

در مرحله چهارم یا بلایای محیطی: روی دادن وقایعی همچون سیلاب‌های مخرب (پل دختر، آق‌قلا و... در فروردین ۱۳۹۸)، خشکسالی‌های اجتماعی - اقتصادی و ... برآورد خسارات ناشی از آن، قابل توجه خواهد بود. از این رو پیش‌بینی درک حالت تعادلی و پایداری آن در سیستم‌ها، پیش‌بینی حد آستانه‌ها (که در مطالعات آماری کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد) و مدیریت محیطی سیستم‌ها، نگرشی نو در تفسیر پایداری و شناخت ظرفیت‌های محیطی سیستم‌ها محسوب می‌شود که می‌تواند گام مهمی از سوی جغرافیدانان در راستای تحقق پایداری و مدیریت محیط تلقی شود (مجیدی راد و همکاران، ۱۳۹۸). در بخش زیر تحلیل هرمنوتیکی شامل متن غیرفعال و متن فعال از رفتارشناسی خشکسالی ارائه می‌شود:

ارائه متن غیر فعال از نمودار رفتارشناسی خشکسالی در دوره‌های مورد مطالعه: نمودارهای اقلیمی از دیگر نمودارهای متن غیرفعال، در دانش آب و هواشناسی محسوب می‌شوند. از جمله این نمودارها، می‌توان به نمودارهای خروجی تغییرات میزان بارش اشاره کرد که با استفاده از نرم‌افزارهای سنجش خشکسالی در طی سال‌های مطالعاتی به دست آمدند. در تفسیر آن ابتدا می‌توان گفت خروجی داده بارشی این نرم افزار در ماه اکتبر ۲۰۱۷ بیش از ۷۰ ایستگاه هواشناسی در محدوده خشکسالی متوسط و نرمال قرار گرفته است و در شرف نزدیکی به محدوده آستانه بحران قرار گرفتند. در این نمودار ۱۰ ایستگاه هواشناسی از محدوده آستانه بحران خشکسالی عبور کرده است و وارد محدوده مخاطرات محیطی شده‌اند و ۳ ایستگاه شامل سراب، شیراز و میناب به محدوده بلایا نزدیک شده‌اند. از سوی

دیگر داده خروجی ۲۶ نقطه ایستگاهی در محدوده نزدیک به آستانه بحران ترسالی قرار دارند و در این ماه ایستگاه شاهرود به خط آستانه بحران نزدیک شده است.

ارائه متن فعال از نمودار رفتارشناسی خشکسالی در دوره‌های مورد مطالعه: در صورت تبدیل نمودار به متن فعال می‌توان در رابطه با میزان خشکسالی و ترسالی منطقه این گونه بیان داشت که با مطالعه و بررسی میزان بارش ایستگاه‌های هواشناسی ایران و با توجه به فراگیری خشکسالی در سال ۲۰۱۷ در بیش از یک سوم ایستگاه‌ها و وجود پاییز خشک در بیشتر ایستگاه‌های مطالعاتی می‌توان گفت، افزایش قدرت ارتفاعی پر ارتفاع جنب‌حاره و تأثیر آن بر روی منطقه مطالعاتی می‌تواند عامل عدم صعود را در منطقه فراهم کند که باعث پایداری و متعاقب آن کاهش میزان بارش و به تبع آن خشکسالی و گسترش شواهد تغییرات اقلیمی خواهد بود. این میزان از خشکسالی که منجر به افزایش طول فصل گرم خواهد شد می‌تواند بر روی ذخیره منابع آبی، تقویم کشت محصول، میزان مقاومت محصولات در مقابل آفات، زمان گل‌دهی، سرمازدگی گیاهان و... در مناطق مختلف واکنش‌های متفاوتی به همراه داشته باشد. با توجه به اینکه تعدادی از ایستگاه‌هایی که از مرحله بحران عبور کرده و در مرحله مخاطرات محیطی قرار گرفته‌اند ایستگاه‌های غربی و شمال‌غربی ایران از جمله پارس‌آباد مغان، سقز، مهاباد هستند و نسبت به مناطق داخلی حساسیت بالاتری نسبت به عوارض ناشی از خشکسالی دارند و به دلیل این که اقتصاد مردم محلی متکی به زمین (کشاورزی) است، در مقابل خشکسالی شکننده هستند و پیش‌آگهی از خطرات احتمالی آینده برای مناطق آسیب پذیرتر ضروری می‌باشد.



شکل ۶- رفتارشناسی خشکسالی در ایستگاه‌های مورد مطالعه (اکتبر ۲۰۱۷) (منبع: نویسندگان)

۴- نتیجه گیری

به طور کلی موضوعات کاربردی در دانش آب و هواشناسی به دلیل گیرافتادن صرف در چنبره مدل، آمار و ارقام، روح نوآوری، تخیل و ایده پردازی محققان را به شدت تحت تأثیر قرار داده است؛ از این رو اتکای صرف به روش و فنون آماری موجبات تکراری شدن جایگاه این دانش پیرامون موضوعاتی از قبیل پهنه بندی و تحلیل فضایی خشکسالی، بارش های سنگین، یخبندان و ... با استفاده از مدل های تصمیم گیری تحلیل شبکه، فازی و ... یا مدل های دینامیکی شده است؛ که صرفاً تأکید بر پیوند دادن متغیرهای بارش، دما و ... با یکدیگر است. به همین دلیل در حال حاضر کمتر مشاهده می شود که محقق و متخصص آب و هواشناسی به جای توسل به آمار و نرم افزار و تحلیل خروجی های به دست آمده، ایده های نظام مند در عرصه مدیریت و پایداری محیط برای کاهش و سازگاری با خشکسالی و ... ارائه دهد. به نظر می رسد برخورد روش شناسانه محض آن هم از نوع صرف اثباتی نمی تواند منجر به شکل گیری دیدگاه و نظریه های فلسفی در آب و هواشناسی و تحکیم این موارد شود؛ بنابراین لازم است پژوهشگر عمده کوشش خود را بر پایه ارائه نظریه خلاقانه خود پس از تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده، مطرح نموده و مورد نقد علمی قرار دهد و نتایج کمی خود را با وقایع محیطی خود تطبیق دهد تا بتواند نتایجی منطقی و در عین حال کاربردی ارائه دهد. از آنجا که در دانش آب و هواشناسی، تفسیر مفاهیم و نقشه ها در اولویت قرار دارد و این عمل در این دانش توسط محققان در حال انجام است. در این مطالعه تلاش شد تا با ارائه نمونه های موردی از انواع تفسیر هرمنوتیک در قالب رویکردهای آب و هواشناسی قدم نخست برداشته شود و با پیاده سازی سطوح و رویکردهای هرمنوتیک روند سازمان یافته تری برای مطالعات آب و هواشناسی ایجاد شود تا به نتایج اصولی تری دست پیدا کند. چرا که در بررسی سطوح مختلف هرمنوتیکی، هنر یک آب و هواشناسی تبدیل نمودن متن های غیرفعال به فعال برای استفاده و تفهیم کاربردی پدیده های آب و هوایی در سایر رشته ها و گرایش های علوم جغرافیایی نظیر مطالعات شهری، روستایی و ... است. همچنین یک آب و هواشناسی در چارچوب دانش هرمنوتیک باید برداشت های تخصصی از نقشه ها و نمودارهای آب و هوایی داشته باشد که یک غیرکارشناس نتواند از آن برداشت مشابه داشته باشد. در این راستا با هدف کاربردی تر شدن متن فعال از تفسیر نقشه ها، نمودارهای جابه جایی پربندها در دوره گرم سال و رفتارشناسی خشکسالی در دوره های مطالعاتی به منظور پیوند دادن یافته های آب و هواشناسی با یافته های سایر علوم جغرافیایی از دیدگاه افراد متخصص در این رشته ها و مصاحبه با آنها، به دست آمد. چنانچه در این نوشتار مشاهده شد، استفاده از نگاه و عینک هرکدام، مرز مشترکی میان نظرات هرکدام از متخصصان وجود دارد. به طوری که ژئومورفولوژیست برداشت خود از متن فعال ارائه شده از سوی آب و هواشناس را با نوع عملکرد فرسایش بادی و حرکت تپه های ماسه ای و اختلال در عملکرد سیستم های شکل زایی و فرسایشی مطابقت می دهد. همچنین جغرافیدان روستایی، این نتایج را با آسیب های وارده بر سکونتگاه ها و سازگاری زراعی و

ارائه راهکارهای مناسب‌تر برای مقاومت عرصه روستایی تطبیق می‌دهد. به همین ترتیب جغرافیدان شهری آسیب‌های ناشی از خشکسالی را در تأمین منابع شهری، تنظیم بازار، مهاجرت روستا به شهر، گسترش مشاغل غیرمتعارف، آلودگی هوای ناشی از افزایش جمعیت در شهرها و... مطالعه می‌کند. جغرافیدان سیاسی از دیدگاه ژئوپلیتیک تعاریف ویژه‌ای از خشکسالی‌ها یا ترسالی‌ها حاصله ارائه می‌دهد. ازجمله موضوع رودخانه‌های مرزی کشور و مسائل هیدروپلیتیک فرادستی و فرودستی ایران یا مسائل مربوط به سنجش وزن ژئوپلیتیکی ایران در برابر واردات بی‌رویه و چالش‌های حاصل از آن را مطرح می‌کند.

کتابنامه

- احمدی، بابک؛ ۱۳۸۶. *ساختار و تأویل متن*. تهران: انتشارات مرکز. چاپ نهم.
- اسمیت، کیت؛ ۱۳۸۲. *مخاطرات محیطی*. ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپورگودرزی‌نژاد. تهران: انتشارات سمت.
- افضلی، رسول؛ کیانی، وحید؛ ۱۳۸۹. تبیین جایگاه روش‌های اثباتی و فرا اثباتی در مطالعات جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک. *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی*. شماره ۴۲. تابستان ۱۳۸۹. صص ۱۰۳-۱۲۰.
- افضلی، رسول؛ ۱۳۹۶. *روش‌شناسی در جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- بشیریه، حسین؛ ۱۳۹۶. *احیای علوم سیاسی*. تهران: انتشارات نی.
- حجازی‌زاده، زهرا؛ جوی‌زاده، سعید؛ ۱۳۸۹. *مقدمه‌ای بر خشکسالی و شاخص‌های آن*. تهران: انتشارات سمت.
- حجازی‌زاده، زهرا؛ هدائی‌آرانی، مجتبی؛ مجیدی‌راد، ندا؛ رحیمی‌هرآبادی، سعید؛ ۱۳۹۳. اثرات خشکسالی‌های اقلیمی بر مخاطرات طوفان ماسه‌ای، مطالعه موردی: بند ریگ کاشان. *فصلنامه جغرافیا*. سال ۱۲. شماره ۴۲. پائیز ۱۳۹۳. صص ۲۵-۴۴.
- دانایی‌فرد، حسن؛ ۱۳۹۶. *نظریه پردازی: مبانی و روش‌شناسی‌ها*. تهران: انتشارات سمت. چاپ چهارم.
- رامشت، محمدحسین؛ ۱۳۹۱. فلسفه‌گرایی در اندیشه‌های علمی مرحوم دکتر شکویی. مجموعه مقالات *برباندی اندیشه، واکاوی سیر تحول اندیشه علمی دکتر حسین شکویی*. به اهتمام سیدعلی بدری. تهران: انتشارات نورعلم.
- رامشت، محمدحسین؛ صفاری، امیر؛ کرم، امیر؛ محمدیان، عبرت؛ ۱۳۹۶. نسبی‌گرایی در ژئومورفولوژی. *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*. دوره ۴۹. شماره ۱. بهار ۱۳۹۶. صص ۱-۲۰.
- ریخته‌گران، محمدرضا؛ ۱۳۷۸. *منطق و مبحث علم هرمنوتیک*. تهران: انتشارات کنگره.
- عزیزی، قاسم؛ روشنی، علی‌اکبر؛ ۱۳۸۰. بررسی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و امکان پیش‌بینی آن‌ها با استفاده از مدل سری زمانی هالت ویتزر در استان هرمزگان. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*. شماره ۶۶۱. صص ۴۸-۶۳.
- علیجانی، بهلول؛ ۱۳۸۱. تیپ‌های هوا و اثر آن‌ها بر اقلیم ایران. *دوفصلنامه کاوش نامه علوم انسانی دانشگاه یزد*. شماره ۲. صفحات ۱ تا ۱۹.
- علیجانی، بهلول؛ ۱۳۹۸. *روش‌شناسی کمی در جغرافیا*. تهران: انتشارات سمت.

- کاویانی محمدرضا؛ علیجانی، بهلول؛ ۱۳۹۵. *مبانی آب و هواشناسی*. تهران: انتشارات سمت. چاپ نوزدهم.
- کردوانی، پرویز؛ ۱۳۸۰. *خشکسالی و راه‌های مقابله با آن در ایران*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- لشگری، احسان؛ ۱۳۹۷. تبیین مفهوم فضای جغرافیایی در مکاتب روش‌شناسی اثبات گرا و هرمنوتیک. *فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*. سال ۲۹. شماره ۲. تابستان ۱۳۹۷. صص ۳۵-۵۴.
- مجیدی‌راد، ندا؛ ۱۳۹۸. *اثر جابه‌جایی پرفشار جنب حاره‌ای در تغییرات زمانی و مکانی خشکسالی‌های ایران*. رساله دکتری در رشته آب و هواشناسی، گرایش تغییرات و آب و هوایی. دانشگاه خوارزمی تهران. به راهنمایی دکتر بهلول علیجانی.
- مجیدی‌راد، ندا؛ علیجانی، بهلول؛ فتاحی، ابراهیم؛ ۱۳۹۸. رفتارشناسی در سیستم‌های آب و هوایی؛ با تأکید بر جابه‌جایی پر ارتفاع جنب‌حاره و تأثیر آن بر وقوع مخاطرات خشکسالی. *فصلنامه مدیریت مخاطرات محیطی*. دوره ۶. شماره ۴. زمستان ۱۳۹۸. صص ۳۰۱-۳۱۵.
- محمدی، حسین؛ ۱۳۸۷. *مخاطرات جوی*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- مدنی، امیرحسین؛ ۱۳۹۱. بررسی چستی هرمنوتیک. *فصلنامه پژوهش‌نامه انتقادی متون و برنامه‌های علوم انسانی*. پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی. سال دوازدهم. بهار و تابستان ۱۳۹۱. صص ۸۵-۹۶.
- مرادی، اسکندر؛ افضل‌ی، رسول؛ ۱۳۹۲. *اندیشه‌های جدید در ژئوپلیتیک*. تهران: انتشارات زیتون سبز.
- مرداک، جاناناتان؛ ۱۳۹۲. *جغرافیای پسا ساختارگرا*. ترجمه رسول افضل‌ی و مصیب قره بیگی. تهران: انتشارات زیتون سبز.
- معینی‌علمداری، جهانگیر؛ ۱۳۸۵. *روش‌شناسی نظریه‌های جدید در سیاست*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- نیچه، فردریش؛ گادامر، هانس گئورک؛ ریکور، پل؛ ۱۳۷۹. *هرمنوتیک مدرن: گزینه جستارها*. ترجمه بابک احمدی، مهران مهاجر و محمد نبوی. تهران: انتشارات مرکز.

Dracup, J, A. 1980, on the Definition of Drought, Dater Resource Res.

Frydrychova, K, B. Semradova, I., 2012. Hermeneutic Approach and Virtual Study Environment, *Procedia Technology* 1, doi: 10.1016/j.protcy.2012.02.034, pp183 – 186.

Goudie, A, S., 2006. Global Warming and Fluvial Geomorphology, *Geomorphology*, No 79, pp 384–394.

Isidori, E. 2015. Education as Synthesis: A Hermeneutical Contribution to the Pedagogical Theory of Educational Practice, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 197, pp, 531 – 536.

Kaplanztzis, N., 2015. Paul Ricoeur, Visual Hermeneutics and Political Science: an Incompatible Relation'?, *Department of Media and Communication*, Volume 1, Issue 1: New Directions in Media Research 2015.

Kecmanovic, C,D. Boell S, K., 2014. A Hermeneutic Approach for Conducting Literature Reviews and Literature Searches, *Communications of the Association for Information Systems* Volume 34, Article 12, pp. 257-286.

- Martin, D., 2017. Environmental Hermeneutics and the Meaning of Nature The Oxford Handbook of Environmental Ethics, Edited by Stephen M. Gardiner and Allen Thompson, Social and Political PhilosophyOnline, DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199941339.013.15.
- Smith, K. Petley, N., 2009. Environmental Hazards Assessing and Reducing Disaster, Routledge Pub, Fifth Edition.



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۱۶۰-۱۴۳

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoe.2021.67025.0>

مقاله پژوهشی

شبیه‌سازی و پیش‌بینی رشد و گسترش شهری با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور (نمونه موردی: تربت‌جام سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹)

احمد اسدی^۱  - استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه بزرگمهر قانات، قاین، ایران

زینت محمدپور سنگانی - دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
علی حاجی‌زاده شیخ‌انلو - دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۲۹ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۰/۸ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۰/۱۳

چکیده

شهرنشینی یکی از پیامدهای انقلاب صنعتی است که روند توسعه آن را متحول کرده و باعث گسترش مهاجرت‌ها به شهر شده است. یکی از نتایج اصلی گسترش شهرنشینی در دهه‌های گذشته تغییرات کاربری زمین‌ها در شهرها و رشد ناموزون آن‌هاست که این مسئله، مدیریت رشد شهرها را به یکی از مهم‌ترین چالش‌های قرن ۲۱ تبدیل کرده است. پژوهش حاضر تغییرات زمین‌های شهر تربت‌جام را طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ ارزیابی و سپس این تغییرات را تا سال ۱۴۲۰ هجری شمسی پیش‌بینی می‌کند و در پایان با استفاده از شاخص توسعه سیمای سرزمین، نوع رشد شهر مشخص می‌شود. روش پژوهش توصیفی-تحلیلی است. برای گردآوری داده‌ها در این پژوهش از تصاویر لندست، سنجنده، ETM سال-های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ و سنجنده OLI سال ۲۰۱۹ استفاده شده است. پس از طبقه‌بندی تصاویر در ادامه برای بردن به تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی شهر تربت‌جام و پیش‌بینی تغییرات تا سال ۱۴۲۰ از الگوی زنجیره مارکوف و CA استفاده شده است. نتایج به دست آمده در بازه زمانی ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ نشان می‌دهد که مساحت تمام کاربری‌های منطقه مورد مطالعه به جز کاربری اراضی بایر روندی افزایشی داشته است؛ به‌طوری‌که مساحت کاربری شهر از ۸۱۱۹۸ مترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۱۰۸۷۲۰ مترمربع در سال ۲۰۱۰ و به ۱۴۴۴۴۱ مترمربع در سال ۲۰۱۹ رسیده است. همچنین مساحت اراضی کشاورزی از ۲۰۷۸۲۸ مترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۲۶۶۲۶۵ مترمربع در سال ۲۰۱۰ و به ۲۰۲۹۴۱

مترمربع در سال ۲۰۱۹ رسیده است. مساحت اراضی فضای سبز و باغات از ۲۰۰۷ مترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۳۰۸۶۱ مترمربع در سال ۲۰۱۰ و به ۲۷۳۵۱ مترمربع در سال ۲۰۱۹ رسیده است. مساحت اراضی بایر از ۷۵۶۵۰۴ مترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۶۵۹۷۵۴ مترمربع در سال ۲۰۱۰ و به ۶۹۰۸۶۷ مترمربع در سال ۲۰۱۹ رسیده است و این نشان می‌دهد مساحت این اراضی با گذشت زمان کاهش داشته است. همچنین پیش‌بینی وضعیت چهار طبقه پوشش زمین شامل اراضی شهر، کشاورزی، بایر و فضای سبز و باغات در شهر تربت‌جام در افق ۱۴۰۴ نشان می‌دهد مساحت کاربری شهر در افق ۱۴۲۰ افزایش خواهد داشت؛ به‌طوری‌که این کاربری ۱۹۲/۱۳٪ دچار تغییر خواهد شد. مساحت کاربری کشاورزی با ۷۱/۰۵٪ و فضای سبز و باغات با ۵۳/۳۲٪ تغییرات روندی کاهشی خواهند داشت و مساحت کاربری بایر نیز با ۱۰۰/۸۷٪ تغییرات روندی افزایشی خواهد داشت. در پایان با شاخص توسعه چشم‌انداز، نوع رشد شهری مشخص شد. همچنین براساس این شاخص، نوع رشد شهر تربت‌جام از نوع لبه‌ای است.

کلیدواژه‌ها: شهرنشینی، کاربری اراضی، لندست، زنجیره مارکوف و CA، تربت‌جام.

۱- مقدمه

تمرکز بی‌برنامه جمعیت، بدون در نظر گرفتن تمهیدات زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی، ریشه بسیاری از بحران‌ها و مشکلاتی است که بشر به‌تازگی با آن‌ها برخورد کرده است. با اهمیت پیدا کردن محدودیت منابع، اندیشمندان و نظریه‌پردازان بسیاری رشد ناموزون شهرها را پدیده‌ای غیرقابل‌پذیرش معرفی کرده‌اند و در جست‌وجوی راهی برای اصلاح روندهای موجود می‌باشند (شیخی و روشناس، ۱۳۹۴). ناحیه‌های شهری چهار درصد از سطح زمین را دربرگرفته‌اند؛ بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها ساکن‌اند (حسین‌زاده و پناهی، ۱۳۹۳). رشد سریع جمعیت شهری جهان به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه، یکی از چالش‌های اصلی برای دولت‌ها و آژانس‌های برنامه‌ریزی محسوب می‌شود. امروزه ۳،۹ میلیارد نفر، ۵۴ درصد جمعیت جهان، در نواحی شهری زندگی می‌کنند و در سال ۲۰۵۰ این تعداد به ۶،۳ میلیارد نفر افزایش خواهد یافت و نزدیک به ۹۰ درصد افزایش جمعیت شهرنشین در شهرهای کشورهای درحال‌توسعه صورت می‌گیرد (سازمان ملل، ۲۰۱۵). الگوی گسترش فضایی-کالبدی شهرها در مقیاس جهانی، فرآیندهایی از تغییرات کاربری زمین‌ها را پیش روی شهرنشینان به‌طور اعم و مدیران، برنامه‌ریزان و مجریان شهری به‌طور اخص قرار داده است. این موضوع در کنار مداخله پارامترهای متغیری همچون جمعیت و جریان‌های جمعیتی چون مهاجرت، سیاست‌های کلان شهرسازی دولتمردان و مدیریت ارشد برنامه‌ریزی ساختارهای شهری، بر پیچیدگی‌های مدیریتی و کنترل شهری می‌افزاید (اصغری زمانی و همکاران، ۱۳۸۹). کاربری اراضی شهری جزو مفاهیم پایه و اصلی دانش شهرسازی و در واقع شالوده شکل‌گیری آن است و

به اندازه‌ای حائز اهمیت است که برخی از صاحب‌نظران برنامه‌ریزی شهری در کشورهای پیشرفته دنیا آن را برابر با برنامه‌ریزی شهری می‌دانند (زمانی و دیگران، ۱۳۹۵). گسترش روزافزون شهرها، افزایش مهاجرت به آن‌ها و رشد بی‌رویه جمعیت، لزوم هدایت آگاهانه و سازماندهی فضایی را دو چندان کرده است. از سوی دیگر پیش‌بینی توسعه شهرها برای برنامه‌ریزی و تأمین امکانات لازم با هدف رشد شهر در آینده بسیار ضروری است (خمر و نمازی، ۱۳۹۶). در دهه‌های اخیر رشد اسپرال و پراکنده شهری، به یکی از مهم‌ترین چالش‌های برنامه‌ریزی فضایی تبدیل شده و حامل آسیب‌های اجتماعی و زیست‌محیطی است. در سال‌های اخیر برنامه‌ریزان، اقتصاددانان، اکولوژیست‌ها و مدیریت مرتبط با امور شهری از مدل‌های مختلف و متنوعی برای ارزیابی تغییرات کاربری و بررسی نتایج این تغییرات در آینده استفاده کرده‌اند و روزه‌روز این مدل‌ها توسعه می‌یابند (رحیمی، ۱۳۹۷). در پی این فرآیند، اراضی کشاورزی در معرض نابودی قرار می‌گیرد (احدنژاد روشنی و حسینی، ۱۳۹۰)؛ بنابراین الگوی توسعه فضایی پراکنده، نیازی مبرم به تدوین برنامه‌ای منسجم و دقیق دارد؛ زیرا با شدت گرفتن توسعه شهر، برنامه‌ریزی برای توسعه‌های آتی جهت کاهش میزان تخریب در زمینه‌های مختلف امری بالارزش تلقی می‌گردد (شیعه و انام پور، ۱۳۹۰). شهر تربت‌جام یکی از شهرهای استان خراسان رضوی است که طی سال‌های اخیر شاهد روند روبه رشد جمعیت، رشد کالبدی و تغییر کاربری اراضی است؛ بنابراین برای غلبه بر مشکلاتی همچون پراکندگی ناموزون شهری و نوع تغییر کاربری اراضی، پیش‌بینی، بررسی و تحقیق این شهر ضروری است تا بتوان به توسعه پایدار محیط شهری کمک کرد. با در نظر گرفتن شرایط محیطی و مطالب مذکور اهداف اصلی این پژوهش به این صورت می‌باشند: بررسی وضعیت چهار طبقه پوشش زمین شامل اراضی شهر، کشاورزی، بایر و فضای سبز و باغات در شهر تربت‌جام طی سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹، پیش‌بینی وضعیت کاربری اراضی در افق ۱۴۲۰ همچنین در این راستا سؤالات اصلی تحقیق به این صورت می‌باشند: ۱- با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه از سال ۲۰۰۰ تا افق ۱۴۲۰ به چه شکل خواهد بود؟ ۲- رشد و توسعه شهر تربت‌جام از سال ۲۰۰۰ تا افق ۱۴۲۰ به کدام سمت خواهد بود؟ بنابراین فرضیه اصلی این پژوهش به این صورت ارائه شده است: با استفاده از فناوری سنجش‌ازدور و مدل زنجیره مارکوف طی دو دهه گذشته شهر تربت‌جام شاهد توسعه فضایی و گسترش فیزیکی در جهات مختلف بوده و تغییرات و انتقال کاربری‌های اراضی آن چشمگیر است. تاکنون مطالعات زیادی در زمینه پیش‌بینی و گسترش شهری انجام گرفته است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود: اکبری و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیقی به تحلیل و پیش‌بینی گسترش شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و زنجیره مارکوف طی سال‌های ۱۴۰۴-۱۳۷۹ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تغییر در سال‌های ۷۹ تا ۸۸ مربوط به محور باغات و اراضی کشاورزی بوده است. مساحت اراضی بایر و مراتع در سال ۱۳۸۸ نسبت به سال ۱۳۷۹ کاهش یافته اما در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۸ افزایش یافته است. همچنین در طی سه بازه ۱۳۷۹، ۱۳۸۸، ۱۳۹۵ بیشترین

تغییر در کاربری‌های مربوط به محدوده‌های ساخته شده است که براساس پیش‌بینی مارکوف در افق ۱۴۰۴ این کاربری حدود ۱۲۱/۵۷٪ دچار تغییر خواهد شد. اورامبوت^۱ و همکاران (۲۰۱۸) روند توسعه اسپرال را در اروپا ارزیابی کرده‌اند. براساس این پژوهش رشد اسپرال شهری از مشخصات شهرهای جهان سوم نبوده است؛ بلکه این نوع رشد در بیشتر مناطق شهری دنیا به شکل‌های مختلف دیده می‌شود؛ به‌طوری‌که در بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰، توسعه شهری سه برابر بیش از رشد جمعیت شهری بوده است که از میل به توسعه پیرامونی و به‌صورت پراکنده حکایت دارد. رحیمی (۱۳۹۷) در مقاله‌ای به ارزیابی رشد اسپرال تبریز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌سازی توسعه احتمالی پرداخته است. نتایج ارزیابی دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۵-۱۳۹۵) نشان دهنده توسعه رو به پیرامون و اسپرال شهری در تبریز است که طی آن بیشترین زمین‌های پیرامونی شهر به ساختار شهری تبدیل شده است. امان‌پور و همکاران (۱۳۹۵) در مقاله‌ای به‌عنوان تحلیلی بر تغییرات کاربری اراضی در کلانشهرها با استفاده از آنالیز تصاویر ماهواره‌ای در محیط ENVI (مطالعه موردی: کلانشهر اهواز) پرداخته‌اند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ نزدیک به ۲۳٪ از سهم اراضی بایر و زمین‌های کشاورزی کم شده و در طرف مقابل سهم اراضی ساخته شده از ۱۶,۳۵ به ۳۴,۵۵ افزایش یافته است که بیشترین آن‌ها مربوط به مناطق جنوبی و شرقی اهواز (قسمت‌هایی از مناطق ۴، ۵ و ۶ شهرداری) می‌باشد. آرخی و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله‌ای به ارزیابی و تحلیل توسعه فیزیکی شهرهای میانی با استفاده از GIS و RS (مطالعه موردی: شهر گنبد) پرداخته‌اند. براساس نتایج بدست آمده مشخص گردید روش تفاضل شاخص پوشش گیاهی NDVI بیشترین ضریب کاپا را که برابر است با ۹۹,۶۶ درصد داشته است و بقیه تکنیک‌ها نیز دارای ضریب کاپا بالا می‌باشند. واکود^۲ و همکاران (۲۰۱۳)، به ارزیابی گسترش شهری حیدرآباد هند با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و GIS اقدام کرده‌اند. تاپا و موریاما^۳ (۲۰۱۲)، از مدل‌سازی تغییرات اراضی (LCM) جهت مدل‌سازی توسعه شهر نیال استفاده کردند. هادوی و روستایی (۱۳۹۰) شیبه-سازی رشد شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در شهر زنجان را انجام دادند. ورودی‌های اصلی این پژوهش الگوهای زمانی و مکانی کاربری، پوشش اراضی و قوانین تبدیل بوده که به دو صورت کلی و محلی تقسیم شده بود. در انتها نیز مشخص شد که رشد شهر زنجان همراه با از بین رفتن باغات و مزارع و از طرفی همراه با افزایش اراضی بایر و رها شده در داخل محدوده بوده و این بیانگر توسعه بی‌قواره، افقی و نامطلوب شهر زنجان در سه دهه اخیر بوده است.

1 Aurambout

2 Wakode

3 Thapa & Murayama

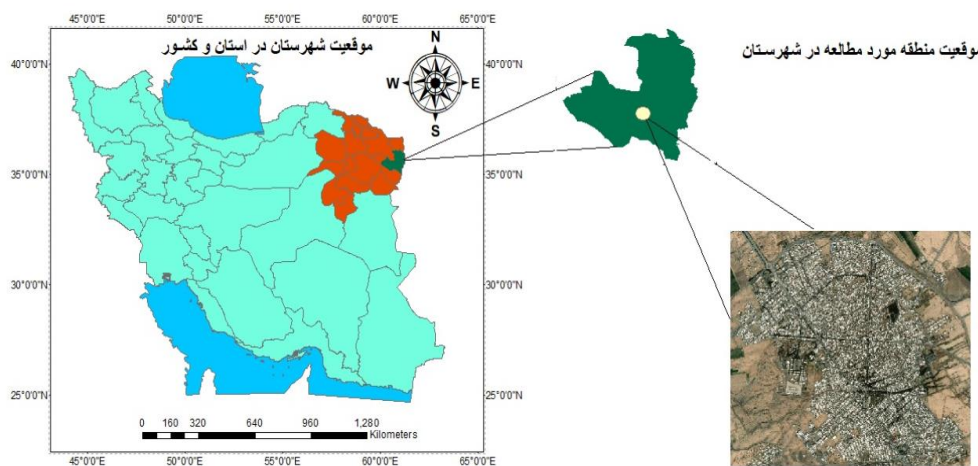
۲- منطقه مورد مطالعه

تربت جام تا سال ۱۳۳۰. ش یکی از بخش های شهرستان مشهد از استان نهم (خراسان) به شمار می آمد و در همان سال به شهرستان ارتقاء یافت. این شهرستان بر اساس قانون تقسیمات کشوری در ۱۳۸۶. ش، مشتمل بر ۳ شهر، ۵ بخش، ۱۰ دهستان است. شهرستان تربت جام دارای دو ناحیه کوهستانی و دشتی است. بلندی های شهرستان تربت-جام بیشتر در جنوب غربی، مرکزی و شمال شهرستان است. امروزه شهرستان تربت جام با جمعیتی بالغ بر ۱۴۰ هزار نفر بعد از شهرستان های نیشابور، سبزوار و تربت حیدریه بزرگ ترین شهرستان استان خراسان رضوی است. شهر تربت جام که مرکز شهرستان تربت جام است، در ۳۵ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۶۰ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی و در ارتفاع ۹۱۰ متری از سطح دریا واقع است.

جدول ۱- تحولات جمعیتی شهر تربت جام طی سال های ۱۳۶۵-۱۳۹۵

سال	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰	۱۳۹۵
میزان جمعیت بر اساس نفر	۶۴۰۱۰	۶۸۴۸۳	۸۳۵۵۸	۹۴۷۵۸	۱۰۰۴۷۷
متوسط رشد سالانه به درصد	۲,۲	۰,۵	۱,۱	۰,۹	۰,۷

(منبع: مرکز آمار ایران)



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

۳- مواد و روش

در این تحقیق از تصاویر سنجنده ETM مربوط به سال های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ و سال ۲۰۱۹ سنجنده OLI از ماهواره لندست استفاده شده است. در ابتدا تصاویر ماهواره ای لندست تصحیح هندسی و رادیو متریک شد تا خطاهای

مربوط به تصاویر ماهواره‌ای کاهش یابد. در ادامه محدوده مورد مطالعه از تصاویر جدا کرده و اقدام به طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای شد. روش مورد استفاده جهت طبقه‌بندی اطلاعات روش نظارت شده می‌باشد. در این روش برای رده‌بندی پیکسل‌ها از نمونه‌های آموزشی استفاده می‌گردد. بدین معنی که با تعریف پیکسل‌های مشخص از تصویر برای هر یک از کلاس‌ها عمل طبقه‌بندی در قالب کلاس‌های در نظر گرفته شده انجام شده است. همچنین لازم به توضیح است که الگوریتم حداکثر مشابهت جهت طبقه‌بندی نظارت مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش ارزش بازتابی هر پیکسل ناشناخته و بر اساس واریانس و کوواریانس آن طبقه واکنش طیفی ویژه، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و فرض بر این است که توزیع داده‌های هر طبقه بر اساس توزیع نرمال در اطراف پیکسل میانگین آن طبقه قرار گرفته‌اند (علیزاده ربیعی، ۱۳۹۲). در ادامه واریانس و کوواریانس و میانگین طبقه مختلف هر تصویر ماهواره‌ای، برای طبقه‌بندی پدیده‌ها محاسبه می‌شود تا هر یک از پیکسل‌ها به طبقه‌ای تعلق یابد که حضورش در آن طبقه از احتمال بیشتری برخوردار است. در ادامه جهت پی بردن به تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه (شهر تربت‌جام) که شامل کاربری‌های شهر، کشاورزی، فضای سبز و باغات و بایر مد نظر قرار گرفته، از مدل زنجیره مارکوف استفاده شد. در زنجیره مارکوف از کلاس‌های پوشش به عنوان حالت یا همان وضعیت‌های زنجیره استفاده شده است. در این تحلیل همواره از دو نقشه رستری استفاده می‌شود که موردی‌ها مدل نامیده می‌شوند. علاوه بر این دو نقشه فاصله زمانی بین دو تصویر و فاصله زمانی پیش بینی در افق ۱۴۲۰ نیز در مدل CA مارکوف در نظر گرفته می‌شود. خروجی مدل مارکوف نیز شامل احتمال تبدیل وضعیت و ماتریس مساحت‌های تبدیل شده در هر کلاس و در نهایت تصاویر احتمالی شرطی برای تبدیل کاربری مختلف است. پیش‌بینی در مدل مارکوف با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود (فن و همکاران^۱، ۲۰۰۸).

$$S(t+1) = P_{ij} * S(t)$$

در این رابطه؛ $S(t)$ ، $S(t+1)$ حالت‌های سیستم در زمان $t+1$ هستند و p_{ij} ماتریس احتمال انتقال در یک حالت است که از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$P = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & \dots & P_{0m} \\ P_{10} & P_{11} & \dots & P_{1m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{n0} & P_{n1} & \dots & P_{nm} \end{bmatrix}$$

همین طور در این پژوهش جهت اعتماد به طبقه بندی صورت گرفته از شاخص کاپا استفاده شده است. شاخص کاپا از رابطه زیر محاسبه می گردد:

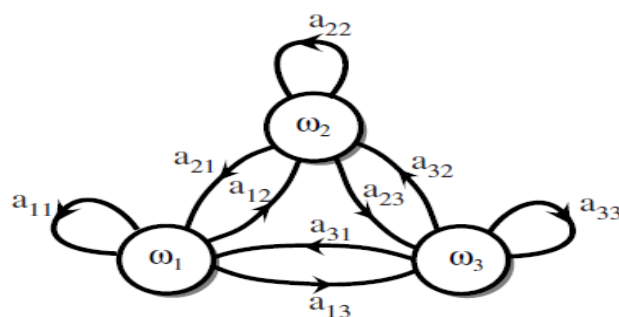
$$kappa = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c} * 100$$

P0: درستی مشاهده شده

PC: توافق مورد انتظار

۳-۱- مدل پیش بینی زنجیره مارکوف

زنجیره های مارکوف یک روش ریاضی و احتمالاتی می باشد. در واقع مدل زنجیره ای مارکوف مدلی تصادفی برای توصیف یک توالی از رویدادهای احتمالی است که در آن احتمال هر رویداد فقط به حالت رویداد قبلی بستگی دارد و بر اساس آن پیش بینی می شود. زنجیره مارکوف یک فرآیند تصادفی بدون حافظه است بدین معنی که توزیع احتمال شرطی حالت بعد تنها به حالت فعلی بستگی دارد و مستقل از گذشته است. نتیجه مستقیم حاصل از این مدل، ماتریس احتمال انتقال است؛ اما در این مدل هیچ درک جغرافیایی به دست نمی آید و در پایان به مدل سازی نقشه واحدی که نشان دهنده توزیع مکانی کلاس ها باشد، تولید نمی گردد. برای رفع این مشکل در دهه ۱۹۵۰ مدل GA مارکوف توسط جان وان نیومن^۱ برای اضافه کردن مشخصه مکانی به مدل مارکوف طراحی شد (فن و همکاران^۱، ۲۰۰۸: ۱۴۷-۱۲۷).

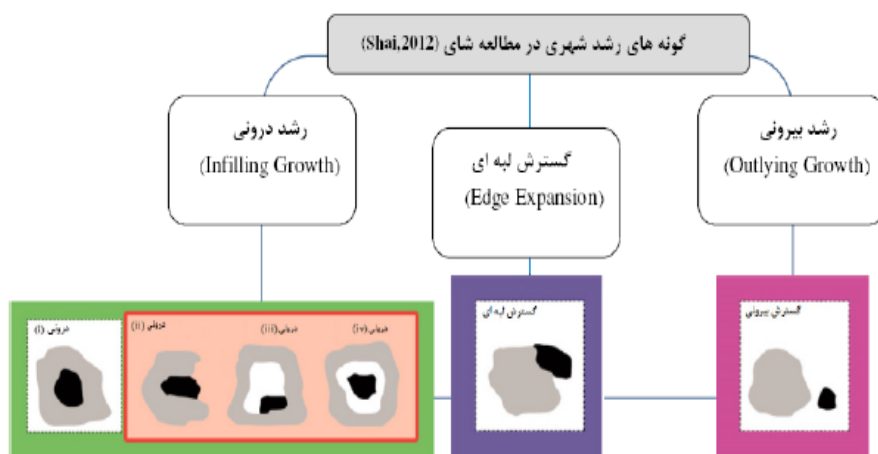


شکل ۲- نمونه ای از زنجیره مارکوف با سه حالت

۳-۲- شاخص سیمای سرزمین (LEI)

شاخص سیمای سرزمین به تجزیه و تحلیل الگوهای روند توسعه شهری می پردازد و هدف آن درک روابط پیچیده بین الگوی چشم انداز و فرآیندهای تغییر چشم انداز است. (شرودر و سپلت ۲۰۰۶) فورمن گسترش شهری را در سه قالب رشد بیرونی، گسترش لبه ای و رشد درونی قرار داده است و به این موضوع اشاره کرده است که سایر

تقسیم‌بندی‌های گونه‌های مختلف رشد شهری، به نوعی تحت تأثیر و با اندک تغییری می‌تواند در چارچوب سه گونه‌ی برشمرده قرار گیرد (لوو و همکاران^۱، ۲۰۱۰). از متریک‌های سرزمین بیشتر برای تجزیه و تحلیل ساده و توصیف خصوصیات هندسی و مکانی از نقشه‌های طبقه‌بندی شده استفاده می‌شود؛ اما شاخص‌های توسعه چشم-انداز علاوه بر تجزیه و تحلیل شهرهایی که آهنگ رشد سریعی دارند منعکس کننده الگوهای توزیع فضایی سرزمین‌ها می‌باشند که علاوه بر الگوهای چشم‌انداز بر پویایی زمانی متغیرها برای دو یا چند برهه زمانی هم استفاده می‌شود که استفاده از آنالیز بافر (Landscape Expansion Index) تعریف می‌شود به این صورت که با تجزیه و تحلیل آن می‌توان تعیین کرد که کدام یک از ویژگی‌ها یا در داخل یا خارج از محدوده تعریف شده رخ می‌دهد (لوو و همکاران^۲، ۲۰۱۰).



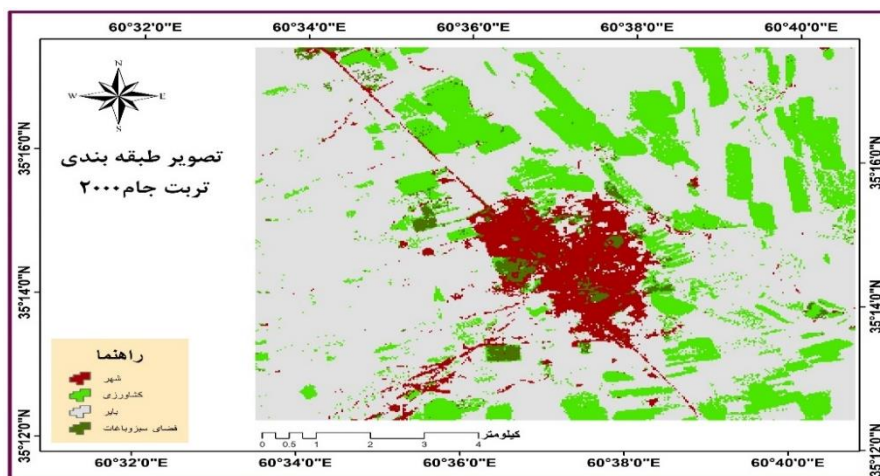
شکل ۳- طبقه‌بندی شش نوع فضایی از سه گونه رشد شهری و نحوه تشخیص آن از نظر شای

۴- یافته‌های تحقیق

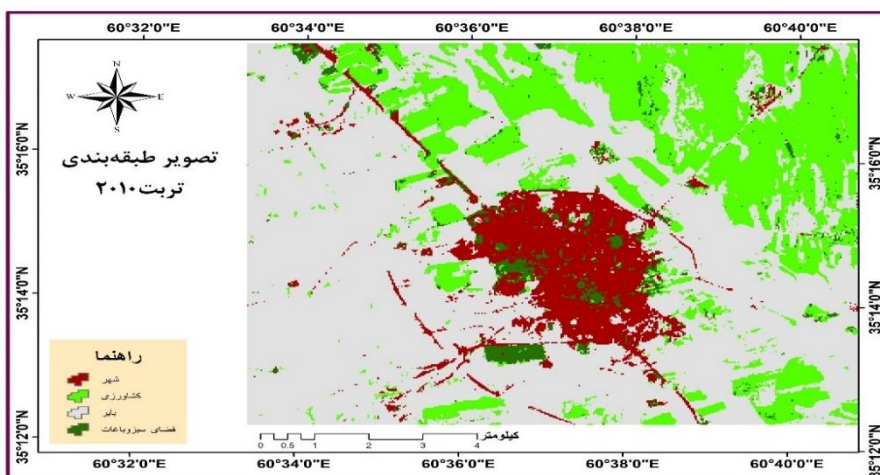
همان‌طور که گفته شد در پژوهش حاضر سعی بر آن است تا تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ مورد بررسی و پیش‌بینی تغییرات برای افق ۱۴۲۰ انجام پذیرد.

1 Liu

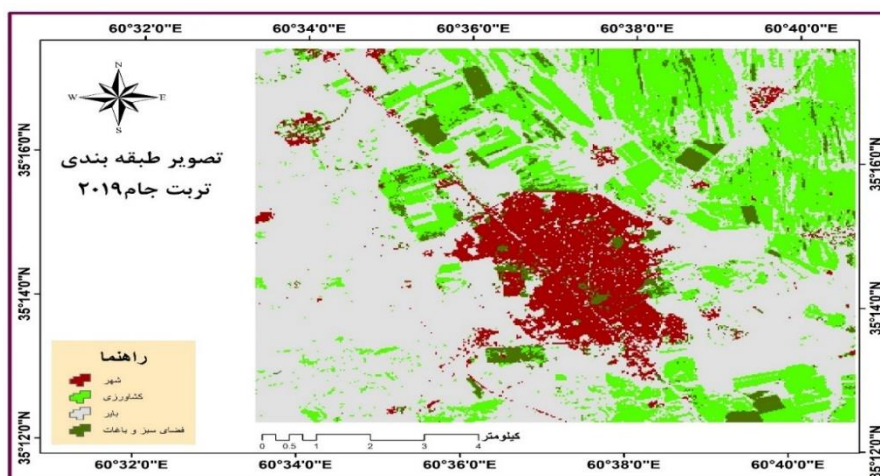
2 Liu



شکل ۴- تصویر طبقه‌بندی شده شهر تربت جام در سال ۲۰۰۰



شکل ۵- تصویر طبقه‌بندی شده شهر تربت جام در سال ۲۰۱۰



شکل ۶- تصویر طبقه‌بندی شده شهر تربت جام در سال ۲۰۱۹

با توجه به تصاویر طبقه‌بندی شده در بازه زمانی ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ مشخص گردید مساحت تمام کاربری‌های منطقه مورد مطالعه به جز کاربری اراضی بایر روندی افزایشی داشته است. به‌طوری که مساحت کاربری شهر از ۸۱۱۹۸ مترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۱۰۸۷۲۰ مترمربع در سال ۲۰۱۰ و به ۱۴۴۴۴۱ مترمربع در سال ۲۰۱۹ رسیده است. همچنین مساحت اراضی کشاورزی از ۲۰۷۸۲۸ مترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۲۶۶۲۶۵ مترمربع در سال ۲۰۱۰ و به ۲۰۲۹۴۱ مترمربع در سال ۲۰۱۹ رسیده است. مساحت اراضی فضای سبز و باغات از ۲۰۰۷ مترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۳۰۸۶۱ مترمربع در سال ۲۰۱۰ و به ۲۷۳۵۱ مترمربع در سال ۲۰۱۹ رسیده است. مساحت اراضی بایر از ۷۵۶۵۰۴ مترمربع در سال ۲۰۰۰ به ۶۵۹۷۵۴ مترمربع در سال ۲۰۱۰ و به ۶۹۰۸۶۷ مترمربع در سال ۲۰۱۹ رسیده است و این نشان می‌دهد مساحت این اراضی با گذشت زمان کاهش داشته است.

۴-۱- ماتریس مساحت انتقال وضعیت

با استفاده از نقشه‌های طبقه‌بندی شده شهر تربت‌جام برای هر دوره ماتریس احتمال انتقال وضعیت کلاس‌های کاربری اراضی بین دو دوره محاسبه شده است. از نقشه پوشش سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰، ماتریس تبدیل وضعیت اول و از نقشه پوشش سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ ماتریس تبدیل وضعیت دوم محاسبه شده است. این ماتریس‌ها حاوی اطلاعات و تبدیل هر کلاس به سایر کلاس‌ها می‌باشد و در نهایت مساحت کاربری‌ها در بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۹ در شهر تربت‌جام مشخص شد.

ماتریس مساحت انتقال که نشان‌دهنده تعداد پیکسل‌هایی است که از هر کلاس به کلاس‌های دیگر تبدیل می‌شوند.

جدول ۲- ماتریس مساحت انتقال وضعیت بین سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۰ (به مترمربع)

فضای سبز و باغات	بایر	کشاورزی	شهر	پوشش زمین
۳۷۴	۴۰۰۶	۲۷۱	۷۴۵۶	شهر
۳۳۹	۱۸۴۴۰	۱۰۷۲۹	۷۷	کشاورزی
۵۵۶	۶۰۲۹۸	۱۱۵۶۵	۸۸۷	بایر
۹۸۸	۱۳۱۲	۵۲۷	۶۰۲	فضای سبز و باغات

(منبع: یافته‌های تحقیق)

بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ ماتریس انتقال وضعیت بر حسب مترمربع نشان‌دهنده آن است که بیشترین تغییرات در تبدیل اراضی بایر به کشاورزی و برعکس کشاورزی به بایر رخ داده است. همچنین در همین بازه زمانی تبدیل اراضی فضای سبز و باغات به بایر تبدیل شده است.

جدول ۳- ماتریس احتمال انتقال وضعیت بین سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۰ (به مترمربع)

فضای سبز و باغات	بایر	کشاورزی	شهر	پوشش زمین
۰,۰۰۲۹	۰,۰۳۳۶	۰,۰۰۲۳	۰,۰۶۲۶	شهر
۰,۰۰۲۸	۰,۱۵۴۸	۰,۰۹۰۱	۰,۰۰۰۶	کشاورزی
۰,۰۰۴۷	۰,۵۰۶۳	۰,۰۹۷۱	۰,۰۰۷۴	بایر
۰,۰۰۸۳	۰,۰۱۱۰	۰,۰۰۴۴	۰,۰۰۵۱	فضای سبز و باغات

(منبع: یافته‌های تحقیق)

ماتریس احتمال انتقال، احتمال تغییر هر کلاس به کلاس دیگر را مشخص می‌کند. براساس جدول (۳) بیشترین احتمال انتقال کاربری‌ها در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ به تبدیل اراضی بایر به کشاورزی و برعکس کشاورزی به بایر و فضای سبز و باغات به بایر مربوط می‌باشد.

جدول ۴- ماتریس مساحت انتقال وضعیت بین سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰ (به مترمربع)

فضای سبز و باغات	بایر	کشاورزی	شهر	پوشش زمین
۱۰۱۴	۳۶۵۲	۳۸۵	۱۰۹۹۸	شهر
۴۰۹	۷۸۸۳	۱۴۲۳۹	۱۸	کشاورزی
۸۴۰	۶۱۲۲۲	۱۳۸۴۹	۸۵۲	بایر
۱۱۶۶	۵۴۹	۱۱۱۲	۲۱۲	فضای سبز و باغات

(منبع: یافته‌های تحقیق)

باتوجه به خروجی‌های جدول (۴) مشخص شد بیشترین احتمال انتقال کاربری‌ها به ترتیب در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ مربوط به احتمال تغییر اراضی بایر به اراضی کشاورزی و کشاورزی به بایر می‌شود همچنین احتمال تغییر فضای سبز و باغات به اراضی کشاورزی مربوط می‌باشد.

جدول ۵- ماتریس احتمال انتقال وضعیت بین سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰ (به مترمربع)

فضای سبز و باغات	بایر	کشاورزی	شهر	پوشش زمین
۰,۰۰۸۵	۰,۰۳۰۷	۰,۰۰۳۲	۰,۰۹۲۳	شهر
۰,۰۰۳۴	۰,۰۶۶۲	۰,۱۱۹۶	۰,۰۰۰۲	کشاورزی
۰,۰۰۷۱	۰,۵۱۴۱	۰,۱۱۶۳	۰,۰۰۷۲	بایر
۰,۰۰۹۸	۰,۰۰۴۶	۰,۰۰۹۳	۰,۰۰۱۸	فضای سبز و باغات

(منبع: یافته‌های تحقیق)

باتوجه به خروجی‌های جدول (۵) مشخص شد بیشترین احتمال انتقال کاربری‌ها به ترتیب در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ مربوط به احتمال تغییر اراضی بایر به اراضی کشاورزی و کشاورزی به بایر می‌شود همچنین احتمال تغییر فضای سبز و باغات به اراضی کشاورزی مربوط می‌باشد. کاربری شهری تربت‌جام در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰، ۲۰۱۹ به ترتیب ۸۱۱،۹۸، ۱۰۸۷،۲۰، ۱۴۴۴،۴۱ هکتار بوده که حدود ۶۳۲،۴۳ هکتار به مساحت اراضی شهری منطقه مورد مطالعه اضافه شده است و بالعکس از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ از مساحت اراضی کشاورزی، بایر و فضای سبز و باغات کاسته شده است که دلیل آن توسعه شهر تربت‌جام بوده است.

جدول ۶- مساحت کاربری اراضی در بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۰۰ (به مترمربع)

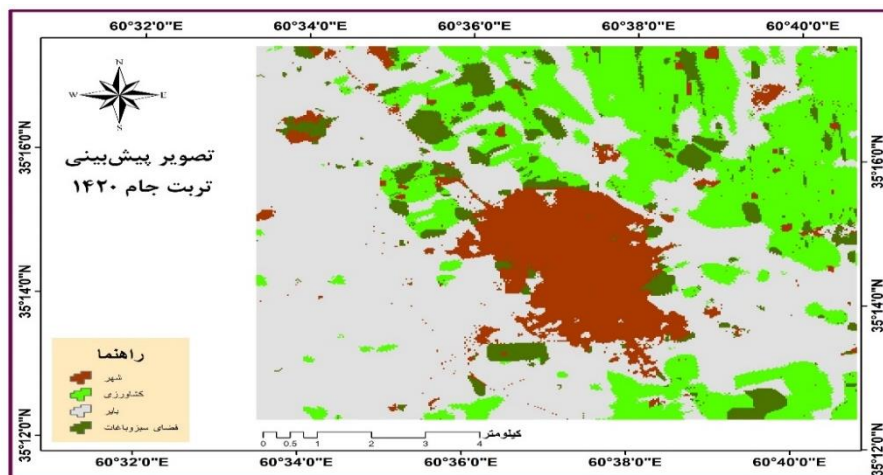
پوشش زمین	۲۰۰۰	۲۰۱۰	۲۰۱۹
شهر	۸۱۱۹۸۰۰	۱۰۸۷۲۰۰۰	۱۴۴۴۴۱۰۰
کشاورزی	۲۰۷۸۲۸۰۰	۲۶۶۲۶۵۰۰	۲۰۲۹۴۱۰۰
بایر	۷۵۶۵۰۴۰۰	۶۵۹۷۵۴۰۰	۶۹۰۸۶۷۰۰
فضای سبز و باغات	۲۰۰۷۰۰۰	۳۰۸۶۱۰۰	۲۷۳۵۱۰۰

(منبع: یافته‌های تحقیق)

براساس جدول (۶) مشخص شد که مساحت کاربری شهر از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۹ افزایش داشته است. مساحت کاربری کشاورزی از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۰ روندی افزایشی داشته است اما از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۹ به شدت مساحت این کاربری کاهش یافته است. مساحت اراضی بایر از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۰ روندی کاهشی داشته است اما از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۹ مساحت این کاربری افزایش داشته است. مساحت کاربری فضای سبز و باغات از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۰ افزایش یافته است، اما از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۹ با کاهش مساحت این کاربری روبه رو بوده است.

۴-۲- مدل‌سازی کلاس‌های کاربری برای افق ۱۴۲۰

به منظور ارزیابی تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی شهر تربت‌جام که شامل کاربری‌های شهر، کشاورزی، بایر و فضای سبز و باغات می‌باشد از مدل زنجیره مارکوف استفاده شده است. در مدل زنجیره مارکوف از کلاس‌های پوشش به عنوان حالت یا همان وضعیت‌های زنجیره استفاده شد و (ماتریس مساحت انتقال که نشان‌دهنده تعداد پیکسل‌هایی که از هر کلاس به کلاس‌های دیگر تبدیل شوند) یا همان مقدار وسعتی که از هر کاربری به کاربری دیگر در بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۹ مشخص گردید که از خروجی جداول ذکر شده، براساس مدل CA مارکوف، پیش‌بینی مساحت چهار طبقه پوشش زمین در کاربری‌های ذکر شده برای افق ۱۴۰۴ مشخص گردید.



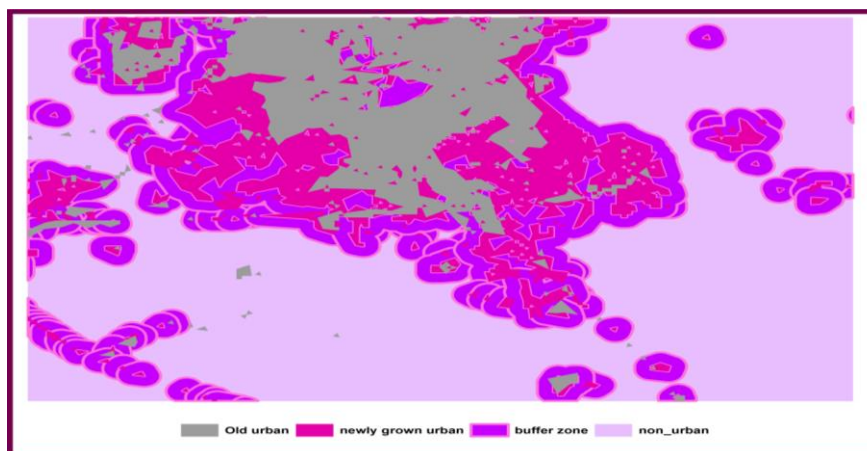
شکل ۷- تصویر طبقه بندی شده شهر تربت جام در سال ۱۴۲۰

جدول ۷- کاربری اراضی از سال ۲۰۱۹ تا افق ۱۴۲۰ و درصد تغییرات

پوشش زمین	۲۰۱۹	۱۴۲۰	افزایش تغییرات در افق ۱۴۲۰ (به درصد)
شهر	۱۰۶۹۳۸۰۰	۲۰۵۴۶۱۰۰	۱۹۲٫۱۳
کشاورزی	۲۶۷۱۱۱۰۰	۱۸۹۸۰۱۰۰	۷۱٫۰۵
بایر	۶۳۴۱۸۵۰۰	۶۳۹۷۴۷۰۰	۱۰۰٫۸۷
فضای سبز و باغات	۵۷۳۶۶۰۰	۳۰۵۹۱۰۰	۵۳٫۳۲

(منبع: یافته های تحقیق)

باتوجه به نقشه شماره (۵) که پیش بینی وضعیت چهار طبقه پوشش زمین شامل اراضی شهر، کشاورزی، بایر و فضای سبز و باغات در شهر تربت جام در افق ۱۴۰۴ را نشان داده است، مساحت کاربری شهر در افق ۱۴۲۰ افزایش خواهد داشت به طوری که مساحت این کاربری به ۲۰۵۴۶۱۰۰ مترمربع خواهد رسید. مساحت کاربری کشاورزی و فضای سبز و باغات روندی کاهشی خواهد داشت. مساحت کاربری بایر نیز روندی افزایشی خواهد داشت.



شکل ۸- نمایش گونه رشد شهری از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹

جدول ۸- نمایش گونه رشد شهری از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹

LEI	مساحت ۲۰۱۹	درصد
۰	۰,۶۵۳۹۷۱	۶,۰۰۸
>۵۰	۰,۰۰۶۹۴۷	۰,۰۶۳
>۰<۵۰	۱۰,۲۲۴۰۳۶	۹۳,۹۲
مجموع	۱۰,۸۸۴۹۵۴	۱۰۰

(منبع: یافته‌های تحقیق)

طبق شاخص توسعه شهری و براساس ارزش عددی که به بافر داده بودیم مشخص شد که بیشترین توسعه شهر تربت‌جام حدود ۰,۰۶۳ درصد از نوع توسعه درونی (infilling) و حدود ۹۳,۹۲ درصد از نوع توسعه از لبه شهر (edge-expansion) و ۶,۰۰۸ درصد توسعه بیرونی شهر (Outlaying) می‌باشد.

۵- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر تغییرات پوشش زمین در کاربری‌های شهر، کشاورزی، بایر و فضای سبز و باغات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ الگوریتم حداکثر مشابهت، روش نظارت شده و مدل زنجیره مارکوف استفاده شده است. در مدل زنجیره مارکوف از کلاس‌های پوشش به عنوان حالت یا همان وضعیت‌های زنجیره استفاده شده و (ماتریس مساحت انتقال که نشان‌دهنده تعداد پیکسل‌هایی که از هر کلاس به کلاس‌های دیگر تبدیل شوند) یا همان مقدار وسعتی که از هر کاربری به کاربری دیگر در بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۰۰ تغییر یافته است. همچنین براساس مدل CA مارکوف پیش‌بینی مساحت چهار طبقه پوشش زمین در کاربری‌های ذکر

شده در افق ۱۴۲۰ مشخص گردید. در بررسی سؤال اول تحقیق مبنی بر اینکه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه از سال ۲۰۰۰ تا افق ۱۴۲۰ به چه شکل خواهد بود؟ در این راستا مشخص شد در طی سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۹ مساحت کاربری‌های شهر، کشاورزی و فضای سبز روندی افزایشی داشته است و مساحت اراضی بایر روندی کاهشی داشته است و مساحت کاربری‌ها در افق ۱۴۲۰ نسبت به سال ۲۰۱۹ به این صورت می‌باشد که مساحت کاربری شهر و بایر با افزایش مساحت، کاربری کشاورزی و فضای سبز و باغات با کاهش مساحت روبه رو خواهند بود. همچنین ماتریس احتمال انتقال و ماتریس مساحت انتقال وضعیت برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ محاسبه شد و نتایج آن نشان داد که بیشترین تغییرات در تبدیل اراضی بایر به کشاورزی و اراضی کشاورزی به بایر همچنین اراضی فضای سبز و باغات به بایر مربوط می‌شود. بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ بیشترین احتمال انتقال کاربری‌ها مربوط به اراضی بایر به کشاورزی و کشاورزی به بایر و احتمال تغییر فضای سبز و باغات به کشاورزی می‌باشد. در مقایسه مطالعات مشابه صورت گرفته می‌توان به تحقیقی با عنوان تشخیص و پیش‌بینی توسعه شهری منطقه هانوی (ویتنام) با استفاده از مدل ماهواره‌ای SPOT-5 و مدل زنجیره ماکوف اشاره کرد، که توسط نام وان و همکاران (۲۰۱۷) انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که سطوح غیرقابل نفوذ هانوی به ترتیب ۸٫۲۷٪ و ۱۴٫۰۹٪ از کل منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۱۹ و ۲۰۲۷ افزایش خواهد یافت. در پژوهش حاضر علاوه بر اینکه از روش طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای برای طبقه‌بندی و نمایش تغییرات کاربری‌های مختلف انجام شد، با استفاده از شاخص سیمای شهر (LEI) نوع گسترش شهر نیز مشخص شد. طبق شاخص توسعه شهری مشخص شد که توسعه شهر تربت‌جام حدود ۰٫۰۶۳ درصد از نوع توسعه درونی (infilling) و حدود ۹۳٫۹۲ درصد از نوع توسعه از لبه شهر (edge-expansion) و ۶٫۰۰۸ درصد توسعه بیرونی شهر (Outlaying) می‌باشد. نتایج این مطالعه اطلاعات ارزشمندی را برای برنامه‌ریزان شهر محلی در برنامه‌ریزی و توسعه شهری ارائه می‌دهند. در تحقیقی دیگر با استفاده از مدل اتوماسیون سلول به بازسازی ترکیب‌بندی‌های توسعه شهری توسط وو (۲۰۰۰) پرداخته شد. در این پژوهش دو فرآیند بر رشد شهر تأثیرگذار بود که شامل توسعه خودانگیخته و توسعه سازماندهی شده می‌باشد. نتایج مدل شبیه‌سازی شده نشان‌دهنده آن بود که اشکال مورفولوژیکی توسعه شهر می‌توانند براساس مدل CA بدست آیند اما برای تهیه نقشه اصلی و توسعه آتی شهر نیاز است تا پارامترهای دیگری نیز جهت کالیبراسیون مورد استفاده قرار گیرند. همچنین در مقاله‌ای تحت عنوان مدل‌سازی توسعه شهری با استفاده از اتوماتای سلولی و الگوریتم ژنتیکی توسعه شهر شیراز را که زارعی و آل‌شینی (۱۳۹۱) مدل‌سازی کردند و به بررسی و توانایی کاربرد این مدل‌ها پرداخته و نتایج به‌دست آمده نشان‌گر این است که با ترکیب این دو مدل جهت پیش‌بینی رشد شهری، تأثیر هر یک از پارامترها را می‌توان بررسی کرد و به پارامترهای اصلی در توسعه اولویت داد. همچنین در مقاله‌ای دیگر با عنوان تعیین جهت بهینه گسترش شهر مشهد با استفاده از مدل ارزیابی چند عامله GIS و

RS که ضیائیان و همکاران (۱۳۹۰) مورد بررسی قرار دادند. در این مقاله با استفاده از مدل ارزیابی چند عامله و روش وزن‌دهی Critic و نیز عوامل فاصله از کاربری‌های شهری، فاصله از گسل، فاصله از اراضی مرغوب کشاورزی و باغ‌ها، زمین‌شناسی، قابلیت اراضی و شیب، تعیین شد که جهت بهینه گسترش آینده شهر مشهد، شمال‌غرب و غرب شهر می‌باشد. شهر تربت‌جام در فرآیند توسعه فیزیکی خود در چند دهه اخیر رشد سریع و بی‌برنامه را داشته است که نتیجه آن ایجاد و گسترش حاشیه‌نشینی، تخریب محیط‌زیست، تغییر کاربری اراضی، تداخل کاربری‌ها، عدم توجه به توانایی‌ها و تنگناهای محیطی، ساخت و ساز در پهنه‌های ناامن و نظایر این‌ها بوده است. در بررسی سؤال دوم تحقیق مبنی بر اینکه گسترش شهر تربت‌جام از سال ۲۰۰۰ تا افق ۱۴۲۰ به کدام سمت می‌باشد؟ با توجه به خروجی نقشه‌ها در سه بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۹ بیشترین تغییر مربوط به محدوده ساخته شده می‌باشد به طوری که در این دوره ساخت و سازها و رشد فیزیکی شهر در جهت شمال منطقه می‌باشد و از طرفی به دلیل اینکه ساخت و سازها بر روی اراضی کشاورزی انجام می‌شود در این سمت شاهد کاهش اراضی کشاورزی و افزایش شهر در این قسمت می‌باشیم. طبق پیش‌بینی انجام شده در تحقیق حاضر، در صورت عدم برنامه‌ریزی صحیح و مناسب برای شهر تربت‌جام و گسترش شهر به سمت شمال و در جهت اراضی کشاورزی در آینده این نه چندان دور شاهد نابودی اراضی کشاورزی خواهیم بود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود با در نظر گرفتن اقدامات لازم، حتی‌الامکان شهر به سمت شرق و جنوب شرق توسعه پیدا نماید که آسیب‌پذیری کمتری دارد همچنین بازنگری راهبردی در طرح‌های توسعه شهری در راستای حفظ منابع طبیعی شهر انجام پذیرد.

کتابنامه

- احدث‌زاد روشتی، محسن؛ حسینی، سیداحمد؛ ۱۳۹۰. ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: شهر تبریز در مقطع زمانی ۱۳۶۳ - ۱۴۰۰). مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری. ۲(۴): صص ۲۰ - ۱.
- اصغری‌زمانی، اکبر؛ ملکی، سعید و موحد، علی؛ ۱۳۸۹. پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی شهرزنگان با استفاده از الگوی CLUE-S. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای. شماره ۱۵. صص ۳۹-۶۴.
- اکبری، ابراهیم؛ زندی، رحمان؛ کلاته، رقیه؛ ۱۳۹۸. تحلیل و پیش‌بینی گسترش شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و زنجیره مارکوف (طی سال‌های ۱۳۷۹ - ۱۴۰۴). مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی. دوره ۸. شماره ۳۰. صص ۱۶۶-۱۴۹.
- امان‌پور، سعید؛ کاملی‌فر، محمدجواد؛ بهمنی، حجت؛ ۱۳۹۵. تحلیلی بر تغییرات کاربری اراضی در کلانشهرها با استفاده از آنالیز تصاویر ماهواره‌ای در محیط ENVI (مطالعه موردی: کلانشهر اهواز). فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی. دوره ۲۶. شماره ۱۰۲. صص ۱۵۰-۱۳۹.

- پوراحمد، احمد؛ یدقار، علی؛ حبیبی، کیومرث؛ ۱۳۸۳. بررسی روند و الگوی توسعه شهر سنندج با استفاده از GIS و RS. *نشریه هنرهای زیبا*. دوره ۱۶. شماره ۱۶. صص ۳۲-۱۵.
- رحیمی، اکبر؛ ۱۳۹۷. ارزیابی رشد اسپرال تبریز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌سازی توسعه احتمالی. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*. سال ۲۹. پیاپی ۷۲. شماره ۴. صص ۱۲۳-۱۰۹.
- شیعه، اسماعیل؛ آنام پور، محمد؛ ۱۳۹۰. پیاده‌سازی الگوریتم‌های فازی مبتنی بر GIS در الگوهای نوین برنامه‌ریزی برای تهیه برنامه گسترش کالبدی مناسب شهرهای میانه جمعیتی ایران (نمونه موردی: شهر خرمدره). *فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات شهری*. صص ۱۲۷-۱۰۹.
- علیزاده ربیعی، حسن؛ ۱۳۹۲. *سنجش‌ازدور: اصول و کاربرد*. انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
- قاسمی، علی؛ ۱۳۸۰. بررسی روند و شناخت الگوی توسعه فیزیکی شهر بهشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری. دانشگاه تهران.
- ماجدی، حمید؛ زبردست، اسفندیار؛ مجربی کرمانی، بهاره؛ ۱۳۹۲. بررسی متغیرهای مؤثر در رشد شهری ارومیه با استفاده از مدل لاجیستیک رگرسیون. *معماری و شهرسازی آرمان شهر*. شماره ۲۱. ۳۹۲-۳۷۷.
- محمدزاده، رحمت؛ ۱۳۸۶. بررسی اثرات زیست محیطی توسعه فیزیکی شتابان شهرها - با تأکید بر تهران و تبریز. *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*. شماره نهم. پاییز و زمستان. صص ۱۱۰-۹۴.
- مرکز آمار ایران، سال‌های (۱۳۶۵-۱۳۹۵). *سرشماری عمومی نفوس و مسکن*.
- هادوی، فرامرز؛ روستایی، شهرپور؛ ۱۳۹۰. شبیه‌سازی رشد شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: شهر زنجان)؛ هجدهمین همایش و نمایشگاه ملی ژئوماتیک. سازمان نقشه‌برداری کشور.

- Aurambout, J.P., Barranco, R., Lavalley, C., (2018). Towards a Simpler Characterization of Urban Sprawl across Urban Areas in Europe, Land, Vol 7 (33), Pp 1-18.
- Batisani, N. & Yamal, B. (2009). Urban Expansion in Center County, Pennsylvania: Spatial Dynamics and Landscape Transformations. *Applied Geography*. 29: 235-249.
- Bhatta, B. (2010), *Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing*; DataSpringer; London; p 191.
- Brueckner, J.K., Helsley, R.W., (2011). Sprawl and blight, J. Urban Economics. Vol 69 (2), 205-213.
- Deep, S., Saklani, A., (2014), Urban sprawl modeling using cellular automata. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, Vol 17. Pp 179-187.
- Fan, Fenglei, Wang, Yunpeng, and Wang, Zhishi, 2008, Temporal and spatial change, detecting (1998-2003) and predicting of land use and land cover in Core corridor of Pearl pp: 127-147.
- Guan, DongJie, Li, HaiFeng, Inohae, Takuro, Su Weici, Nagaie, Tadashi, and Hokao, Kazunori, 2011, Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model, *Ecological Modelling*, 222 (20-22), 3761-3772.
- Jensen, J.R., (2005). *Introductory digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*.

- Mas, Jean-François, Melanie, Kolb, Martin, Paegelow, María Teresa, Camacho Olmedo, and Thoma, Houet, 2014, Inductive pattern-based land use/cover change models: Acomparision of four software packages, *Environmental Modelling & Software*, 51: 94-111.
- Stevens, D. et al, (2007). "iCity: A GIS-CA modelling tool for urban planning and decision making", *Environmental Modelling & Software*, 22. pp 761-773.
- Tewolde, M. G., and P. Carbal, (2011), Urban Srawl Analysis and Modeling in Asmara.
- Thapa, R.B. and Y. Murayama. 2012. Scenario based urban growth allocation in Kathmandu Valley, Nepal. *Landscape and Urban Olanning* 105(1-2): 140-148.
- Wakode, Hemant Balwant, Klaus, Bater, Ramakar, Jha. & Raffig, Azzam, (2013), Analysis of yrban growth using Lands at TM/ETM data and GIS- a case study of Hyderabad, India. *Arabian Journal of Geoscience ces*, 7(1), 109-121.
- Zarei, R., Alsheikh, A.A., (2012). Modeling of Urban Development Using Cellular Automata and Genetic Algorithm, Case Study: shiraz City. *Journal of Research and Planning*, 3(11).
- Zhang, Zh., V. Lieven, C. Eva De, X. Ou and De.W. Robert. 2008. Vegetation change detection using artificial neural networks with ancillary data in Xishuangbanna, Yunnan Province, China. *Chin. Sci. Bull.* 52: 232-243.



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۱۸۲-۱۶۱

doi : <https://dx.doi.org/10.22067/geoe.h.2021.69072.1026>

مقاله پژوهشی

تبیین مؤلفه‌های کلیدی افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در برابر زلزله با رویکرد تحلیل ساختاری (مطالعه موردی: منطقه ۱۰)^۱

امین لطیفی - دانشجوی دکتری تخصصی شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

کرامت‌اله زیاری^۲ - استاد جغرافیا و 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: ۱۳۹۹/۱۲/۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱/۱۶ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۲/۱۵

چکیده

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل ساختاری به تبیین مؤلفه‌های افزایش تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ شهر تهران در برابر زلزله می‌پردازد. علت انتخاب این محدوده، تراکم جمعیتی بالا و بافت آسیب‌پذیر این منطقه از شهر تهران است. این پژوهش، تحقیقی میدانی با رویکرد توصیفی-تحلیلی بوده و به دنبال پاسخ به این سؤال است که عوامل کلیدی تبیین‌کننده مؤلفه‌های افزایش تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ شهر تهران در آینده با توجه به وضع موجود کدام‌اند؟ برای تدوین چارچوب نظری، ابتدا با استفاده از روش اسنادی، ادبیات 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، بر پایه مرور متون نظری و ادبیات موضوع، ۴۱ متغیر به‌عنوان شاخص‌های اولیه اندازه‌گیری تاب‌آوری کالبدی استخراج و در گام بعدی نظرات خبرگان در مورد اثرات این متغیرها بر یکدیگر از طریق توزیع ۲۰ پرسشنامه جمع‌آوری شدند. در نهایت پاسخ‌ها با استفاده از روش تحلیل اثرات متقابل ساختاری در نرم‌افزار MicMac مورد تحلیل قرار گرفتند. در این تحلیل،

۱ این مقاله 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 تهران غرب است.

Email: zayyari@ut.ac.ir

۲ نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۱۲۶۰۶۰۲

میزان تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم متغیرها بر یکدیگر و بر روند آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در برابر زلزله مشخص شد. نتایج حاکی از آن است که از بین ۴۱ متغیر اولیه تأثیرگذار، ۱۱ عامل در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله اثر کلیدی دارند. این متغیرها عبارت‌اند 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 ساختمان‌های ناپایدار، کاربری زمین، کلاس دانه‌بندی، حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی و نسبت راه به ساختمان در محدوده مورد مطالعه. همچنین نتایج پژوهش نشان می‌دهد که روابط عوامل کلیدی، از تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیادی برخوردارند.

کلیدواژه‌ها: تحلیل ساختاری، تاب‌آوری کالبدی، زلزله، منطقه ۱۰ تهران.

۱- مقدمه

شهرها به‌عنوان یک مکان تجمع برای جمعیت انسانی در معرض وقوع بلایای طبیعی هستند و وقوع یک مخاطره طبیعی همچون زلزله، وضعیت کنونی و آینده آن‌ها را با چالش‌های گوناگون مواجه می‌سازد. به‌بیان‌دیگر پاره‌ای از عوامل خارجی، که به‌طور مستقیم بر چرخه‌های طبیعی تأثیر می‌گذارند، احتمال تشدید آسیب‌پذیری شهرها را افزایش می‌دهند (مفیدی، ۱۳۹۸: ۹۶).

امروزه در جهان، تغییرات اساسی و چشمگیری در نگرش به مخاطرات طبیعی دیده می‌شود، به‌طوری‌که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است (آلدریچ و می‌یر^۱، ۲۰۱۵: ۱۶). از زمان تصویب لایحه چارچوب هیوگو در سال ۲۰۰۵، مصوب کمیسیون استراتژی بین‌المللی کاهش بحران سازمان ملل متحد^۲ هدف اصلی برنامه‌ریزی برای مخاطره و کاهش خطر بحران، علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری به نحوی بارز به سمت تمرکز روی ایجاد تاب‌آوری در جوامع گرایش پیدا کرده است (مایونگا^۳، ۲۰۰۷: ۱۲). در این پارادایم جدید، تغییر نگاه از واکنش‌پذیری و تک‌عاملی (دولت‌محور) به بازدارندگی و مشارکت است. این پارادایم رویکرد چند رشته‌ای دارد و برنامه‌ریزی با جامعه را به برنامه‌ریزی برای جامعه ترجیح می‌دهد (نوریس و همکاران^۴، ۲۰۰۸: ۲۱). در دو دهه اخیر نیز تاب‌آوری، راهی برای تقویت جوامع با استفاده از ظرفیت‌های آن مطرح شده و تعریف‌ها، رویکردها، شاخص‌ها و مدل‌های سنجشی متفاوتی در مورد آن شکل گرفته است (رضایی و کاویان‌پور، ۱۳۹۵: ۶).

1 Aldrich & Meyer

2 United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR)

3 Mayunga

4 Norris et al

با نگاه به اسناد فرادست از جمله طرح جامع جدید تهران، پر واضح است اگرچه این طرح، سقف جمعیت‌پذیری شهر در سال ۱۴۰۵ را ۱۰٫۵ میلیون نفر تعیین کرده است، اما بر اساس سرانه‌های استاندارد کاربری اراضی شهری، ظرفیت جمعیت‌پذیری تهران حدوداً شش میلیون نفر است و توان پاسخ‌دهی محیطی بیش از این تعداد را ندارد (مهندسین مشاور بوم‌سازگان پایدار، ۱۳۸۵: ۱۰۷).

بنابراین ضروری است تا مجموعه بزرگی چون تهران بتواند ظرفیت‌هایی را به وجود آورد که در هنگام وقوع زلزله، ضمن داشتن تاب‌آوری، توان تحمل و بازگشت به شرایط عادی را داشته باشد. هدف اصلی این تحقیق، شناسایی عوامل کلیدی تأثیرگذار، تأثیرپذیر و راهبردی در افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران و تعیین میزان اهمیت و نقش هر یک از این عوامل در منطقه ۱۰ تهران در مواقع وقوع زلزله و بروز بحران با رویکردی آینده‌نگارانه است. از این رو پژوهش حاضر در راستای پاسخ به این سؤال اصلی انجام گرفته است: (۱) عوامل کلیدی تبیین‌کننده مؤلفه‌های افزایش تاب‌آوری کالبدی در منطقه ۱۰ شهر تهران کدام‌اند؟

مفهوم واژه تاب‌آوری^۱ در واقع از واژه لاتین «Resilio» به معنای «به‌طور ناگهانی و یک‌باره عقب‌نشینی کردن (to jump back)» استخراج شده است؛ این کلمه را نخستین بار هولینگ^۲ در سال ۱۹۷۳ در مطالعات اکولوژیکی بکار گرفت (داداش‌پور و عادلی، ۱۳۹۴: ۲). برخی از اقتصاددانان محیطی نیز، تاب‌آوری را به‌عنوان مفهوم کلیدی پایداری می‌دانند (کلین و همکاران^۳، ۲۰۰۴: ۴). همچنین تاب‌آوری، اشاره به سازگاری فرایندها به‌عنوان یک تغییر مستقل از سیستم دارد (رکن‌الدین افتخاری و صادقلو، ۱۳۹۷: ۳۰۹). تاب‌آوری باید به‌گونه‌ای باشد که پیش‌بینی بهینه و درستی در مورد توانایی جامعه برای بهبود پس از وقوع بحران ارائه دهد (فتوفیلوف و روماگنولی^۴، ۲۰۲۰: ۸). تاب‌آوری شهری با توجه به حوادث نیز بدین مفهوم است که جامعه شهری قادر به ایستادگی در برابر حوادث و مخاطرات شدید طبیعی بدون صدمه دیدن از تلفات مخرب و خسارات، یا از دست دادن قدرت تولید با کیفیت زندگی باشد درحالی‌که کمک زیادی از خارج از جامعه دریافت نکند (میلیتی^۵، ۱۹۹۹: ۱۰).

چرخه تاب‌آوری شامل چهار مرحله است (الکساندر^۶، ۲۰۱۱: ۶):

۱. ارزیابی یا کاهش^۷: فعالیت‌هایی که برای حذف کردن یا کاهش آثار بحران ناشی از زلزله انجام می‌شود.
۲. آمادگی^۸: فعالیت‌هایی که همراه با آماده‌سازی مردم برای واکنش مناسب در مواقع ضروری انجام می‌گیرد.

1 Resilience

2 Holling

3 Klein et al

4 Feofilovs & Romagnoli

5 Mileti

6 Alexander

7 Mitigation

8 Preparedness

۳. پاسخگویی یا واکنش^۱: فعالیت‌هایی که هنگام حادثه یا بی‌درنگ پس از آن برای فراهم کردن کمک‌های ضروری به آسیب‌دیدگان و کاهش احتمال حوادث ثانویه و تسریع در عملیات بازیابی انجام می‌شود.

۴. بازیابی^۲: این مرحله شامل برنامه کمک‌های فردی و جمعی است که مسکن موقت و انواع وام‌ها را برای افراد به‌منظور سرعت بخشیدن در بازیابی جوامع فراهم می‌کند.

تاب‌آوری در ابعاد گوناگون به بررسی بروز بحران می‌پردازد (رفعیان و همکاران، ۱۳۹۵: ۶). درجه تاب‌آوری جوامع نمی‌تواند به‌طور مستقیم اندازه‌گیری شود و نیاز به ساخت شاخص‌های تاب‌آوری است (بنه و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۹). مرحله مهم در ایجاد شاخص‌ها، شناسایی متغیرهای متناسب و بیانگر عوامل است. این پژوهش بر اساس مبانی نظری و تجربی تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) در ارتباط با انتخاب شاخص‌های مناسب جهت تبیین مؤلفه‌های افزایش تاب‌آوری، در ابتدا از ابعاد چهارگانه اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی بهره برده و سپس شاخص‌های بعد کالبدی را ملاک عمل و مورد تحلیل قرار می‌دهد.

جدول ۱- ابعاد تاب‌آوری

ابعاد	تعاریف نظری
اجتماعی	این بعد ظرفیت گروه‌های اجتماعی و جوامع در بازیابی خود پس از وقوع بحران را می‌سنجد.
اقتصادی	در این بعد، نیاز سیستم اقتصادی به پشتیبان برای حفظ پایداری و تعادل بعد از وقوع بحران سنجیده می‌شود.
نهادی	این بعد حاوی ویژگی‌های مرتبط با تقلیل خطر، برنامه‌ریزی و تجربه سوانح قبلی است.
کالبدی	در بعد کالبدی به اصولی برای طراحی کالبد قبل از وقوع بحران و مخاطره پرداخته می‌شود.

منبع: Cutter & et.al, 2015

در بافت‌های ناکارآمد شهری، عناصر متشکله اعم از تأسیسات روبنایی و زیربنایی، ابنیه و مستحدثات ناکارآمد شده و ساکنان این نوع بافت‌ها از مشکلات متعدد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و کالبدی رنج می‌برند (صداقت رستمی و همکاران، ۱۳۹۰: ۹). بر اساس مطالعات صورت گرفته، قریب به نیمی از مساحت منطقه ۱۰ تهران به‌عنوان بافت فرسوده و ناکارآمد شناسایی شده است (علیزاده، ۱۳۹۶: ۹۴).

رویکرد پژوهش حاضر، تحلیل ساختاری است که به‌عنوان ابزاری قدرتمند برای نظم بخشیدن به تعداد زیادی از ایده کاربرد دارد. این تحلیل با استفاده از ماتریسی که مؤلفه‌های اصلی یک سیستم را با یکدیگر ترکیب می‌کند، آن را توصیف می‌کند. با استفاده از این روش می‌توان آن دسته از متغیرهای اصلی یک سیستم که بیشترین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بر دیگر متغیرها را دارند، شناسایی کرد. تحلیل اثرات متقابل یکی از روش‌های تحلیل ساختاری است که

1 Response

2 Recovery

3 Bene et al

به‌عنوان مکمل روش‌هایی چون دلفی در آینده‌نگاری و آینده‌پژوهی به کار می‌رود. در این روش تلاش می‌شود تا تأثیر یا احتمال تأثیر یک رویداد بر رویدادی دیگر پیش‌نگری شود (گوردون و همکاران ۱، ۲۰۱۹: ۸). این روش در گروه روش‌های نیمه کمی و اکتشافی قرار دارد که بیشتر بر تعامل و شواهد متکی است (مولایی، ۱۳۹۳: ۴). در روش تحلیل ساختاری (اثرات متقابل) از ابزارهایی چون جداول متقابل برای استنتاج نظام‌مند روابط متقابل میان متغیرهای مختلف استفاده می‌شود تا درکی از تحولات احتمالی آینده به دست آید که ناشی از تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم یک رویداد یا متغیر بر رویداد یا متغیری دیگر است. از روش‌های تأثیرات متقابل معمولاً در تحلیل‌هایی استفاده می‌شود که پیچیده‌تر از آن هستند که قابلیت تحلیل سیستمی خالص و قانع‌کننده را داشته باشند. به‌طور معمول، انجام تحلیل ساختاری مستلزم حضور مجموعه‌ای از کارشناسان و متخصصین یک حوزه است. در این راستا با بررسی مفاهیم و نتایج حاصل از ادبیات تحقیق در ارتباط با موضوع مورد مطالعه، پژوهش به سمت تعیین یک چارچوب مفهومی و نظری منسجم هدایت می‌شود (فیروزی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۰).

در ادامه به برخی از پژوهش‌های صورت گرفته در داخل و خارج از کشور، مرتبط به موضوع پژوهش پرداخته می‌شود.

شاهیوندی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهش خود با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک و بهره گرفتن از تکنیک دلفی، نتیجه گرفتند که شاخص‌های «قیمت زمین»، «مالکیت»، «ارتفاع» و «پراکنش کاربری‌ها» بیشترین تأثیر را در آینده تاب‌آوری مسکن در منطقه ۸ شهرداری اصفهان داشته است. سلطانی‌اصل و همکاران (۱۳۹۹) با استفاده از روش تحلیل ساختاری و پوشش محیطی، عوامل کلیدی مؤثر بر وضعیت آینده تاب‌آوری شهرک میان‌آباد اسلامشهر را مورد بررسی و تبیین قرار دادند. پورمحمدی و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله‌ای به تبیین ابعاد اجتماعی-اقتصادی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله در منطقه ۴ شهر تبریز پرداختند. محمدی و پاشازاده (۱۳۹۶)، در پژوهشی به سنجش میزان تاب‌آوری شهر اردبیل در برابر خطر وقوع زلزله پرداختند و نشان دادند که شهر اردبیل در وضعیت تاب‌آوری نامطلوبی قرار دارد.

در پژوهش‌های خارجی، گونچالوز و ریبریو^۲ (۲۰۲۰)، در تحقیق خود به ارائه نقشه‌برداری از تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی پرداختند. دیوید کارن و کاترینا راس^۳ (۲۰۱۹) در پژوهشی نشان دادند که عدم تحقیق پیرامون پتانسیل فضاهای باز برای تاب‌آوری در برابر زلزله، یک چالش بزرگ در مسیر ارزیابی کمی مخاطرات طبیعی در شهرها است. ژیاو لینگ ژان و هوآن لی^۴ (۲۰۱۸) در تحقیق خود به تشریح تفاوت‌های بین تاب‌آوری شهری و پایداری شهری پرداختند. از دیدگاه آن‌ها مخاطرات و تحولات پس از آن، لحظه‌ای از چرخه

1 Gordon et al

2 Gonçalves & Ribeiro

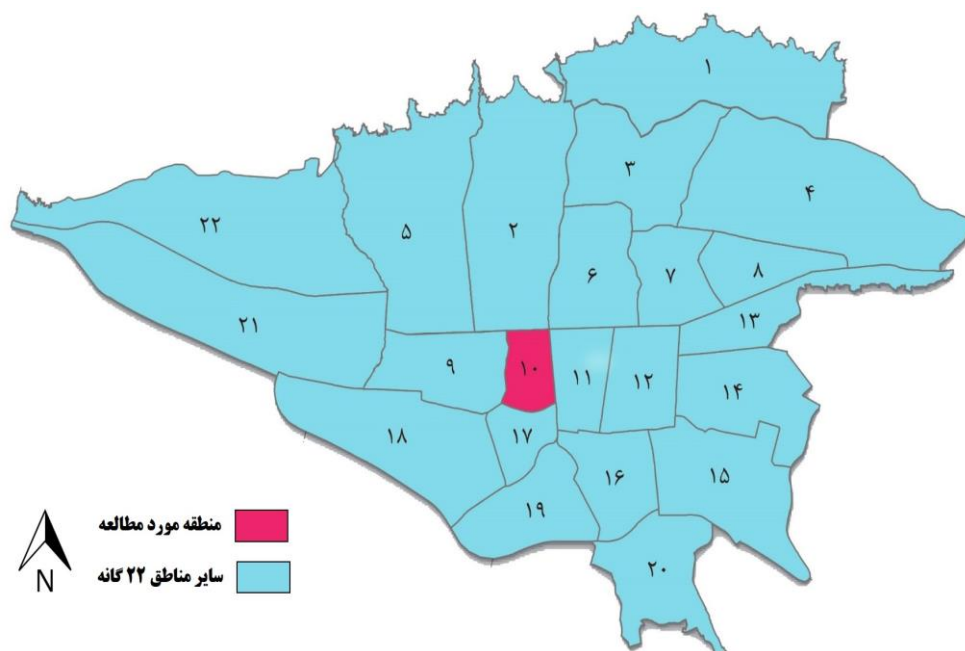
3 David Koren & Katarina Rus

4 Xiaoling Zhang & Huan Li

حیات شهری است که در بستر یک چارچوب پیچیده پایدار قرار می‌گیرد. یوشیهیرو کانو^(۱) و همکاران (۲۰۱۷)، در مطالعه تحقیقی خود با استفاده از روش کیفی و بر اساس تئوری شکاف اطلاعاتی، به بررسی تاب‌آوری لرزه‌ای سازه‌ها در محیط‌های شهری پرداختند و نتیجه گرفتند به دلیل وجود عدم قطعیت‌های فراوان در هنگام وقوع مخاطرات طبیعی همچون زلزله، اقدامات از پیش برنامه‌ریزی شده در حوزه تاب‌آوری از مهم‌ترین ملزومات اجتناب‌ناپذیر در مواقع بروز بحران است.

۲- معرفی نمونه مورد مطالعه

منطقه ۱۰ شهرداری تهران با بیش از ۸۰ سال سابقه شکل‌گیری، در بخش غربی شهر تهران قرار دارد و با مناطق ۱۷، ۱۱، ۹ و ۲ هم‌مرز است. این منطقه 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: ۱۰). منطقه ۱۰ تهران دارای ۳ ناحیه شهری و ۱۰ محله قدیمی است که شاخص‌ترین آن‌ها محلات سلسیل و بریانک هستند. این منطقه 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 پرتراکم‌ترین مناطق شهر تهران است. بافت فشرده با قطعات کوچک، سطح قابل ملاحظه‌ای از منطقه را به زیر اشغال برده است. چشم‌انداز منطقه در طرح‌های جامع شهر تهران بر اساس امکانات، قابلیت‌ها و محدودیت‌های درونی و بیرونی منطقه در گستره شهر تهران تدوین شده است. به‌عنوان مثال در طرح جامع تهران (مصوب ۱۳۸۶)، در چشم‌انداز توسعه بلندمدت شهر هماهنگ با چشم‌انداز بیست‌ساله کشور، تهران شهری امن و ایمن در برابر انواع آسیب‌ها و مقاوم در برابر مخاطرات و سوانح معرفی شده است. در چشم‌انداز منطقه ۱۰ نیز، این منطقه، محدوده‌ای پیشگام در اجرای برنامه‌های بهسازی و نوسازی شهری و مقاوم‌سازی ساختمان، در نظر گرفته شده است (ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۹۴: ۶).



نقشه ۱- موقعیت منطقه ۱۰ نسبت به سایر مناطق شهر تهران

منبع: طرح جامع تهران (مصوب ۱۳۸۶)

۳- روش‌شناسی پژوهش

روش تحلیل ساختاری، روشی است که برای تحلیل روابط بین متغیرها خصوصاً در سیستم‌های گسترده و دارای ابعاد متعدد به کار می‌رود. پتانسیل این روش در استفاده از داده‌های کیفی در کنار داده‌های کمی، سبب شده که این روش تبدیل به یکی از روش‌های پرکاربرد در آینده‌پژوهی و آینده‌نگاری شود. در این روش متغیرهای مؤثر بر سیستم در یک ماتریس $n \times n$ و بر اساس نظرات گروه کارشناسان در قالب اعداد صفر تا سه ارزش‌گذاری می‌شوند. این ماتریس مبنای تحلیل‌های بعدی را تشکیل داده و خروجی‌های متعددی از این روابط به دست می‌آید. در نهایت متغیرها بر اساس تأثیرگذاری و تأثیرپذیری در یک محور مختصات پراکنده می‌شوند. بر اساس پراکنش متغیرها در محور مختصات، ویژگی‌های آن‌ها مشخص شده و مبنای تحلیل برنامه‌ریزان، در مراحل بعدی برنامه‌ریزی قرار می‌گیرد. نرم‌افزار MicMac از جمله بهترین نرم‌افزارهایی است که به منظور پیاده‌سازی تحلیل ساختاری طراحی شده و توسعه یافته است. خروجی‌های این نرم‌افزار به صورت جداول و نمودارهای متنوع، می‌تواند کمک بسزایی به درک ابعاد و روابط سیستم و چگونگی عمل سیستم در آینده داشته باشند. این روش رویکردی تحلیلی برای بررسی تأثیر وقوع یک رویداد در یک مجموعه آینده‌نگاری است (گوردون و پیاس^۱، ۲۰۰۶: ۶).

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، از روش‌های تحلیل ساختاری و پویش محیطی جهت تبیین مؤلفه‌های کلیدی افزایش تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ شهر تهران در برابر زلزله بهره گرفته شده است. به این ترتیب که برای تدوین داده‌های نظری ابتدا از روش اسنادی و سپس در بخش اصلی پژوهش به منظور تهیه داده‌های تجربی بر مبنای دلفی، از روش پیمایشی استفاده شده است. انتخاب تیم خبرگان، با روش نمونه‌گیری هدفمند بوده است. در روش پویش محیطی، گروهی از خبرگان با تجزیه و تحلیل برخی منابع مستند و تعیین طبقه‌بندی و پردازش اسناد مربوط، روندها را مورد بررسی قرار می‌دهند. در این پژوهش نیز جهت بهره‌مندی از روش پویش محیطی از تشکیل گروهی از کارشناسان (خبرگان) استفاده شده است. در این روش پژوهشگر در زمینه موضوع مورد مطالعه پرسشنامه‌ای طرح کرده و آن را در اختیار کارشناسان متخصص در همان زمینه قرار می‌دهد و کارشناسان تصویر خود را از آینده مطلوب در زمینه مورد نظر بیان می‌کنند و با استفاده از دانش و تجربه خود نسبت به احتمال وقوع و چگونگی تأثیرشان و میزان اثربخشی‌شان قضاوت می‌کنند. از آنجاکه تعداد خبرگان شرکت‌کننده در دلفی عموماً بین ۱۴ تا ۲۰ نفر تعیین شده، از این رو جهت تبیین عوامل کلیدی و متغیرهای دخیل در افزایش تاب‌آوری کالبدی در محدوده مورد مطالعه، از تعداد ۲۰ نفر از خبرگان در این زمینه که تمام آن‌ها از متخصصین دانشگاهی و پژوهشی در حوزه برنامه‌ریزی و طراحی شهری بوده‌اند در قالب پرسشنامه نظرسنجی شده است. معیارهای انتخاب خبرگان شامل تسلط نظری، تجربه عملی، تمایل و توانایی مشارکت در پژوهش و دسترسی به آنان بوده و در تعیین تعداد خبرگان، کسب اطمینان از جامعیت دیدگاه‌ها ملاک عمل قرار گرفته است. در نتیجه پایش متغیرها، ۴۱ متغیر (شاخص) در بعد تاب‌آوری کالبدی شناسایی شدند. با استفاده از روش تحلیل ساختاری و نرم‌افزار MicMac، متغیرهای تأثیرگذار بر افزایش تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ شهر تهران در برابر زلزله عبارت‌اند از: (۱) دسترسی به مراکز درمانی (بیمارستان، اورژانس، داروخانه)، (۲) دسترسی به مراکز آموزشی (مدارس، مهدکودک، دانشگاه)، (۳) دسترسی به نهادهای امداد رسان (مرکز مدیریت بحران و...)، (۴) دسترسی به آتش‌نشانی، (۵) دسترسی به سرویس‌های حمل و نقل عمومی، (۶) دسترسی به پارک و فضای سبز عمومی، (۷) دسترسی به شبکه معابر اصلی، (۸) استحکام بناهای با کاربری عمومی (مدرسه، بیمارستان)، (۹) کیفیت آب آشامیدنی و سیستم آب‌رسانی، (۱۰) ایمنی خطوط برق‌رسانی، (۱۱) کیفیت تأسیسات برقی، (۱۲) کیفیت خطوط مخابرات (تلفن منازل)، (۱۳) کیفیت خطوط گازرسانی، (۱۴) توزیع خدمات، (۱۵) اتصال فاضلاب اماکن به شبکه سراسری جمع‌آوری فاضلاب، (۱۶) کیفیت سیستم جمع‌آوری و دفع زباله، (۱۷) حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی (از مقاوم‌سازی تا بازسازی)، (۱۸) تراکم جمعیت (تراکم پایین)، (۱۹) تراکم ساختمانی (تراکم پایین)، (۲۰) نسبت راه به ساختمان در محدوده مورد مطالعه، (۲۱) نوع بافت شبکه حمل و نقل، (۲۲) عرض معابر، (۲۳) تعداد و ظرفیت پناهگاه‌ها، (۲۴) کاربری‌های حساس (جایگاه‌های سوخت، صنایع و...)، (۲۵)

ابنیه و سایت‌های تاریخی و فرهنگی، ۲۶) درصد جمعیت دارای اتصال به اینترنت، ۲۷) تعداد و سطح پوشش بیمارستان‌ها و درمانگاه‌های محدوده، ۲۸) نوع سازه، ۲۹) کیفیت ابنیه، ۳۰) قدمت ابنیه، ۳۱) مالکیت ساختمان، ۳۲) مصالح ساختمانی، ۳۳) قابلیت نفوذپذیری، ۳۴) شعاع دسترسی به فضاهای باز، ۳۵) کاربری زمین (تعدد واحدهای مسکونی)، ۳۶) کلاس دانه‌بندی، ۳۷) ویژگی‌های جغرافیایی (شیب، خصوصیات ژئوتکنیک)، ۳۸) ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز، ۳۹) بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار، ۴۰) تأمین انرژی، ۴۱) درصد جمعیتی که دارای منبع تغذیه الکتریکی و منبع آب (در صورت قطع برق و آب) هستند.

۴- نتایج و بحث

تحلیل کلی محیط سیستم: جدول شماره (۲)، برآیند اثرات متقابل ۴۱ عامل کلیدی مؤثر بر روند آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله را بر اساس تشکیل ماتریس 41×41 در بُعد کالبدی نشان می‌دهد. نتایج این جدول بیانگر تعداد تکرار ۲ بار و درجه پرشدگی ۷۸،۲۹ درصد است که نشان می‌دهد عوامل انتخاب شده تأثیر زیاد و پراکنده‌ای بر همدیگر داشته‌اند و در واقع سیستم از وضعیت ناپایداری برخوردار بوده است. همان‌گونه که در جدول (۲) آمده است، از مجموع ۱۳۱۶ متغیر قابل ارزیابی در این ماتریس، ۳۶۵ رابطه، عدد صفر بوده که به این معنی است عوامل بر همدیگر تأثیر نداشته یا از همدیگر تأثیر نپذیرفته‌اند. ۶۷۲ رابطه با مقدار یک دارای تأثیر ضعیف نسبت به هم و ۳۷۸ رابطه با عدد ۲ دارای روابط اثرگذاری نسبتاً قوی است. به‌علاوه، ۲۶۶ رابطه عدد ۳ دارد و این به معنای آن است که روابط پیشران‌های کلیدی بسیار زیاد بوده و از تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیادی برخوردارند.

جدول ۲- تحلیل اولیه داده‌های ماتریس و تأثیرات متقابل

شاخص	ابعاد ماتریس	تعداد تکرار	تعداد صفر	تعداد یک	تعداد دو	تعداد سه	مجموع	درجه پرشدگی
مقدار	۴۱	۲	۳۶۵	۶۷۲	۳۷۸	۲۶۶	۱۳۱۶	۷۸،۲۹ درصد

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

ماتریس پژوهش حاضر بر اساس شاخص‌های آماری با ۲ بار چرخش داده‌ای از مطلوبیت و بهینه‌شدگی ۹۹ درصد برخوردار بوده که حاکی از روایی بالای پرسشنامه و پاسخ‌های آن است (جدول ۳).

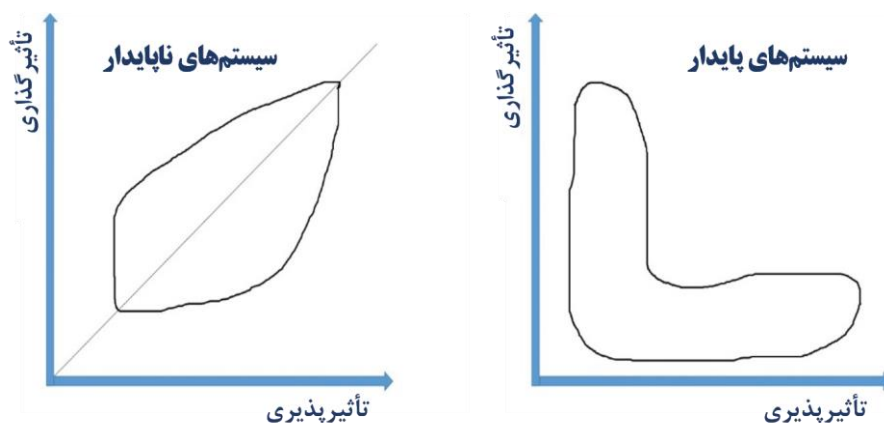
جدول ۳- درجه مطلوبیت و بهینه‌شدگی ماتریس

چرخش	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری
۱	۱۰۰٪	۱۰۰٪
۲	۹۹٪	۱۰۱٪

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

۴-۱- تحلیل متغیرها در پلان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل کلیدی

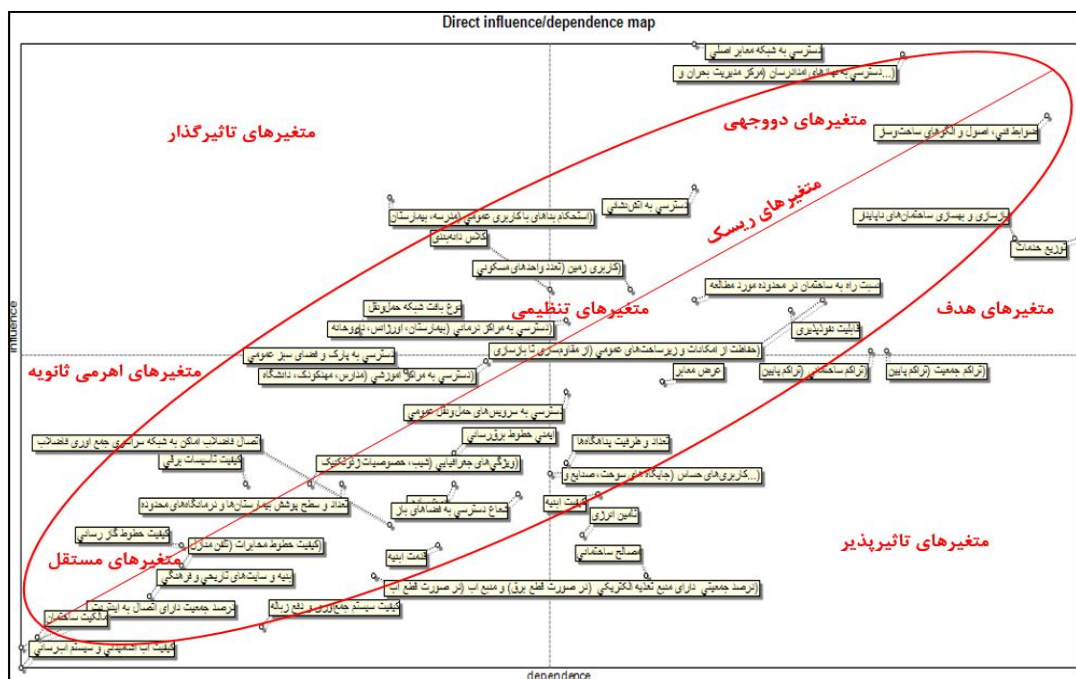
نحوه توزیع و پراکنش متغیرهای مؤثر بر روند آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله در صفحه پراکندگی، حاکی از میزان پایداری و ناپایداری سیستم است. در روش تحلیل اثرات متقابل با نرم‌افزار میک‌مک، در مجموع دو نوع از پراکنش تعریف شده است که به نام‌های سیستم‌های پایدار و سیستم‌های ناپایدار معروف هستند. در سیستم‌های پایدار پراکنش متغیرها به صورت L انگلیسی است. در این مدل یعنی برخی متغیرها دارای تأثیرگذاری بالا و برخی دارای تأثیرپذیری بالا هستند؛ اما در سیستم‌های ناپایدار وضعیت پیچیده‌تر است؛ در این سیستم نیروهای توسعه پیرامون محور قطری صفحه پراکنده هستند و در بیشتر مواقع حالت بینابین از اثرگذاری و اثرپذیری دارد که شناسایی پیران‌های کلیدی را دشوار می‌سازد (شکل ۱).



شکل ۱- نمای شماتیک سیستم پایدار و ناپایدار

منبع: نعیمی و پورمحمدی، ۱۳۹۴

شکل (۲)، الگوی پراکندگی متغیرهای مؤثر بر روند آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله را نشان می‌دهد. شیوه پراکندگی عوامل (متغیرها) به صورت پراکنش لوزی بوده و به‌طور کلی بیانگر وضعیت یک سیستم ناپایدار است. نحوه توزیع و پراکنش متغیرها در صفحه پراکندگی این سیستم، حاکی از آن است که اکثر متغیرها حول محور قطری و در محدوده متغیرهای مستقل هستند.



شکل ۲- وضعیت پایداری / ناپایداری سیستم در الگوی پراکندگی متغیرهای مؤثر بر روند آینده تاب‌آوری

کالبدی منطقه ۱۰ تهران

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

۴-۲- دسته‌بندی متغیرهای مؤثر بر روند آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در برابر زلزله

متغیرهای تعیین‌کننده یا تأثیرگذار: این متغیرها به‌عنوان متغیرهای ورودی، اصلی‌ترین متغیرهای تأثیرگذارند که میزان تأثیرپذیری آن‌ها به نسبت تأثیرگذاری‌شان بسیار کمتر است. آن‌ها در ناحیه شمال غرب صفحه پراکندگی قرار دارند و پایداری سیستم نیز به‌شدت به آن‌ها وابسته است. این متغیرها به‌عنوان متغیرهای کلیدی و تعیین‌کننده رفتار سیستم محسوب می‌شوند. از آنجایی که الگوی پراکندگی متغیرهای مؤثر بر آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله حاکی از ناپایداری سیستم است، بنابراین وجود عوامل تأثیرگذار با درجه بالا در این ناحیه بعید به نظر می‌رسد چراکه وجود متغیرها در این ناحیه حکایت از پایداری سیستم‌ها دارد. در پژوهش حاضر تعداد ۲ متغیر در این قسمت قرار دارند که شامل: استحکام بناهای با کاربری عمومی (مدرسه، بیمارستان) و نوع بافت شبکه حمل‌ونقل می‌باشند (جدول ۴). عوامل فوق بیشترین تأثیرگذاری و کمترین تأثیرپذیری را دارند و به‌عنوان بحرانی‌ترین عوامل، وضعیت کلان و تغییرات سیستم به عملکرد آن وابسته است. عوامل تأثیرگذار ورودی سیستم محسوب می‌شوند و توسط سیستم قابل کنترل نیستند؛ زیرا خارج از سیستم قرار دارند و به‌صورت عوامل با ثبات عمل می‌کنند.

متغیرهای دو وجهی: این متغیرها از تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بالا برخوردار هستند و هر عملی بر روی این متغیرها واکنش سایر متغیرها را سبب می‌شود. از مجموع ۴۱ عامل اولیه تأثیرگذار بر روند آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله، تعداد ۱۶ متغیر در گروه‌های قابلیت دسترسی، استانداردها و ضوابط شهری، کیفیت زیرساخت‌های شهری، عملکردی، تراکم‌ها، شبکه حمل‌ونقل و ارتباطات، بافت و مورفولوژی شهری جزء متغیرهای دو وجهی محسوب می‌شوند (جدول ۴). هرگونه تغییر و تحول در این عوامل می‌تواند پایداری سیستم را تحت‌الشعاع قرار دهد. این متغیرها را می‌توان به دو دسته متغیرهای ریسک و متغیرهای هدف تقسیم‌بندی نمود.

متغیرهای ریسک: این متغیرها چنان که در شکل (۲) نشان داده شده است در بالای خط قطری ناحیه شمال شرقی شکل قرار گرفته‌اند و ظرفیت بسیار زیادی را برای تبدیل شدن به بازیگران کلیدی سیستم دارند. در پژوهش حاضر، متغیری در ناحیه ریسک قرار نگرفته است.

متغیرهای هدف: این متغیرها زیر ناحیه قطری شمال شرقی صفحه قرار می‌گیرند، این متغیرها در واقع نتایج تکاملی سیستم و نمایانگر اهداف ممکن در یک سیستم هستند. در این پژوهش متغیری در این بخش قرار نگرفته است.

متغیرهای تأثیرپذیر یا نتیجه: جایگاه این متغیرها در نمودار، جنوب شرقی پلان تأثیرگذاری- تأثیرپذیری است. این متغیرها دارای تأثیرگذاری بسیار پایین و تأثیرپذیری بسیار بالا هستند. در این پژوهش تعداد ۶ متغیر در این قسمت قرار دارند که شامل: عرض معابر، دسترسی به سرویس‌های حمل‌ونقل عمومی، کاربری‌های حساس (جایگاه‌های سوخت، صنایع و...)، تعداد و ظرفیت پناهگاه‌ها، کیفیت ابنیه و مصالح ساختمانی و تأمین انرژی می‌باشند (جدول ۴).

متغیرهای مستقل: این متغیرها دارای میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری پایینی هستند که در قسمت جنوب غربی صفحه پراکندگی متغیرها قرار گرفته‌اند. این متغیرها هیچ‌گونه واکنشی در دیگر متغیرها ایجاد نمی‌کنند. در این پژوهش تعداد ۱۸ متغیر در گروه‌های قابلیت دسترسی، کیفیت زیرساخت‌های شهری، مشخصات ابنیه، بافت و مورفولوژی شهری، زیرساخت‌های سلامت و بهداشت، مکان‌های حیاتی، تأمین انرژی و زیرساخت‌های فناوری و اطلاعات جزء متغیرهای مستقل محسوب می‌شوند (جدول ۴).

در این دسته نیز باید به دو دسته از متغیرها توجه نمود:

متغیرهای اهرمی ثانویه: این متغیرها با وجود اینکه کاملاً مستقل هستند، بیش از آنکه تأثیرپذیر باشند، تأثیرگذارند. آن‌ها در قسمت جنوب غربی نمودار و بالای خط قطری قرار دارند و می‌توانند به‌عنوان نقاطی جهت سنجش و به‌عنوان معیار، به کار روند. متغیری در این ناحیه قرار نگرفته است.

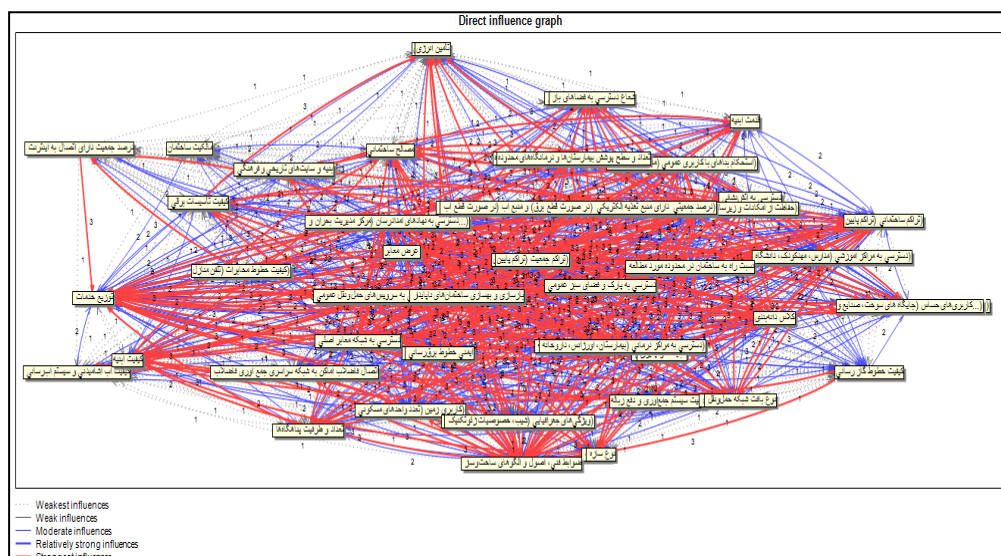
متغیرهای تنظیم‌کننده: این متغیرها در نزدیکی مرکز ثقل نمودار قرار دارند. آن‌ها می‌توانند به‌صورت پی‌درپی به‌عنوان «اهرمی ثانویه»، «اهداف ضعیف» و «متغیرهای ریسک ثانویه» عمل نمایند. در پژوهش پیش رو، دو متغیر دسترسی به نهادهای امدادرسان (مرکز مدیریت بحران و...) و دسترسی به مراکز درمانی (بیمارستان، اورژانس، داروخانه) در این ناحیه قرار گرفته‌اند.

جدول ۴- تحلیل اولیه داده‌های ماتریس و تأثیرات متقابل

نوع متغیرها	متغیرها
تأثیرگذار	استحکام بناهای با کاربری عمومی (مدرسه، بیمارستان)، نوع بافت شبکه حمل‌ونقل
دووجهی	دسترسی به شبکه معابر اصلی، دسترسی به نهادهای امدادرسان (مرکز مدیریت بحران و...)، دسترسی به مراکز درمانی (بیمارستان، اورژانس، داروخانه)، دسترسی به آتش‌نشانی، ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز، بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار، توزیع خدمات، حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی (از مقاوم‌سازی تا بازسازی)، استحکام بناهای با کاربری عمومی (مدرسه، بیمارستان)، قابلیت نفوذپذیری، تراکم جمعیت (تراکم پایین)، تراکم ساختمانی (تراکم پایین)، نسبت راه به ساختمان در محدوده مورد مطالعه، کلاس دانه‌بندی، کاربری زمین (تعداد واحدهای مسکونی)
تأثیرپذیر	عرض معابر، دسترسی به سرویس‌های حمل‌ونقل عمومی، کاربری‌های حساس (جایگاه‌های سوخت، صنایع و...)، تعداد و ظرفیت پناهگاه‌ها، کیفیت ابنیه و مصالح ساختمانی، تأمین انرژی
مستقل	دسترسی به پارک و فضای سبز عمومی، دسترسی به مراکز آموزشی (مدارس، مهدکودک، دانشگاه)، ایمنی خطوط برق‌رسانی، اتصال فاضلاب اماکن به شبکه سراسری جمع‌آوری فاضلاب، کیفیت تأسیسات برقی، کیفیت خطوط مخابرات (تلفن منازل)، کیفیت خطوط گازرسانی، کیفیت سیستم جمع‌آوری و دفع زباله، کیفیت آب آشامیدنی و سیستم آب‌رسانی، قدمت ابنیه، نوع سازه، مالکیت ساختمان، شعاع دسترسی به فضاهای باز، ویژگی‌های جغرافیایی (شیب، خصوصیات ژئوتکنیک)، تعداد و سطح پوشش بیمارستان‌ها و درمانگاه‌های محدوده، ابنیه و سایت‌های تاریخی و فرهنگی، درصد جمعیتی که دارای منبع تغذیه الکتریکی و منبع آب (در صورت قطع برق و آب) هستند، درصد جمعیت دارای اتصال به اینترنت
تنظیم‌کننده	دسترسی به نهادهای امدادرسان (مرکز مدیریت بحران و...)، دسترسی به مراکز درمانی (بیمارستان، اورژانس و...)
ریسک	-
هدف	-
اهرمی ثانویه	-

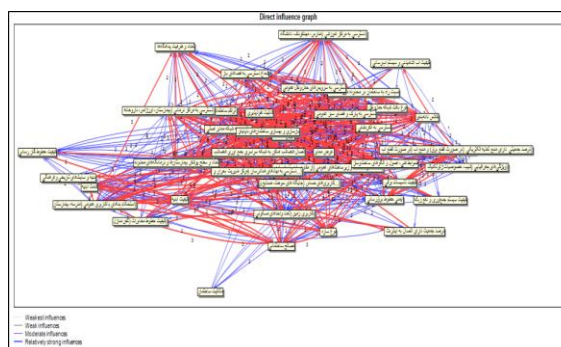
منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

در ادامه، بعد از تعیین جایگاه‌های متغیرها در نمودار تأثیرگذاری- تأثیرپذیری و همچنین تعیین پایداری و ناپایداری سیستم و انواع متغیرها، تأثیرات مستقیم متغیرها بر همدیگر نشان داده می‌شود.



شکل ۳- تأثیرات مستقیم متغیرها بر یکدیگر (تأثیرات بسیار ضعیف تا بسیار قوی)

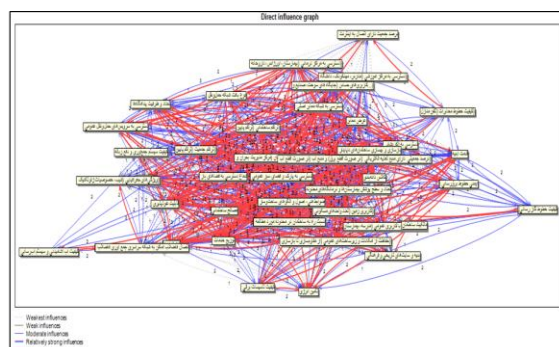
منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.



شکل ۵- تأثیرات مستقیم متغیرها بر یکدیگر

(تأثیرات میانه یا متوسط - نسبتاً ضعیف تا نسبتاً قوی)

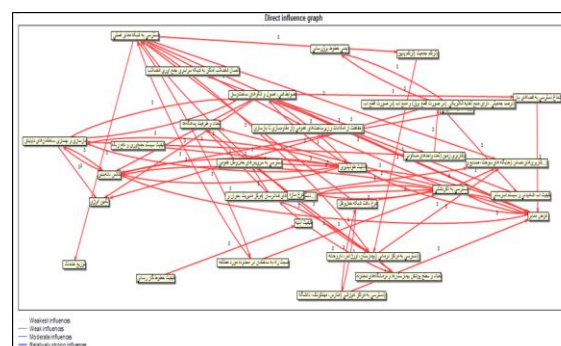
منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.



شکل ۶- تأثیرات مستقیم متغیرها بر یکدیگر

(تأثیرات ضعیف تا بسیار قوی)

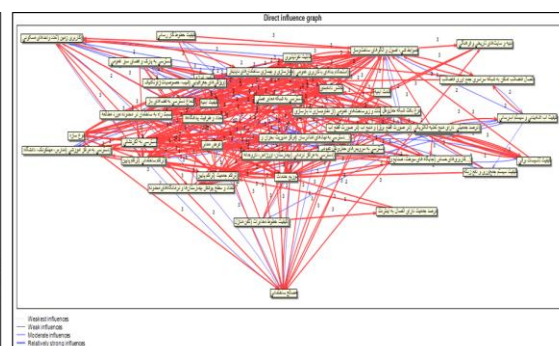
منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.



شکل ۷- تأثیرات مستقیم متغیرها بر یکدیگر

(تأثیرات بسیار قوی)

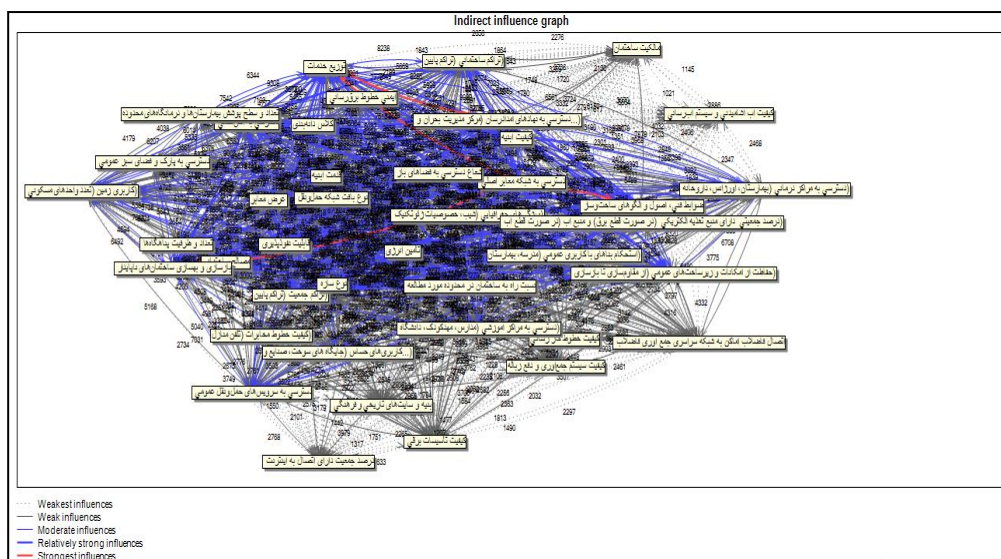
منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.



شکل ۸- تأثیرات مستقیم متغیرها بر یکدیگر

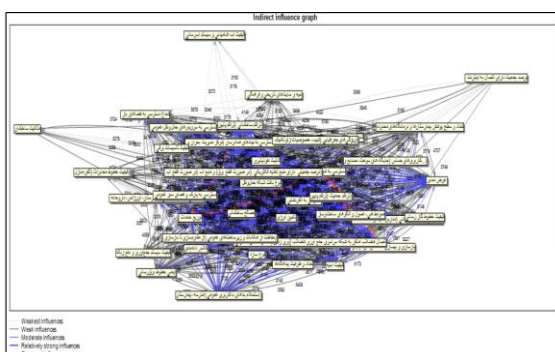
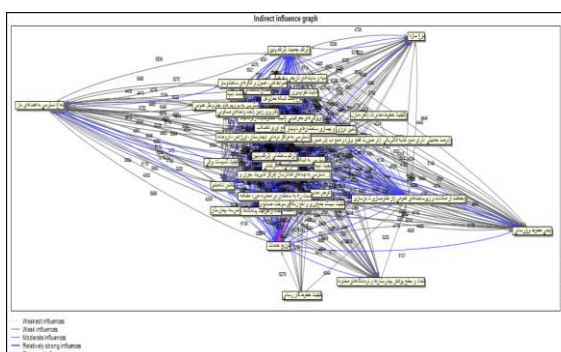
(تأثیرات قوی تا بسیار قوی)

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.



شکل ۸- تأثیرات غیرمستقیم متغیرها بر یکدیگر (تأثیرات بسیار ضعیف تا بسیار قوی)

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.



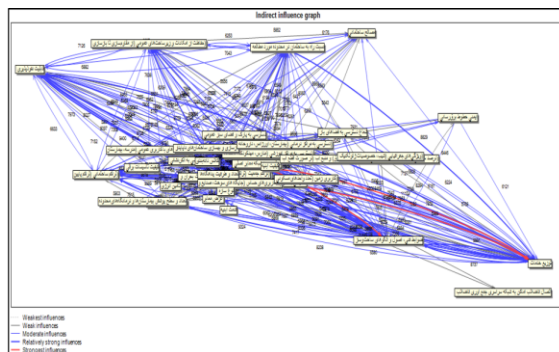
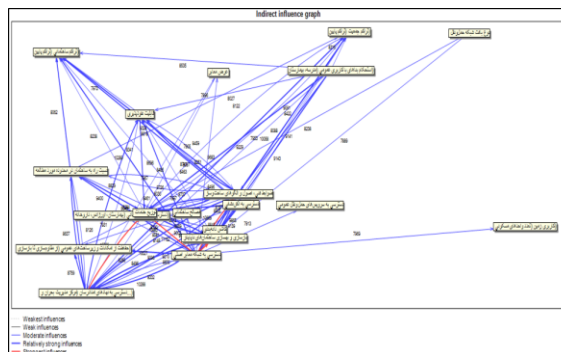
شکل ۹- تأثیرات غیرمستقیم متغیرها بر یکدیگر

(تأثیرات ضعیف تا بسیار قوی)

(تأثیرات ضعیف تا بسیار قوی)

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.



شکل ۱۱- تأثیرات غیرمستقیم متغیرها بر یکدیگر

شکل ۱۲- تأثیرات غیرمستقیم متغیرها بر یکدیگر

(تأثیرات بسیار قوی)

(تأثیرات قوی تا بسیار قوی)

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.

۴-۳- رتبه‌بندی متغیرها بر اساس تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم بر یکدیگر به تفکیک تأثیرپذیری و تأثیرگذاری

در این مرحله پس از ارزیابی وضعیت سیستم به لحاظ پایداری و ناپایداری و تعیین تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها، به رتبه‌بندی میزان این تأثیرات پرداخته می‌شود تا در نهایت مؤلفه‌های کلیدی افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تهران در برابر زلزله که حکم پیشران‌های کلیدی را دارند، استخراج گردند. جدول زیر رتبه‌بندی تأثیرات متغیرها را بر یکدیگر نشان می‌دهد:

جدول ۵- رتبه‌بندی میزان تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها بر یکدیگر

رتبه	متغیر	تأثیرگذاری مستقیم	متغیر	تأثیرپذیری مستقیم	متغیر	تأثیرگذاری غیرمستقیم	متغیر	تأثیرپذیری غیرمستقیم
۱	معابر اصلی	۴۰۴	توزیع خدّم	۳۹۹	معابر اصلی	۳۹۶	توزیع خدّم	۳۷۷
۲	امدادرسان	۳۹۹	ضوابط فنی	۳۹۰	امدادرسان	۳۸۴	ضوابط فنی	۳۷۰
۳	ضوابط فنی	۳۷۲	بازسازی و	۳۸۱	ضوابط فنی	۳۵۷	بازسازی و	۳۶۹
۴	آتش‌نشانی	۳۴۱	امدادرسان	۳۵۰	آتش‌نشانی	۳۳۲	تراکم ساخت	۳۴۷
۵	استحکام بن	۳۳۶	تراکم جمعی	۳۴۵	استحکام بن	۳۲۸	استحکام بن	۳۴۷
۶	توزیع خدمات	۳۱۸	تراکم ساخت	۳۴۱	بازسازی و	۳۲۰	تراکم جمعی	۳۳۹
۷	بازسازی و	۳۱۸	حفاظت از ا	۳۲۷	توزیع خدّم	۳۱۸	قابلیت نف	۳۲۶
۸	کاربری زم	۲۹۶	قابلیت نف	۳۱۸	نسبت راه	۳۱۰	حفاظت از ا	۳۱۰
۹	کلاس دانه	۲۹۶	آتش‌نشانی	۲۹۲	قابلیت نف	۳۰۶	نسبت راه	۲۹۹
۱۰	حفاظت از ا	۲۹۲	معابر اصلی	۲۹۲	کلاس دانه	۲۹۹	آتش‌نشانی	۲۹۷
۱۱	نسبت راه	۲۹۲	نسبت راه	۲۹۲	درمانی	۲۹۱	معابر اصلی	۲۹۷
۱۲	قابلیت نف	۲۸۷	عرض معابر	۲۸۳	نوع بافت	۲۸۹	عرض معابر	۲۷۸
۱۳	درمانی	۲۸۳	مصالح ساخت	۲۷۸	حفاظت از ا	۲۸۱	درمانی	۲۷۲
۱۴	نوع بافت	۲۷۸	کاربری زم	۲۷۴	کاربری زم	۲۷۸	مصالح ساخت	۲۷۲
۱۵	تراکم جمعی	۲۶۹	کیفیت ابنی	۲۶۵	تراکم جمعی	۲۷۷	کاربری زم	۲۶۹
۱۶	تراکم ساخت	۲۶۹	تأمین انرژی	۲۶۰	عرض معابر	۲۷۶	حمل و نقل	۲۶۶
۱۷	آموزشی	۲۶۵	درمانی	۲۵۶	آموزشی	۲۷۵	تعداد و ظ	۲۵۸
۱۸	فضای سبز	۲۶۰	حمل و نقل	۲۵۶	تراکم ساخت	۲۷۱	کلاس دانه	۲۵۸
۱۹	عرض معابر	۲۵۶	تعداد و ظ	۲۵۶	فضای سبز	۲۶۸	تأمین انرژی	۲۵۶
۲۰	حمل و نقل	۲۵۱	کاربری حس	۲۵۱	حمل و نقل	۲۵۸	کیفیت ابنی	۲۵۵
۲۱	خطوط برق	۲۲۴	کلاس دانه	۲۵۱	تعداد و ظ	۲۲۸	شعاع دستر	۲۵۱
۲۲	تعداد و ظ	۲۲۰	شعاع دستر	۲۴۲	تعداد بیما	۲۲۴	آموزشی	۲۴۴
۲۳	کاربری حس	۲۱۵	آموزشی	۲۳۳	کاربری حس	۲۲۴	کاربری حس	۲۴۴
۲۴	تاسیسات بر	۲۱۱	خطوط برق	۲۲۴	شعاع دستر	۲۱۸	نوع سازه	۲۳۴

تأثیرپذیری غیرمستقیم	متغیر	تأثیرگذاری غیرمستقیم	متغیر	تأثیرپذیری مستقیم	متغیر	تأثیرگذاری مستقیم	متغیر	رتبه
۲۲۴	استحکام بن	۲۱۸	خطوط برق	۲۲۴	نوع سازه	۲۱۱	تعداد بیمه	۲۵
۲۱۸	فضای سبز	۲۰۶	ویژگی جغ	۲۲۰	قدمت ابنیه	۲۱۱	نوع سازه	۲۶
۲۱۷	خطوط برق	۲۰۶	تاسیسات بر	۲۱۱	فضای سبز	۲۱۱	ویژگی جغ	۲۷
۲۰۸	قدمت ابنیه	۲۰۵	نوع سازه	۲۰۶	استحکام بن	۲۰۶	کیفیت ابنی	۲۸
۲۰۴	اتصال فاضل	۱۹۹	کیفیت ابنی	۲۰۶	اتصال فاضل	۲۰۶	شعاع دستر	۲۹
۲۰۴	نوع بافت	۱۸۷	اتصال فاضل	۲۰۲	درصد جمعی	۱۹۳	اتصال فاضل	۳۰
۱۹۹	تعداد بیمه	۱۸۶	خطوط گاز	۱۹۷	نوع بافت	۱۸۸	تأمین انرژی	۳۱
۱۹۷	درصد جمعی	۱۷۸	خطوط مخابر	۱۹۳	تعداد بیمه	۱۸۴	خطوط گاز	۳۲
۱۷۴	دفع زباله	۱۷۷	قدمت ابنیه	۱۸۴	ویژگی جغ	۱۸۴	قدمت ابنیه	۳۳
۱۷۳	ویژگی جغ	۱۷۷	تأمین انرژی	۱۷۰	دفع زباله	۱۷۵	خطوط مخابر	۳۴
۱۶۶	تاسیسات بر	۱۶۳	مصالح ساخت	۱۶۶	تاسیسات بر	۱۷۰	مصالح ساخت	۳۵
۱۴۶	خطوط مخابر	۱۶۳	ابنیه و س	۱۴۸	خطوط مخابر	۱۷۰	درصد جمعی	۳۶
۱۴۴	خطوط گاز	۱۵۶	درصد جمعی	۱۴۸	خطوط گاز	۱۶۱	ابنیه و س	۳۷
۱۴۴	ابنیه و س	۱۴۷	دفع زباله	۱۳۹	ابنیه و س	۱۴۸	دفع زباله	۳۸
۱۱۱	مالکیت ساخ	۱۴۳	مالکیت ساخ	۱۰۷	مالکیت ساخ	۱۴۳	مالکیت ساخ	۳۹
۱۰۷	درصد جمعی	۱۳۸	درصد جمعی	۱۰۳	آب آشامیدن	۱۳۹	درصد جمعی	۴۰
۱۰۶	آب آشامیدن	۱۲۱	آب آشامیدن	۱۰۳	درصد جمعی	۱۳۰	آب آشامیدن	۴۱

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.

۴-۴- تبیین عوامل کلیدی مؤثر بر روند آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، برای شناسایی عوامل اولیه مؤثر بر روند آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله، با استفاده از روش دلفی از نظرات خبرگان و متخصصین استفاده گردید. با بررسی پرسشنامه‌های دریافتی از این جامعه آماری، در مجموع ۴۱ عامل در حوزه مختلف (قابلیت دسترسی، کیفیت زیرساخت‌های شهری، تراکم‌ها، شبکه حمل‌ونقل و ارتباطات، اسکان اضطراری، مکان‌های حیاتی، زیرساخت‌های فناوری و اطلاعات، زیرساخت‌های سلامت و بهداشت، مشخصات ابنیه، عملکردی، بافت و مورفولوژی شهری، استانداردها و ضوابط شهری و تأمین انرژی) استخراج شدند. در ادامه به تحلیل کلی محیط سیستم پرداخته شد و میزان تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم این عوامل بر یکدیگر و مؤثر بر روند آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله بررسی گردید. در نهایت از مجموع ۴۱ عامل اولیه تأثیرگذار، ۱۱ عامل به‌عنوان متغیرهای کلیدی مؤثر بر روند آینده سیستم انتخاب شدند که همه این متغیرهای کلیدی در هر دو روش تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم تکرار شده‌اند (جدول ۶).

جدول ۶- متغیرهای (عوامل) کلیدی مؤثر بر روند آینده برنامه‌ریزی تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله

ردیف	پیشران‌های کلیدی (مستقیم و غیرمستقیم)		
	متغیر	بعد	تأثیرگذاری مستقیم تأثیرگذاری غیرمستقیم
۱	دسترسی به شبکه معابر اصلی	قابلیت دسترسی	۲۹۷
۲	دسترسی به نهادهای امداد رسان (مرکز مدیریت بحران و...)	قابلیت دسترسی	۳۴۷
۳	ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز	استانداردها و ضوابط شهری	۳۷۰
۴	دسترسی به آتش‌نشانی	قابلیت دسترسی	۲۹۷
۵	استحکام بناهای با کاربری عمومی (مدرسه، بیمارستان)	کیفیت زیرساخت‌های شهری	۲۲۴
۶	توزیع خدمات	کیفیت زیرساخت‌های شهری	۳۳۷
۷	بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار	استانداردها و ضوابط شهری	۳۶۹
۸	کاربری زمین (تعدد واحدهای مسکونی)	بافت و مورفولوژی شهری	۲۶۹
۹	کلاس دانه‌بندی	بافت و مورفولوژی شهری	۲۵۸
۱۰	حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی (از مقاوم‌سازی تا بازسازی)	کیفیت زیرساخت‌های شهری	۳۱۰
۱۱	نسبت راه به ساختمان در محدوده مورد مطالعه	شبکه حمل‌ونقل و ارتباطات	۲۹۹

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹.

۵- نتیجه‌گیری

مطالعات و تجارب گوناگون نشان داده است که افزایش تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌ها در برابر مخاطرات طبیعی، مؤثرترین و بهترین راهکار در جهت کاهش خسارات در شهرها و روستاهاست. بر این اساس شناسایی و تبیین عواملی که منجر به افزایش تاب‌آوری کالبدی می‌شود، از مهم‌ترین اقدامات در سکونتگاه‌های شهری مانند منطقه ۱۰ تهران که آسیب‌پذیری بالایی در برابر مخاطرات طبیعی دارند، به حساب می‌آید. در این پژوهش، متغیرها و شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی استخراج شده بر اساس مرور ادبیات و مبانی نظری، با بهره‌گیری از روش تحلیل تأثیرات متقابل یا به عبارتی تحلیل ساختاری با هدف شناسایی عوامل تأثیرگذار، تأثیرپذیر و کلیدی در محیط میک‌مک بررسی و تحلیل شده‌اند. تحلیل‌ها نشان‌دهنده آن است که الگوی پراکندگی متغیرهای مؤثر بر روند آینده تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله ناپایدار است. نوآوری پژوهش حاضر در این است که در اغلب پژوهش‌های صورت گرفته، عوامل کلیدی مؤثر بر افزایش تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌ها با رویکرد آینده‌نگارانه بررسی نشده و در واقع بیشتر به ارزیابی وضعیت فعلی تاب‌آوری سکونتگاه‌های شهری و روستایی توجه شده است، در صورتی که در پژوهش حاضر عوامل تأثیرگذار و تأثیرپذیر از یکدیگر، بررسی شده‌اند و بایستی با توجه به این مجموعه از روابط، برنامه‌ریزی بر اساس عواملی انجام شود که بهترین و مؤثرین پیامدها را به دنبال داشته باشد. نتایج

تحقیق نشان می‌دهد از بین ۴۱ متغیر، ۱۱ عامل در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله اثر کلیدی دارند. دسترسی به شبکه معابر اصلی، دسترسی به نهادهای امداد رسان (مرکز مدیریت بحران و...)، ضوابط فنی، اصول و الگوهای ساخت‌وساز، دسترسی به آتش‌نشانی، استحکام بناهای با کاربری عمومی (مدرسه، بیمارستان)، توزیع خدمات، بازسازی و بهسازی ساختمان‌های ناپایدار، کاربری زمین (تعداد واحدهای مسکونی)، کلاس دانه‌بندی، حفاظت از امکانات و زیرساخت‌های عمومی (از مقاوم‌سازی تا بازسازی) و نسبت راه به ساختمان در محدوده مورد مطالعه، عوامل کلیدی مؤثر بر روند آینده برنامه‌ریزی تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در مقابله با زلزله هستند. عوامل کلیدی از نظر عملکرد سیستمی نقش تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری اندک را در محیط سیستم با هدف تاب‌آوری ایفاء می‌کنند. به عبارتی عوامل کلیدی تبیین شده در پژوهش حاضر، هم قابل کنترل بوده و هم بر پویایی و تغییر سیستم تأثیرگذار هستند. این عوامل در واقع به‌عنوان بازیگران اصلی مؤثر بر افزایش تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران در برابر زلزله ایفاء نقش می‌کنند؛ بنابراین نهادها و سازمان‌های دخیل و مرتبط با موضوع پژوهش از جمله شهرداری تهران، سازمان حفاظت محیط‌زیست، جمعیت هلال‌احمر تهران، سازمان نظام‌مهندسی ساختمان، سازمان پدافند غیرعامل کشور و... می‌توانند با تمرکز و تأکید بر این عوامل در برنامه‌ریزی‌ها، گامی مثبت در جهت کاهش اثرات مخرب زلزله چه قبل از وقوع و چه پس از وقوع بردارند و زمینه را برای تاب‌آور ساختن بافت‌های فرسوده و ناکارآمد تهران فراهم سازند. در پایان بر اساس یافته‌های پژوهش، اقدامات زیر به‌عنوان تصمیمات مؤثر در جهت افزایش تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۰ تهران پیشنهاد می‌گردد:

- کاهش سطح اشغال اراضی مسکونی منطقه و هدایت و باز توزیع مازاد جمعیت به سایر مناطق مستعد توسعه؛
- افزایش استحکام بناها و نفوذپذیری به بافت به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری منطقه در مقابل خطرات تخریب و اثرات جانبی زلزله؛
- ارتقاء کیفیت مدیریت محلی در منطقه (بازنگری تقسیمات داخلی منطقه، تدارک ابزارهای مداخله در امور، ظرفیت‌سازی تخصصی در مدیریت شهری)؛
- تخصیص بخش‌هایی از پادگان جی در غرب منطقه به فضاهای سبز و خدمات شهری بر اساس طرح جامع تهران و تبدیل این مرکز به عنصر شاخص در ساختار کالبدی منطقه؛
- گسترش و پوشش مناسب شبکه معابر به‌ویژه در جنوب منطقه و ساماندهی سلسله‌مراتب شبکه راه در کل منطقه؛
- ارتقاء کیفیت محیط‌زیست منطقه از طریق افزایش سطح فضای سبز و باز و ایمن‌سازی تأسیسات آب، برق، گاز و مخابرات در بافت فرسوده؛
- اعمال سیاست‌ها و ضوابط تحدیدی ساخت‌وساز در منطقه به‌منظور تجمیع اراضی و درعین حال به رسمیت شناختن حقوق مکنتیه؛

- ساماندهی نظام حرکتی منطقه از طریق جلوگیری از شکل‌گیری راسته‌ها و کانون‌های فعالیتی در امتداد معابر شریانی؛
- بالا بردن ظرفیت انعطاف‌پذیری و نفوذپذیری تأسیسات منطقه و تجهیزات امداد و نجات در کنار توجه به تغییر کالبد؛
- سازگار ساختن بافت شرقی منطقه با بافت مجاور (ساختمان‌های پروژه نواب) از طریق بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده؛
- ممنوع کردن پارک حاشیه‌ای در سراسر و دو طرف خیابان‌های شریانی منطقه و احداث پارکینگ‌های عمومی مناسب (هم‌سطح یا طبقاتی) در محدوده خیابان‌های مذکور؛
- اصلاح مسیر و تعریض خیابان‌های جمع‌وپخش‌کننده منطقه بر اساس طرح جامع تهران؛
- مدیریت دسترسی سواره عمومی به خیابان‌های جمع‌وپخش‌کننده و محلی جهت کنترل ورود ترافیک عبوری به آن‌ها به‌ویژه در خیابان‌های آذربایجان، ارومیه، هاشمی و مرتضوی؛
- به حداقل رساندن گسیختگی فضای بین محلات از طریق ساماندهی و نوسازی حریم بزرگراه یادگار امام (ره)؛
- ساماندهی حریم ایستگاه مترو نواب با هدف روان‌سازی نظام حرکتی منطقه و کاهش ترافیک محدوده؛
- ساماندهی به دسترسی‌های منشعب به خیابان امام خمینی (ره) به‌عنوان اصلی‌ترین خیابان شریانی منطقه از طریق طرح تعریض؛
- نوسازی بافت اطراف محور قزوین از طریق تغییر عملکرد بافت و تأمین معوض مسکونی برای نوسازی بافت‌های فرسوده داخل منطقه.

کتابنامه

- پوراحمد، احمد؛ زیاری، کرامت‌اله؛ ابدالی، یعقوب؛ اله‌قلی‌پور، سارا؛ ۱۳۹۸. تحلیل معیارهای تاب‌آوری در بافت فرسوده شهری در برابر زلزله با تأکید بر تاب‌آوری. مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری. شماره ۳۶. صص ۱-۲۱.
- پورمحمدی، محمدرضا؛ هادی، الهام و هادی، الناز؛ ۱۳۹۸. تبیین ابعاد اجتماعی-اقتصادی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله مطالعه موردی: منطقه ۴ شهر تبریز. مجله دانش‌پیشگیری و مدیریت بحران. شماره ۱. صص ۷۸-۸۹.
- داداش‌پور، هاشم؛ عادل، زینب؛ ۱۳۹۴. سنجش ظرفیت‌های تاب‌آوری در مجموعه شهری قزوین. دو فصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت بحران. دوره ۴. شماره ۲. صص ۷۳-۸۴.
- رضایی، محمدرضا؛ کاویان‌پور، گلشن؛ ۱۳۹۵. ارزیابی میزان تاب‌آوری اجتماعی و کالبدی-محیطی محلات شهری در مواجهه با سوانح طبیعی زلزله (مطالعه موردی: کلانشهر مشهد). سومین کنفرانس ملی مدیریت بحران و HSE در شریان‌های حیاتی. صنایع و مدیریت شهری. تهران. صص ۱-۱۰.

- رفیعیان، مجتبی؛ مطوف، شریف؛ نقشی‌زادیان، ساناز؛ ۱۳۹۵. سنجش مؤلفه‌های اجتماعات تاب‌آور در فرایند مدیریت بحران شهری (منطقه ۱۷ شهرداری تهران). *مجله علمی پژوهشی صفا*. شماره ۵۵. صص ۱۱۱-۱۲۴.
- رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا؛ صادقلو، طاهره؛ ۱۳۹۷. *تاب‌آوری اجتماعات محلی در برابر مخاطرات محیطی*. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران.
- 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.
- سلطانی اصل، تورج؛ ادیبی سعدی‌نژاد، فاطمه؛ پوراحمد، احمد؛ سرور، رحیم؛ ۱۳۹۹. تحلیل ساختاری عوامل مؤثر بر وضعیت آینده تاب‌آوری سکونتگاه‌های غیررسمی نمونه موردی: شهرک میان‌آباد اسلامشهر. *نشریه علمی پژوهشی شهر/یمن*. شماره ۱۰.
- شاهیوندی، احمد؛ قاسمی، مسعود؛ راست‌قلم، نیلوفر؛ ۱۳۹۹. آینده‌نگاری تاب‌آوری مسکن در منطقه ۸ اصفهان با استفاده از روش تلفیقی سناریوپردازی و تحلیل اثرات متقاطع. *فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات ساختار و کارکرد شهری*. شماره ۲۲. صص ۱۳۱-۱۵۳.
- صداقت رستمی، کبریا؛ اعتماد، گیتی؛ بیدرام، رسول؛ ملاذ، جعفر؛ ۱۳۹۰. تدوین شاخص‌های شناسایی بافت‌های ناکارآمد. *مجله علمی تخصصی برنامه‌ریزی فضایی*. شماره ۱. صص ۱۰۳-۱۲۰.
- علیزاده، خدیجه؛ ۱۳۹۶. شیوه مناسب معرفی دفاتر خدمات نوسازی به ساکنان محلات بافت فرسوده. *نشریه اینترنتی سازمان نوسازی شهری تهران*. سال هشتم. شماره ۴۲. صص ۹۱-۹۷.
- فیروزی، محمدعلی؛ محمدی ده‌چشمه، مصطفی؛ شمسایی زفرقندی، فتح‌اله؛ سعیدی، جعفر؛ ۱۳۹۹. شناسایی پیرامون‌های مؤثر بر تاب‌آوری شهرهای مرزی (مطالعه موردی: شهر آبادان). *نشریه بین‌المللی جغرافیا*. سال هجدهم. شماره ۶۶. صص ۷۳-۹۱.
- محمدی، علیرضا؛ پاشازاده، اصغر؛ ۱۳۹۶. سنجش تاب‌آوری شهری در برابر خطر وقوع زلزله مطالعه موردی: شهر اردبیل. *نشریه پژوهش‌های دانش زمین*. شماره ۳۰. صص ۱۱۲-۱۲۶.
- مفیدی، محمدرضا؛ ۱۳۹۸. *سوانح و مجتمع‌های زیستی "مدیریت، برنامه‌ریزی و طراحی بهینه در مراحل پیش، حین و پس از سانحه"*. چاپ اول. تهران: انتشارات آذر و سیمای دانش.
- مهندسان مشاور بوم‌سازگان؛ ۱۳۸۵. گزارش طرح جامع (راهبردی-ساختاری) شهر تهران.
- مولایی، محمد مهدی؛ ۱۳۹۳. مقایسه الگوهای سازماندهی روش‌ها و تکنیک‌های آینده‌پژوهی. *نخستین کنفرانس ملی آینده‌پژوهی و مدیریت و توسعه*. شیراز.

Aldrich, D. P., & Meyer, M. A. 2015. "Social capital and community resilience". *American Behavioral Scientist*. Vol 59. No 2. pp 254-269.

Alexander, D. 2011. Resilience against earthquakes: some practical suggestions for planners

- and managers. *Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, 13(2), 109.
- Béné ,C., Newsham, A., Davies, M., Ulrichs, M., & Godfrey- Wood, R. J. J. o. I. D. 2014. Resilience poverty and development. 26(5), 598-623.
- Cutter, S. L. 2015. The Landscape of Disas ter Resilience Indicators in the USA. *Nat Hazards*, 80, 741–758.
- 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.
- Gonçalves, L. A. P. J., & Ribeiro, P. J. G. 2020. Resilience of urban transportation systems. Concept, characteristics, and methods. *Journal of Transport Geography*, 102727.
- Gordon, T., & Pease, A., 2006. "RT-Delphi: An Efficient, "Round-less" Almost Real Time Delphi Method", *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 73, Issue 4.
- Kanno, Y. Fujita, S. & Ben-Haim, Y. 2017, Structural design for earthquake resilience: Info-gap management of uncertainty, *Journal of Structural Safety*, Volume 69, 23-33.
- Klein, R.J.T., Nicholls, J., & Thomalla, F. 2004. Resilience to natural hazards: How useful is this concept?", *Environmental Hazards*, No. (5), 35–45.
- Koren, D. & Rus, K. 2019. The Potential of Open Space for Enhancing Urban Seismic Resilience: A literature Review, *Journal of Sustainability* 11(21):5942.
- Mayunga, J. S. 2007, "Understanding and applying the concept of community disaster resilience: A capital-based approach", A Draft Working Paper Prepared for the Summer Academy for Social Vulnerability and Resilience Building, 22- 28.
- Mileti, D.S. 1999, *Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States*, Joseph Henry, Washington, DC.
- Norris, F. H. et al. 2008. Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities and Strategy for Disaster. *American Journal of Community Psychology*, 41 (1 & 2).
- Vigdor Gordon, A. Rohrbeck, R., & Schwarz, J. 2019. Escaping the 'Faster Horses' Trap: Bridging Strategic Foresight and Design-Based Innovation, *Journal of Technology Innovation Management Review*. Vol 9, Issue 8, 30-42.
- Zhang, Xi. & Li, H. 2019. Urban resilience and urban sustainability: What we know and what do not know?, *International Journal of Cities*, Volume 72, Part A, Pages 141-148.



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۲۰۷-۱۸۳

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoh.2021.69085.1025>

مقاله پژوهشی

تحلیل و بررسی عوامل مؤثر بر توانمندی روان‌شناختی زعفران کاران روستایی با توجه به راهبردهای

مدیریت ریسک محور تولید (مطالعه موردی: دهستان رشتخوار)

 بوذر پایدار^۱ - استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
علی ایزدی - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱/۴ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۲/۱۵

چکیده

زعفران به‌عنوان گران‌بهاترین محصول کشاورزی و دارویی جهان ازجمله گیاهانی است که با توجه به سازگاری در برابر خشکی، نقش قابل توجهی در وضعیت اقتصادی و اجتماعی مناطق خشک و نیمه‌خشک ازجمله دهستان رشتخوار دارد. بر این اساس، با توجه به اینکه، بلاهای طبیعی زندگی انسان‌ها به‌ویژه روستائینان را از نظر اقتصادی، اجتماعی تهدید کرده و گاه زندگی آنان را دچار اختلال کرده است. لذا هدف تحقیق حاضر، تحلیل و بررسی عوامل مؤثر بر توانمندی روان‌شناختی زعفران‌کاران روستایی با توجه به راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید در دهستان رشتخوار است. این پژوهش به روش توصیفی-تحلیلی انجام گردیده است. در این راستا، عوامل مؤثر بر توانمندی روان‌شناختی در ۳۵۵ خانوار زعفران‌کار ساکن در ۱۳ روستای بالای ۱۰۰ خانوار این دهستان موردبررسی قرار گرفت. ابزار جمع‌آوری اطلاعات میدانی در این مطالعه، پرسشنامه محقق ساخته بود که روایی ظاهری و محتوایی آن با کسب نظرات متخصصان، کارشناسان و اساتید و پس از چند مرحله اصلاح و بازنگری به دست آمد. پایایی آن، با استفاده از آزمون مقدماتی و از طریق ۳۰ پرسشنامه مورد تأیید قرار گرفت که برابر با ۰/۸۶ است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از ماتریس ذی‌نفعان در مدل تلفیقی asm، نرم‌افزار SPSS و برای تحلیل فضایی از نرم‌افزارهای و Topsis- Fazi استفاده گردید. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است بین عوامل مؤثر بر توانمندی روان‌شناختی زعفران‌کاران روستایی و مدیریت ریسک محور تولید رابطه معناداری وجود دارد و

همچنین یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که در بین عوامل تأثیرگذار بر توانمندی روان‌شناختی، عامل داشتن توانایی و تصمیم‌گیری در راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران کار از اهمیت بیشتری برخوردار است؛ بنابراین، نتایج نشان می‌دهد که بهتر است برگزاری کلاس‌های آموزشی جهت توانمندی به‌منظور به‌کارگیری بهتر مدیریت ریسک در بین کشاورزان زعفران کار دور از ذهن مسئولین و کارگزاران دولتی نباشد.

کلیدواژه‌ها: زعفران کاران، مدیریت ریسک، توانمندی روان‌شناختی، راهبردهای تولیدی، دهستان رشتخوار

۱-مقدمه

موقعیت اقتصادی هر سرزمین، وابسته به کارکرد بخش‌های اقتصادی آن سرزمین (کشاورزی، صنعت و معدن و خدمات) است. این کارکرد در پرتو ترکیب بهینه قدرت تولیدی سرزمین شکل می‌گیرد. امکان آن وجود دارد که هر سرزمینی، در زمینه‌ای خاص، از قدرت تولیدی مناسب و پرتوان برخوردار باشد. لذا توجه به توان تولیدی و کارکردهای آن زمینه‌های مناسبی را برای بهره‌وری‌های اقتصادی به وجود می‌آورد. در واقع نگرش به بخش‌های اقتصادی کشور، حاکی از موقعیت مناسب بخش کشاورزی در اقتصاد ایران است؛ زیرا توانسته از نظر اشتغال‌زایی، تأمین درآمد و سهم آن در تولید ناخالص ملی تأمین نیازهای مصرفی جمعیت و تأمین ارز موقعیت مطلوبی را در اقتصاد ایران داشته باشد (مطیعی لنگرودی، ۱۳۸۹). بخش کشاورزی به دلیل برخورداری از رشد مستمر و پایدار اقتصادی، تأمین امنیت غذایی، بازدهی سرمایه، ارزآوری، ارزبری کمتر و ایجاد عدالت اجتماعی در قیاس با سایر بخش‌های اقتصادی کشور از قابلیت خاصی برخوردار است. این بخش، نقش حیاتی را در اقتصاد ایران بر عهده دارد، زیرا حدود ۱۱ درصد تولید ناخالص ملی، ۲۳ درصد اشتغال و تأمین غذای بیش از ۸۰ درصد جامعه را پوشش می‌دهد (چیزری و همکاران، ۱۳۸۹). تولید در بخش کشاورزی، تفاوت‌هایی با سایر زمینه‌هایی تولیدی و تجاری دارد که مهم‌ترین آن‌ها، اتکای زیاد فعالیت‌های این بخش به طبیعت و مواجهه‌شدن با تغییرات زیست‌محیطی، اجتماعی، مالی و قانونی می‌باشد که فعالیت در این بخش را به فعالیتی پرخطر و توأم با ریسک تبدیل کرده است (مک دانیلز و همکاران، ۲۰۰۶، فرایس و همکاران، ۲۰۰۶) که متأسفانه از ۴۱ نوع پدیده بلاخیز شناخته شده در جهان، ۳۱ مورد از آن در ایران به‌عنوان کشور حادثه‌خیز مشاهده شده است (بهرامی، آگهی، ۱۳۸۴). در این میان، محصول زعفران به‌عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان نسبت به سایر محصولات کشاورزی، قابل توجه است (شاه پوری و همکاران، ۱۳۹۳). در ایران اهمیت زعفران کاری از جنبه‌های گوناگون نظیر بهره‌وری بالای آب در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی، درآمدزایی نسبت به سایر محصولات و همچنین از لحاظ توسعه صادرات غیرنفتی قابل بررسی

1 McDaniels et al

2 Fraisse et al

است (بوزجمهری و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به سازگاری محصول زعفران با شرایط اقلیمی استان‌های خراسان رضوی و جنوبی، سطح زیر کشت آن در این دو استان بیش از ۷۰۰۰۰ هکتار می‌باشد که ۵۷۰۰۰ هکتار آن در خراسان رضوی و ۱۳۰۰۰ هکتار نیز در خراسان جنوبی است (اصغری لقمجانی، ایزدی، ۱۳۹۵). غالب مردم به دلیل کیفیت مطلوب زعفران به تناسب مالکیتی که در اختیار دارند از کشت زعفران بی‌بهره نیستند و اغلب این کشت به دلیل محدودیت منابع آب مورد استقبال تولیدکنندگان قرار گرفته است؛ که این کم‌آبی و تغییرات شرایط اقلیمی چالش‌هایی بر سر راه کشاورزان قرار داده است. عوامل ریسک مهم‌ترین چالشی است که کشاورزان زعفران کار پیوسته از آن رنج می‌برند و موجب زیان فراوان می‌شود. ریسک دامنه وسیعی دارد و یک مفهوم انتزاعی است که تعریف آن دشوار و در برخی از موارد، اندازه‌گیری آن غیرممکن است؛ به عبارت دیگر خطرپذیری، پدیده‌های غیرقطعی یا شرایطی است که اگر محقق شود اثرات مثبت یا منفی بر اهداف مدیریت می‌گذارد (ظاهری و همکاران، طالبی فرد، ۱۳۹۴). به عبارتی دیگر، ریسک عبارت است از تمديدی فرصت‌زا جهت دستیابی به موفقیت و منفعت، در فرهنگ لانگمن ریسک به معنای احتمال وقوع چیزی بد یا نامطلوب و یا احتمال وقوع خطر تعریف شده است، به بیان دیگر می‌توان گفت ریسک را احتمال برآورده نشدن پیش‌بینی‌های آینده در نظر گرفت. به‌طور کلی ریسک دو نوع می‌باشد، حالت اجباری و اختیاری که نوع دوم آن قابلیت کنترل و مدیریت را دارد (جماعت، عسگری، ۱۳۸۹). به‌زعم آستلز و همکاران^۱ (۲۰۰۶)، مدیریت ریسک یک روش فعال و پویا است که به اگرها پاسخ می‌دهد و شامل دو بخش کاهش و کنترل ریسک می‌باشد. به باور گرین^۲ (۲۰۰۳)، مدیریت ریسک تنها بیمه کردن محصولات نیست. تولید تجارت محصولات کشاورزی من جمله زعفران به صورت ذاتی دارای ریسک است؛ به عنوان مثال تغییرات در آب و هوا و یا هجوم آفات و امراض گیاهی می‌تواند باعث کاهش کیفیت و پایین آمدن محصول شود. تغییر جزئی در عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی نیز می‌تواند باعث تغییرات سریع قیمت آن‌ها گردد (صادق‌لو، سجاسی قیداری، ۱۳۹۳)؛ به عبارت دیگر کشاورزی فعالیتی سرشار از مخاطرات است. در این فعالیت انواع مخاطرات دست به دست هم داده و مجموعه شکننده‌ای و آسیب‌پذیری برای کشاورزان فراهم کرده‌اند. ریسک به‌ویژه ریسک تولید خسارات زیادی را به کشاورزان و منابع ملی وارد می‌کند (گراوندی، علی بیگی، ۱۳۸۹) در واقع، ریسک در کشاورزی از یک سو، سودآوری فعالیت‌های کشاورزی را کاهش می‌دهد که این امر به دلیل نوسانات بالای قیمت-های نهاده و ستاده در کشاورزی و پایین بودن سطح قیمت کالاهای کشاورزی نسبت به نهاده‌های مصرفی است. از طرف دیگر ریسک‌های موجود در بخش کشاورزی ثبات و امنیت سرمایه‌گذاری در این بخش را تهدید کرده و باعث کاهش مشارکت بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری‌های کشاورزی می‌شود (آبیار، ۱۳۸۱). در این میان، احمدی مهم‌ترین منابع ریسک را که کشاورزان با آن رو به رو هستند، به این شرح بیان می‌کند (احمدی، ۱۳۸۷):

1 Astles et al

2 Green

خطرات اقتصادی (مرحله قبل از عرصه به بازار که شامل نوسانات قیمت در مواد اولیه کشاورزی اعم از بذر، کود و ماشین‌آلات، مشکل اعتبارات بانکی‌ها و عدم تمایل آن‌ها به پرداخت وام به کشاورزان و مرحله بعد از عرصه به بازار که شامل بی‌ثباتی قیمت محصولات کشاورزی، نامشخص بودن سیاست‌های دولت در قبال برخی محصولات و ناپایداری این سیاست‌ها و نوسانات جهانی در قیمت محصولات کشاورزی می‌شود)

- ریسک اجتماعی (دزدی و سرقت از مزارع، باغ‌ها، ادوات و ماشین‌های کشاورزی، جنگ، آشوب و بلوا)

- ریسک طبیعی (خطرات جوی، آفات و بیماری‌های محصولات)

- ریسک بازار (قیمت‌های مواد اولیه، محصولات و نرخ بهره)

هدف از مدیریت ریسک در فعالیت‌های کشاورزی، مدیریتی نا اطمینانی است و شامل شناسایی، ارزیابی، پایش و کاهش تأثیر ریسک‌ها بر یک کسب‌وکار می‌شود (فلاتن و همکاران^۱، ۲۰۰۵). یک برنامه مدیریت ریسک صحیح با استراتژی‌های مدیریت ریسک مناسب می‌تواند مشکلات هزینه‌بر و استراس‌زا را به حداقل رسانده و ادعای خسارت و حق بیمه را کاهش دهد. بنا به نظر بوهیم، مدیریت ریسک، فرآیندی شامل دوفاز اصلی است:

- تخمین ریسک: شامل شناسایی، و اولویت‌بندی است و کنترل ریسک که مراحل برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، برنامه‌ریزی، نظارت ریسک و اقدامات اصلاحی، می‌شود. به اعتقاد فیرلی مدیریت ریسک دارای هفت فاز است.

- شناسایی عوامل ریسک: تخمین احتمال رخداد ریسک و میزان تأثیر آن؛ ارائه راهکارهایی جهت تعدیل ریسک‌های شناسایی شده؛ نظارت بر عوامل ریسک؛ ارائه یک طرح احتمالی؛ مدیریت بحران؛ احیای سازمان بعد از بحران (کویسلینگ و همکاران^۲، ۲۰۰۴).

از این‌رو، اگر این خانوارهای کشاورز، با راهبردهای مدیریت ریسک آشنا بودند بهتر می‌توانستند منابع ریسک و تغییرات درآمدی خود را کنترل کنند و مجبور به ترک محل اقامت خود نمی‌شدند (حیدری، ۱۳۸۵). امروزه اکثر دانشمندان و صاحب‌نظران عرصه توسعه، محصول زعفران به خاطر نقش مهمی که در عرصه سیاسی و اقتصادی کشورها ایفا می‌کند، به‌عنوان یک محصول فوق استراتژیک در تمام دنیا به حساب می‌آورند (ژانگ و بارتول^۳، ۲۰۱۰). لذا با توجه به اینکه اهمیت اقتصادی زعفران چه از نظر تولید و چه از نظر تغذیه و دارویی مهم و پراهمیت به شمار می‌رود، ضرورت اتخاذ رویکردهای مبتنی بر توانمندی‌های روان‌شناختی مردم ضمن پایداری تولید زعفران به‌عنوان یک کالای فوق استراتژیک، میزان آسیب‌پذیری زعفران‌کاران را نیز در برابر انواع مخاطرات طبیعی و انسانی کاهش

1 Flaten et al

2 Koesling et al

3 Zhang & Bartol

خواهد داد (لوکستید و همکاران^۱، ۲۰۱۴)؛ زیرا توانمندی روان شناختی از طریق تقویت اعتماد به نفس کشاورزان نسبت به خودشان و تلاش در جهت اثر بخش ساختن و تاثیر گذار کردن فعالیت های تولیدی شان، زمینه را برای اتخاذ یک راهبرد دائمی و روبه جلو جهت گذار از خطرات احتمالی فراهم می سازد (دیسکو و همکاران^۲، ۲۰۱۵). از نظر صاحب نظران، توانمندی روان شناختی به عنوان فرآیندی جهت بهبود وضعیت کشاورزان از طریق ایجاد و گسترش نفوذ مبتنی بر صلاحیت و توانمندی آنان است (گراوند و علی بیگی، ۱۳۹۰). هدف از بررسی عوامل روان شناختی ارائه بهترین منابع فکری مربوط به هر زمینه از عملکرد کشاورزان است؛ بنابراین می توان گفت که توانمندی روان شناختی فرآیندی است که طی آن احساس افراد در مورد خود کارآمدی افزایش می یابد و این امر از طریق شرایط که عجز و ناتوانی را برطرف می کند، محقق می شود، این شرایط می تواند از طریق اتخاذ رویکردهای مدیریتی جهت غلبه بر ناملایمات آتی محقق شود (نیهارد و همکاران^۳، ۲۰۱۳)؛ بنابراین، عوامل روان شناختی را در زعفران کاران به عنوان یک فرآیند انگیزشی می توان در پنج بعد اصلی احساس معنی دار بودن، احساس خود کارآمدی، احساس خود تعینی، احساس تأثیر و احساس اعتماد به دیگران می توان طبقه بندی کرد که به اختصار توضیح می دهیم: **احساس معنی دار بودن**: عبارت است از ارزش اهداف شغلی زعفران کاران که در ارتباط با استانداردها و یا ایده ال های فردی مورد قضاوت قرار می گیرد. در واقع معنی دار بودن شامل تطابق بین الزامات نقش کشاورزان و بخصوص زعفران-کاران و شغل آنان از یک طرف و اعتقادات و ارزش ها و رفتارها از طرف دیگر است (هال^۴، ۲۰۰۸). **احساس خود کارآمدی**: شایستگی یا خود کارآمدی، اشاره به اعتقاد کشاورزان به توانایی و ظرفیت خود برای انجام کارهاست. درواقع شایستگی چیزی شبیه به اعتقادات عامل، توانایی و با انتظار تلاش عملکرد است (همان، ۲۰۰۸). **احساس استقلال عملکردی**: استقلال کشاورزان در پیش قدمی و استمرار رفتارهاست. به عبارتی این بعد از توانمندی روان شناختی کشاورزان منجر به عدم احساس بیگانگی آنان در محیط کار کشاورزی و رضایت کاری بیشمار آنان جهت دستیابی به سطوح بالای عملکردی در مدیریت ریسک است (اکیر و همکاران^۵، ۲۰۱۳). **احساس تأثیر**: عبارت است از حدی که دران کشاورزان و مخصوصاً زعفران کاران توانایی نفوذ در پیامدهای استراتژیکی و یا عملیاتی در کار خود را دارا می باشد. در واقع زعفران کارانی که بعد تأثیر در آنها قوی است، به محدود شدن توانایی های خود توسط موانع بیرونی اعتقادی ندارند و می کوشند به جای رفتار واکنشی در برابر محیط، تسلط خود را بر آنچه می بینند، حفظ کنند (سونگ و ورنوی^۶، ۲۰۱۰). **احساس اعتماد به دیگران**: کشاورزان و زعفران کاران از طریق اتکا به

1 Luckstead et al

2 Dzeco et al

3 Neyhard et al

4 Hall

5 Alkire et al

6 Song & Vernooy

توانایی اعتماد به دیگران اطمینان خواهند یافت که صاحبان قدرت، مسئولان و غیره به عنوان پشتیبان و همیار آنان در موانع خطر بوده و از طریق اعتماد به دیگران خواهند کوشید که احساس امنیت بیشتری را تجربه نمایند (مالاپیت و همکاران^۱، ۲۰۱۳). در این راستا، براساس پژوهش‌های صورت گرفته، دهستان رشتخوار از جمله دهستان‌هایی است که هر ساله بروز خطرات بالقوه پدیده‌های جوی در آن دور از انتظار نیست. اطلاعات هواشناسی ثبت شده در بین سال‌های ۹۶-۹۰ نشان می‌دهد که در این دهستان ریسک‌هایی همچون خشک‌سالی، سرمازدگی پاییزه، بارندگی و تگرگ‌های بی موقع اتفاق افتاده است و هر کدام از آن‌ها خسارات سنگینی را به زعفران‌کاران این دهستان وارد نموده‌اند. از طرفی نبود دانش و اطلاعات کافی زعفران‌کاران در زمینه‌ی راهکارهای مدیریت ریسک در فرآیند تولید محصول زعفران خود منجر به افزایش چندین برابری خسارات وارده به زعفران‌کاران شده است؛ بنابراین وجود دامنه گسترده ریسک تولید و اهمیت بخش کشاورزی در دهستان رشتخوار و ضرورت توجه به ظرفیت‌ها و توانمندی‌های روان‌شناختی زعفران‌کاران در این زمینه سبب شد که در این تحقیق به بررسی موضوع ریسک تولید و راهبردهای مدیریتی آن پرداخته شود. در این میان، پژوهش حاضر به دنبال پاسخ‌گویی به سؤالات اساسی زیر می‌باشد:

- آیا ارزیابی عوامل توانمندی روان‌شناختی و راهبردهای تولیدزراعی مدیریت ریسک توسط کشاورزان زعفران کار موفق بوده است؟

- از بین عوامل تأثیرگذار توانمندی روان‌شناختی، کدامیک در راهبردهای تولیدی مدیریت ریسک توسط کشاورزان زعفران کار از اهمیت بیشتری برخوردار است؟

با مروری بر پیشینه تحقیق مشخص می‌گردد که تاکنون تحقیقات مختلفی پیرامون بررسی نقش عوامل توانمندی روان‌شناختی با توجه به راهبردهای تولیدی مدیریت ریسک توسط کشاورزان زعفران کار کشورمان انجام شده است که در ادامه به برخی از موارد مرتبط با این تحقیق اشاره می‌گردد:

روستا و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی به بررسی سازوکارهای ترویجی مؤثر بر مدیریت ریسک تولید گندم در استان خراسان رضوی پرداختند. نتایج نشان داد که در مرحله شناسایی ریسک‌های تولید گندم، سازوکارهای گروهی و انبوهی؛ در مرحله ارزیابی اثرات ریسک‌های تولید گندم، سازوکارهای گروهی و انفرادی و استفاده از تشکلهای بومی؛ در مرحله استراتژی‌ها و ابزارها، سازوکارهای گروهی، طراحی برنامه‌های رادیویی تلویزیونی؛ در مرحله روش‌های انتخاب ابزار و استراتژی‌های مدیریت ریسک، سازوکارهای انفرادی و به‌کارگیری دانش بومی بر مدیریت ریسک تولید گندم مؤثر هستند. گراوند و علی بیگی (۱۳۸۹) در پژوهشی به تعیین عوامل مؤثر بر استفاده از راهبردهای مدیریت ریسک تولید کشاورزان ذرت‌کار شهرستان کرمانشاه پرداختند. نتایج نشان می‌دهد کشاورزان با راهبردهای نوین مدیریت ریسک تولید مانند کشت مخلوط در حد کمی آشنایی دارند و اقدامات خود را به استفاده

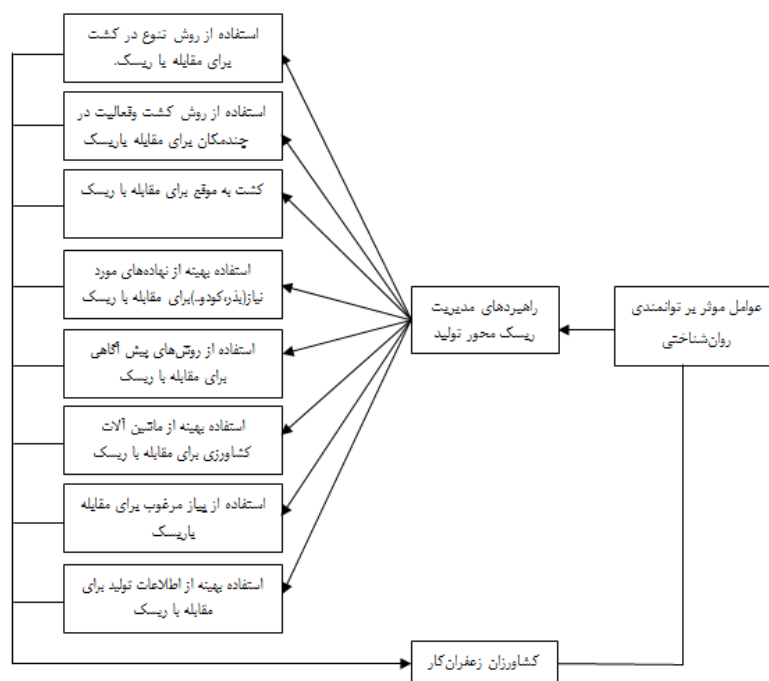
از راهبردهای سنتی مانند استفاده از کودهای شیمیایی بسنده نموده‌اند. عمانی و نیک اندیش (۱۳۸۹) در پژوهشی به شناسایی عوامل اقتصادی - اجتماعی مؤثر بر کاربرد راهبردهای تولیدی زراعی مدیریت ریسک توسط گندم کاران شهرستان دزفول پرداختند. نتایج نشان داد که بین سطح تحصیلات، دانش فنی، نگرش در زمینه‌ی راهبردهای مدیریت ریسک، درآمد محصول و شرکت در کلاس‌های ترویجی با سطح به‌کارگیری راهبردهای تولیدی زراعی مدیریت ریسک توسط گندم کاران در سطح ۰/۰۱ رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. فیگن بام و همکاران^۱ (۱۹۹۶) در پژوهشی به عوامل مؤثر در میزان استفاده از راهبردها و ریسک‌پذیری کشاورزان پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که عواملی که می‌تواند در میزان استفاده از راهبردها و ریسک‌پذیری کشاورزان تأثیر بگذارد فقر و میزان درآمد کشاورزان است. ساسمال^۲ (۲۰۰۳) در پژوهشی آثار به‌کارگیری نهاده‌های مختلف را بر میانگین و ریسک تولید با کمک تابع تولید تصادفی پرداختند. نتایج نشان دهنده آن است که نهادهای نیروی کار و بذر مرغوب موجب کاهش ریسک و نهاده کود شیمیایی موجب افزایش ریسک می‌شود. نلسون و لوهمن^۳ (۲۰۰۵) در پژوهشی به بررسی رابطه بین ویژگی‌های زراعی و میزان ریسک‌پذیری کشاورزان و استقبال آنان از بیمه‌های زراعی پرداختند. نتایج حاکی از آن است که بین فصل زراعت، نوع زراعت و نوع نظام زراعی کشاورزان و استقبال آنان از بیمه‌های مطرح شده ارتباط معناداری وجود دارد. جولوکن^۴ (۲۰۲۰) در پژوهشی به بررسی کنار گذاشتن کشاورزی پرخطر و استفاده از سرمایه طبیعی: روشی در سطح شهرستان برای شناسایی فرصت‌های حفاظت پرداختند. نتایج حاکی از آن است که این مطالعه نتایج FCI را از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷ در ۶۹ شهرستان ساحلی دشت کارولینای شمالی و کارولینای جنوبی بررسی کرده است. از ضریب خسارت (کل خسارت‌های پرداختی محصول / کل حق بیمه پرداخت شده) برای شناسایی ۲۱ شهرستان با کشاورزی پر خطر استفاده شد. به‌هرحال، با توجه به نقش عوامل توانمندی روان‌شناختی راهبردهای تولیدی مدیریت ریسک توسط کشاورزان زعفران‌کار، و آنچه در طرح مساله و مروری بر آثار دیگران بیان شد، به نظر می‌رسد که این عوامل می‌تواند مدیریت ریسک را در ارتباط با کشت این محصول به اجرا در بیاورد (شکل ۱)

1 Fiegenbaum et al

2 Sasmal

3 Nelson & Loehman

4 Luken



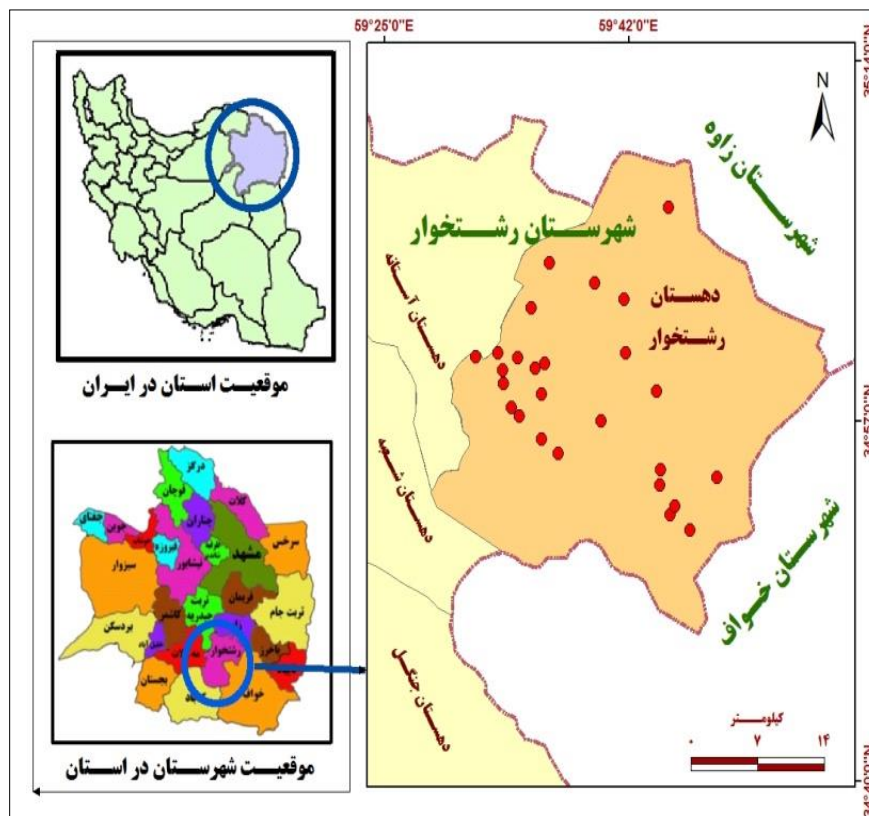
شکل ۱- مدل مفهومی تحقیق (مأخذ: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۹)

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- معرفی اجمالی محدوده مورد مطالعه

دهستان رشتخوار در شمال شرقی و تقریباً از نقاط مرکزی استان خراسان رضوی محسوب می‌شود. از لحاظ موقعیت جغرافیایی این دهستان در ۵۹ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۲۳ ثانیه عرض شمالی کره خاکی قرار گرفته است. فاصله دهستان رشتخوار تا مرکز استان (مشهد) ۱۵۹ کیلو متر است. منطقه مورد مطالعه؛ در شهرستان رشتخوار واقع است که ۲۸ آبادی دارد که ۲ آبادی آن در حال حاضر خالی از سکنه است. مرکز این دهستان شهر رشتخوار است. بر اساس سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۹۰، دهستان رشتخوار دارای ۱۷۰۵۴ نفر جمعیت بوده است (استاندارد خراسان رضوی، ۱۳۹۰). شکل (۲) موقعیت فضایی از استان و شهرستان را به تفکیک دهستان محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد. این دهستان از سویی، با توجه به اینکه در زمینه کشت زعفران از قدمت طولانی برخوردار است و می‌توان گفت اکثریت مطلق خانوارهای روستایی دهستان رشتخوار این محصول را کشت می‌کنند و با کشت آن سروکار دارند و از سویی دیگر امرار و معاش یا به عبارتی معیشت خانوارهای روستایی دهستان به کشت این محصول فوق استراتژیک وابسته است به گونه‌ای که اگر کشت محصول زعفران به خطر بیفتد زندگی اکثر

خانوارهای روستایی دهستان با خطر جدی مواجه است و حتی می‌تواند آثار جبران نشدنی مثل کاهش درآمد، کاهش سطح کیفیت زندگی، افزایش مهاجرت برون کوچی و در نهایت افزایش روستاهای کم جمعیت را بر جای بگذارد.



شکل ۲- نقشه موقعیت دهستان رشتخوار در استان و شهرستان رشتخوار

(مأخذ: ترسیم‌نگارندگان، ۱۳۹۹)

۲-۲- روش تحقیق

پژوهش پیش رو از روش توصیفی - تحلیلی جهت بررسی پارامترهای موردبررسی سود جسته و دارای دو بخش عمده بوده است. بخش اول را مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای و استفاده از امکانات اینترنتی جهت بررسی مواردی چون ادبیات موضوع، پیشینه تحقیق، مفاهیم و غیره به خود اختصاص داده و بخش دوم در قالب پژوهش‌های میدانی جهت جمع آماری اطلاعات و تکمیل پرسشنامه انجام گردیده است. بدین منظور با توجه به سؤال اساسی تحقیق اقدام به شاخص‌سازی در دو بخش راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید (جدول ۱) و عوامل توانمندی روان‌شناختی در زعفران‌کاران مورد مطالعه (جدول ۲) و نهایتاً تهیه پرسشنامه شده است. لازم به ذکر است که شاخص‌های مورد مطالعه، متناسب با شرایط منطقه و از بین طیف گسترده‌ای از شاخص‌های مرتبط با هر بخش گزینش شده‌اند و وضعیت آن‌ها نیز به موردسنجش قرار گرفته‌اند.

جدول ۱- شاخص‌های راهبردی مدیریت ریسک محور تولید

شاخص
استفاده از روش تنوع در کشت برای مقابله با ریسک
استفاده از روش کشت و فعالیت در چند مکان برای مقابله با ریسک
کشت به موقع برای مقابله با ریسک
استفاده بهینه از نهاده‌های مورد نیاز (بذر، کود...) برای مقابله با ریسک
استفاده از روش‌های پیش آگاهی برای مقابله با ریسک
استفاده بهینه از ماشین‌آلات کشاورزی برای مقابله با ریسک
استفاده از پیاز مرغوب برای مقابله با ریسک
استفاده بهینه از اطلاعات تولید برای مقابله با ریسک

مأخذ: مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی نگارندگان، ۱۳۹۹

جدول ۲- شاخص‌های عوامل توانمندی روان‌شناختی در زعفران‌کاران مورد مطالعه

شاخص
داشتن قوه ابتکار و خلاقیت
تأثیرگذاری
معنی‌داری
تاب‌آوری
خوش‌بینی
شایستگی
توانایی تصمیم‌گیری
ریسک‌پذیری

مأخذ: مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی نگارندگان، ۱۳۹۹

با توجه به این که در تحقیق حاضر، برای بررسی کارکردهای متنوع عوامل توانمندی روان‌شناختی زعفران‌کاران در راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید، علاوه بر تکمیل پرسشنامه‌های خانوار، تکمیل پرسشنامه خبرگان روستایی (شامل اعضای شورا، دهیار و ریش سفیدان ساکن در روستاها) نیز مورد توجه بوده است، برای تحقق این امر، وجود حداقل تعداد خانوارهای ساکن در روستاهای نمونه، برای بررسی نظرات خبرگان روستا ضروری بوده است که بر این اساس، روستاهایی با حداقل ۱۰۰ خانوار ساکن (که شامل ۱۳ روستا از ۲۶ روستا محدوده مورد مطالعه یا به عبارتی دیگر، ۵۰ درصد از کل روستاهای دهستان رشتخوار بوده)، به عنوان روستاهای نمونه تعیین گردید. سپس با توجه به تعداد خانوارهای ساکن در روستاهای نمونه (۳۹۵۸ خانوار) و استفاده از فرمول کوکران (در سطح اطمینان ۹۵ درصد)، تعداد ۳۵۵ خانوار به عنوان خانوارهای نمونه محاسبه و در مرحله بعد، به تناسب فراوانی خانوارهای

ساکن در هر روستا، تعداد خانوارهای نمونه آن روستا تعیین و با روش تصادفی ساده، خانوارهای نمونه انتخاب و نهایتاً پرسشنامه‌های خانوار با کمک سرپرستان خانوار یا همسرانشان و پرسشنامه‌های روستا نیز با کمک سه نفر از اعضای شورای اسلامی روستاها، خبرگان محلی یا ریش سفیدان ساکن در آنها تکمیل گردید. در مرحله بعد، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از ماتریس ذی‌نفعان در مدل تلفیقی Asm، نرم‌افزار SPSS و برای تحلیل فضایی از نرم‌افزارهای و Topsis- Fazi استفاده گردید.

۳- بحث و نتایج

بر اساس پرسشنامه‌های تکمیلی، ۸۲/۹ درصد از پاسخگویان پرسشنامه‌ها را مردان و ۱۷/۱ درصد آنها را زنان تشکیل می‌دهند و بیشترین فراوانی سنی مربوط به گروه سنی ۴۵ تا ۶۰ سال (معادل ۴۲/۵ درصد) می‌باشد. همچنین بیشترین فراوانی پاسخگویان از نظر سطح تحصیلات مربوط به راهنمایی (معادل ۳۸/۱ درصد) می‌باشد. یافته‌های تحقیق مؤید آن است که، بر اساس نتایج حاصل از تکمیل پرسشنامه‌ها و مصاحبه با روستاییان زعفران کار، در طی دهه‌های اخیر، بیشتر کشاورزان ساکن در این دهستان، کاهش منابع آبی و تشدید محدودیت‌های آن را بر تولیدات کشاورزی خویش درک نموده‌اند و به همین دلیل به دنبال زعفران (که نیاز آبی فراوانی ندارد و از لحاظ درآمدزایی نیز حائز اهمیت است) گرایش پیدا نموده‌اند. به‌طوری‌که در هر سال مقدار زیادی از زمین‌های زیر کشت محصولات دیگر را به زعفران اختصاص می‌دهند و در حال حاضر در بیش از نیمی از روستاهای مورد مطالعه، بیش از ۵۰ درصد خانوارهای ساکن در آنها زعفران کار می‌باشند (جدول ۳).

جدول ۳- برآورد فراوانی خانوارهای زعفران کار به تفکیک روستا

نام روستا	تعداد خانوار	درصد خانوار زعفران کار	نام روستا	تعداد خانوار	درصد خانوار زعفران کار
فتح آباد	۸۹۷	۸۵	براکوه	۲۶۵	۶۰
نوق	۴۵۷	۲۵	فاردق	۱۸۷	۵۵
کریم آباد	۱۰۵	۴۰	اکبر آباد	۱۵۴	۲۰
عباس آباد	۲۰۵	۳۰	مهدی آباد	۴۴۱	۶۰
حسین آباد	۱۷۵	۶۰	سعادت آباد	۶۲۳	۶۵
قادر آباد	۱۵۶	۲۵	زرغری	۱۸۵	۷۰
روح آباد	۱۰۸	۲۰	مجموع	۳۹۵۸	۵۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

برای بررسی نقش عوامل توانمندی روان‌شناختی با توجه به راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران کار از مدل تلفیقی نگرش ذی‌نفعان استفاده شده است و برای تحلیل فضایی که شامل چهارگام

فازی سازی، کدگذاری، ماتریس سطح تأثیرگذاری و تحلیل آماری است. از این رو در گام اول در مدل حاضر (ASM) با استفاده از منطق فازی به تعریف نمرات و شاخص‌ها پرداخته شده است، تا ارزیابان بتوانند عبارات کلامی را (در این پژوهش عبارات کلامی به نمره‌های اسمی پنج گانه طیف لیکرت گفته می‌شود) خود را به سادگی با زبان محاوره‌ای معمول برای ارزیابی معیارها به کار برده و با مرتبط ساختن این عبارات با شاخص‌های پژوهش، تحلیل مناسب‌تر و دقیق‌تری را بر روی امتیازات معیارها اعمال نمایند (کازوتاناکا، ۱۳۸۶: ۲۰). برای تعریف و نمره دهی به طیف ۵ قسمتی لیکرت و کدگذاری شاخص‌ها جهت آماده سازی مقایسه دو دور می‌توان هریک از آن‌ها را به صورت یک گزینه در نظر گرفت و از این رو یک مسئله با ۵ گزینه وجود خواهد داشت. برای نشان دادن وزن شاخص‌ها از متغیرهای زبانی معمول در طیف لیکرت و برای تعریف فازی آن‌ها برای عوامل توانمندی روان‌شناختی و راهبردهای تولیدی، از سطر تعیین درجات و اعداد فازی استفاده شده است (جدول ۴).

جدول ۴- فازی سازی طیف لیکرت جهت نمره دهی به شاخص‌های پرسش‌نامه

عبارات کلامی	درجات ارزیابی	اعداد فازی متناظر
خیلی کم	Y_1	$(0/1 \dots\dots\dots 0/1)$
کم	Y_2	$(0/1 \dots\dots\dots 0/2)$
متوسط	Y_3	$(0/2 \dots\dots\dots 0/3)$
زیاد	Y_4	$(0/3 \dots\dots\dots 0/4)$
خیلی زیاد	Y_5	$(0/4 \dots\dots\dots 0/5)$

مأخذ: یافته‌های تحقیق ۱۳۹۹

گام دوم برای ارزیابی نقش عوامل توانمندی روان‌شناختی با توجه به راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران کار براساس مدل نگرش ذی‌نفعان کدگذاری قسمت‌های مختلف ماتریس ارزیابی است که برای این کار به عوامل توانمندی روان‌شناختی کد ۱ و به راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید کد ۲ داده شده است. برای نامگذاری شاخص‌ها نیز از شماره ۱ تا ۸ برای هر شاخص به صورت مجزا تعریف شده است. برای قسمت مقایسه زمانی در دو دوره نیز از اختصار قبل از کشت و بعد از کشت مورد نظر استفاده گردید (جدول ۵).

جدول ۵- ماتریس کدگذاری (شاخص‌ها، طیف لیکرت و مقاطع زمانی دوگانه) برای ارزیابی نقش عوامل

توانمندی روان‌شناختی با توجه به راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران کار

کد گویه	طیف لیکرت براساس درجات ارزیابی در دو مرحله					طیف لیکرت براساس عبارات کلامی و اعداد ساده				
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱ و ۲ و ۳-۱	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	۱	۲	۳	۴	۵

کد گویه	طیف لیکرت براساس درجات ارزیابی در دو مرحله					طیف لیکرت براساس عبارات کلامی و اعداد ساده				
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱ و ۲ و ۳-۲	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	۱	۲	۳	۴	۵
	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	۱	۲	۳	۴	۵
۱ و ۲ و ۳-۳	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	۱	۲	۳	۴	۵
	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	۱	۲	۳	۴	۵
۱ و ۲ و ۳-۴	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	۱	۲	۳	۴	۵
	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	۱	۲	۳	۴	۵
۱ و ۲ و ۳-۵	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	۱	۲	۳	۴	۵
	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	۱	۲	۳	۴	۵
۱ و ۲ و ۳-۶	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	۱	۲	۳	۴	۵
	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	۱	۲	۳	۴	۵
۱ و ۲ و ۳-۷	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	۱	۲	۳	۴	۵
	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	۱	۲	۳	۴	۵
۱ و ۲ و ۳-۸	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	بعد (EI)	۱	۲	۳	۴	۵
	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	قبل (OI)	۱	۲	۳	۴	۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

در ماتریس ارزیابی عوامل روان‌شناختی (جدول ۶) که از نظر ذی‌نفعان (کشاورزان زعفران کار) تهیه شده و شامل ۸ شاخص است. شاخص‌ها به ترتیب ۱- شایستگی، ۲- تأثیرگذاری، ۳- معنی‌داری، ۴- تاب‌آوری، ۵- داشتن قوه ابتکار و خلاقیت، ۶- خوش‌بینی، ۷- توانایی تصمیم‌گیری، ۸- ریسک‌پذیری هستند که به مقایسه بین دو دوره قبل از کشت و بعد از کشت زعفران در روستاهای مورد مطالعه پرداخته شده است. در سطر مربوط به رتبه، میزان و ارزش شاخص‌های پژوهش از نظر ذی‌نفعان آمده است. در این میان، بیشترین ارزش به ریسک‌پذیری توسط کشاورزان زعفران‌کار داده شده است؛ یعنی اینکه کشاورزان زعفران‌کار در این زمینه بیشتر از سایر موارد اهمیت قائل شدند. خوش‌بینی، توانایی تصمیم‌گیری در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفته‌اند و در رتبه آخر شایستگی قرار گرفته است. براساس نتایج اولیه ارزیابی براساس ماتریس ذی‌نفعان، کشاورزان زعفران‌کاران در زمینه عوامل توانمندی روان‌شناختی دهستان رشتخوار ۳۸ درصد موفقیت کسب کرده‌اند.

جدول ۶- ماتریس مدل تلفیقی نگرش ذی‌نفعان جهت ارزیابی شاخص‌های عوامل توانمندی روان‌شناختی

توسط کشاورزان زعفران‌کار

رتبه	$\frac{XBI}{XOI} (*)$	میانگین	طیف لیکرت برای ارزیابی شاخص‌های عوامل توانمندی روان‌شناختی					آزمون روابط برای هر شاخص
			خیلی زیاد (Y5)	زیاد (Y4)	متوسط (Y3)	کم (Y2)	خیلی کم (Y1)	کد مراحل قبل - بعد
R1	+۰/۰۵۸۹	۱/۱۲۵۰	۰	۵	۲	۳۰	۳۱۸	قبل (OI)
		۲/۱۸۳۹	۵۹	۱۱۱	۱۰۹	۳۲	۴۴	بعد (EI)
R7	+۰/۱۷۱۵	۱/۰۶۱۶	۰	۰	۸	۲۸	۳۱۸	قبل (OI)
		۱/۲۳۳۱	۰	۲	۱۴	۴۱	۲۹۸	بعد (EI)
R8	+۰/۱۷۷۹	۱/۰۲۰۵	۰	۰	۱۵	۱۹	۳۲۱	قبل (OI)
		۱/۱۹۸۴	۰	۰	۲۵	۲۸	۳۰۲	بعد (EI)
R2	+۰/۳۸۴۵	۱/۴۸۰۶	۰	۰	۱۷	۱۰۵	۲۳۳	قبل (OI)
		۱/۸۶۵۱	۹	۹	۹۱	۱۲۸	۱۱۸	بعد (EI)
R6	+۰/۵۳۲۴	۱/۰۸۴۶	۰	۰	۹	۶۲	۲۸۴	قبل (OI)
		۱/۶۱۷۰	۸	۱۰	۶۳	۸۸	۱۸۶	بعد (EI)
R4	+۰/۰۷۱۲	۱/۱۳۹۹	۰	۲	۹	۲۸	۳۱۶	قبل (OI)
		۱/۸۵۱۹	۵	۳۶	۵۳	۲۷	۲۳۴	بعد (EI)
R5	+۰/۴۸۸۶	۱/۱۷۳۹	۰	۹	۱۰	۳۱	۳۰۵	قبل (OI)
		۱/۶۶۲۵	۲	۸	۳۲	۹۳	۲۲۰	بعد (EI)
R3	+۰/۷۳۵۳	۱/۲۲۲۵	۰	۰	۳	۱۹	۳۳۳	قبل (OI)
		۱/۹۵۷۸	۳	۱۸	۷۷	۱۲۰	۱۳۷	بعد (EI)

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

همچنین بر اساس درجه اهمیت شاخص های مرتبط با عوامل توانمندی روان شناختی در کشاورزان زعفران کار، سطح عوامل توانمندی روان شناختی در سطح ۳۵۵ کشاورز زعفران کار محاسبه گردید که نهایتاً میانگین سطح عوامل توانمندی روان شناختی در سطح هر یک از روستاهای مورد مطالعه تعیین گردید. نتایج تحقیق مؤید آن است که سطح عوامل توانمندی روان شناختی در روستا از ۱۳ روستای مورد مطالعه، در سطح ضعیف و در ۵ روستا نیز در سطح متوسط می باشد. از این رو، بر اساس یافته های تحقیق، روستاهای دهستان رشتخوار از نظر سطح عوامل توانمندی روان شناختی در سطح متوسط بوده و در این میان، از بین روستاهای مورد مطالعه، روستاهایی همچون فتح آباد و سعادت آباد به دلیل ریسک پذیری، خوش بینی و توانایی تصمیم گیری بیشترین سطح عوامل توانمندی روان شناختی را در کشاورزان زعفران کار دارا می باشند (جدول ۷).

جدول ۷- طبقه بندی روستاها به تفکیک عوامل توانمندی روان شناختی توسط کشاورزان زعفران کار

به روش فازی تاپسیس در محدوده مورد مطالعه

میزان اثرگذاری	شاخص شباهت	حل ضده	حل ایده آل	نام روستا	میزان اثرگذاری	شاخص شباهت	حل ضده	حل ایده آل	نام روستا
	۰/۳۰	۲/۳۰	۴/۱۵	حسین آباد	فوی	۰/۵۱	۲/۹۲	۳/۰۵	فتح آباد
	۰/۲۹	۲/۲۷	۴/۱۷	کریم آباد		۰/۴۵	۲/۸۶	۳/۱۸	سعادت آباد
ضعیف	۰/۲۵	۲/۲۵	۴/۲۰	فاردق	متوسط	۰/۴۲	۲/۶۹	۳/۲۴	نوق
	۰/۲۵	۲/۲۳	۴/۲۳	قادر آباد		۰/۴۲	۲/۶۲	۳/۶۰	مهدی آباد
	۰/۲۲	۲/۲۱	۴/۲۷	روح آباد		۰/۳۸	۲/۵۲	۳/۹۰	براکوه
	۰/۲۱	۲/۱۹	۴/۳۵	اکبر آباد		۰/۳۹	۲/۵۷	۳/۶۱	زرغری
						۰/۳۸	۲/۴۵	۳/۷۸	فاردق

مأخذ: یافته های تحقیق، ۱۳۹۹

در ماتریس ارزیابی راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران کار (جدول ۸) از نظر ذی نفعان که شامل هشت گویه می شود، مقایسه بین دو دوره قبل از کشت و بعد از کشت زعفران در روستاهای مورد مطالعه چنین به دست آمده که، بیشترین ارزش به استفاده از پیاز مرغوب برای مقابله باریسک توسط کشاورزان زعفران کار داده شده است، یعنی اینکه کشاورزان زعفران کار در زمینه تهیه پیاز مرغوب در بین خانوارهای روستایی بیشتر از سایر عوامل دقت داشته اند. در رتبه های بعدی استفاده بهینه از نهاده های مورد نیاز (بذر، کود و...) برای مقابله با ریسک جای دارد و در رتبه آخر شاخص استفاده از روش های پیش آگاهی برای مقابله با ریسک قرار گرفته است. به طور کلی راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران کار در دهستان رشتخوار ۴۱ درصد موفقیت از خود نشان داده، که در مقایسه با عوامل توانمندی روان شناختی رقم بهتری را نشان می دهد.

جدول ۸- ماتریس مدل تلفیقی نگرش ذی‌نفعان جهت ارزیابی شاخص‌های راهبردهای مدیریت

ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران‌کار

رتبه	$\frac{XBI}{XOI} (*)$	میانگین	طیف لیکرت برای ارزیابی شاخص‌های راهبردهای تولیدی مدیریت ریسک						آزمون روابط برای هر شاخص
			خیلی زیاد (Y5)	زیاد (Y4)	متوسط (Y3)	کم (Y2)	خیلی کم (Y1)	کد مراحل قبل-بعد	
R ₃	+۰/۹۸۵	۱/۲۴۰	۲	۳	۲	۷۰	۲۷۸	قبل (OI)	۱-۲
		۲/۲۲۵	۸	۲۸	۶۰	۱۰۰	۱۵۹	بعد (EI)	
R ₅	+۰/۹۶۵	۱/۲۳۷	۰	۳	۶	۴۱	۳۰۵	قبل (OI)	۲-۲
		۲/۲۰۲	۱۰	۱۷	۸۰	۸۴	۱۶۴	بعد (EI)	
R ₁	+۱/۸۵۸	۱/۴۲۲	۳	۱۲	۲۰	۶۵	۲۵۵	قبل (OI)	۳-۲
		۳/۲۸۰	۳۳	۱۳۸	۱۴۰	۲۴	۲۰	بعد (EI)	
R ₇	+۰/۷۹۹	۱/۲۱۱	۱	۲	۱۰	۳۰	۳۱۲	قبل (OI)	۴-۲
		۲/۰۱۰	۳	۴۰	۶۷	۸۸	۱۵۷	بعد (EI)	
R ₂	+۱/۴۵۲	۱/۲۸۰	۲	۵	۷	۶۳	۲۷۸	قبل (OI)	۵-۲
		۲/۷۳۲	۵۱	۷۰	۷۱	۶۲	۱۰۱	بعد (EI)	
R ₈	+۰/۴۸۱	۱/۱۲۰	۰	۳	۱۰	۹	۳۳۳	قبل (OI)	۶-۲
		۱/۶۰۱	۳	۸	۵۴	۵۵	۲۳۵	بعد (EI)	
R ₆	+۰/۶۴۷	۱/۲۲۲	۰	۷	۱۲	۶۹	۲۶۷	قبل (OI)	۷-۲
		۱/۸۶۹	۱۰	۲۴	۱۰۶	۷۵	۱۴۰	بعد (EI)	
R ₄	+۰/۹۳۲	۱/۲۸۲	۰	۵	۱۰	۴۵	۲۹۵	قبل (OI)	۸-۲
		۲/۳۱۴	۱۳	۳۲	۱۰۲	۷۷	۱۳۱	بعد (EI)	

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

همچنین بر اساس درجه اهمیت شاخص‌های مرتبط با راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید در کشاورزان زعفران‌کار، راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید در سطح ۳۵۵ کشاورز زعفران‌کار محاسبه گردید که نهایتاً میانگین راهبردهای تولید در سطح هر یک از روستاهای مورد مطالعه تعیین گردید. نتایج تحقیق مؤید آن است که راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید در ۴ روستا از ۱۳ روستای مورد مطالعه، در سطح ضعیف و در ۶ روستا نیز در سطح متوسط می‌باشد. در این میان، از بین روستاهای مورد مطالعه، روستاهایی همچون فتح‌آباد و براکوه، مهدی‌آباد، سعادت‌آباد، زرگری به دلیل استفاده بهینه از نهاده‌های مورد نیاز (بذر، کود و...) برای مقابله با ریسک، استفاده از پیاز مرغوب برای مقابله باریسک، استفاده بهینه از اطلاعات تولید برای مقابله با ریسک و..... از بیشترین راهبردهای تولید زراعی مدیریت ریسک را در کشاورزان زعفران‌کار دارا می‌باشند. از طرفی دیگر روستاهایی همچون، قادرآباد روح آباد و اکبرآباد به دلایلی همچون عدم استفاده از روش‌های متنوع کشت، بالا نبردن سطح

توانمندی روان شناختی (استقلال عملکردی، معنی داری و غیره)، استفاده نکردن از منابع اطلاعاتی در رابطه با زعفران- کاری در سطحی ضعیف از دهستان قرار گرفته اند (جدول ۹).

جدول ۹- طبقه بندی روستاها به تفکیک راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران کار به روش فازی تاپسیس در محدوده مورد مطالعه

میزان اثرگذاری	شاخص شباهت	حل ضد ایده آل	حل ایده آل	نام روستا	میزان اثرگذاری	شاخص شباهت	حل ضد ایده آل	حل ایده آل	نام روستا
متوسط	۰/۳۲	۲/۲۸	۳/۱۲	نوق	قوی	۰/۴۷	۲/۵۷	۲/۹۸	فتح آباد
	۰/۳۷	۲/۲۲	۳/۲۲	کریم آباد		۰/۴۷	۲/۴۸	۳/۰۹	براکوه
ضعیف	۰/۳۰	۲/۱۹	۳/۳۰	عباس آباد	متوسط	۰/۴۴	۲/۴۴	۳/۱۹	زرغری
	۰/۳۰	۲/۱۷	۳/۳۲	قادر آباد		۰/۴۲	۲/۴۰	۳/۵۵	مهدی آباد
	۰/۲۱	۲/۱۶	۴/۲۵	روح آباد		۰/۴۲	۲/۳۸	۳/۸۰	سعادت آباد
	۰/۲۰	۲/۱۰	۴/۴۰	اکبر آباد		۰/۴۰	۲/۳۵	۳/۷۱	حسین آباد
						۰/۴۰	۲/۳۰	۳/۸۷	فاردق

گام چهارم در مدل نگرش ذی نفعان، تحلیل داده های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار spss و آزمون های آماری مورد نیاز برای مقایسه دو دوره و تعیین میزان عوامل توانمندی روان شناختی و راهبردهای تولیدزراعی مدیریت ریسک از زمان کشت است. در این گام جهت معناداری ارتباط بین عوامل روان شناختی و راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید در دو دوره قبل از کشت و بعد از کشت زعفران از آزمون ویلکاکسون و تعیین مقدار Z و سطح معناداری استفاده شده است (جدول ۱۰). یک شکل خوب از آزمون ویلکاکسون آماره Z و توزع نرمالی است که یک برآورد خیلی عالی به صورت آزمون نمونه می باشد. قبل از مشخص شدن آزمون معناداری به محاسبه این آماره برای هریک از شاخص های ۱۶ گانه پژوهش پرداخته شده است

جدول ۱۰- نتایج به دست آمده از آزمون ویلکاکسون برای شاخص های پژوهش

شاخص های راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید	میزان Z	سطح معناداری	شاخص های عوامل توانمندی روان شناختی	میزان Z	سطح معناداری
۱-۲	-۶/۱۳۶	۰/۰۰۰	۱-۱	-۱۲/۲۴۶	۰/۰۰۰
۲-۲	-۸/۷۴۳	۰/۰۰۰	۲-۱	-۱۰/۸۶۹	۰/۰۰۰
۳-۲	-۶/۸۱۰	۰/۰۰۰	۳-۱	-۱۰/۵۹۴	۰/۰۰۰
۴-۲	-۱۱/۲۷۷	۰/۰۰۰	۴-۱	-۱۱/۷۴۵	۰/۰۰۰
۵-۲	-۸/۶۰۳	۰/۰۰۰	۵-۱	-۱۰/۶۷۰	۰/۰۰۰
۶-۲	-۱۰/۷۱۹	۰/۰۰۰	۶-۱	-۱۱/۰۷۱	۰/۰۰۰

شاخص‌های راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید	میزان Z	سطح معناداری	شاخص‌های عوامل توانمندی روان‌شناختی	میزان Z	سطح معناداری
۷-۲	-۷/۶۲۴	۰/۰۰۰	۷-۱	-۷/۳۴۷	۰/۰۰۰
۸-۲	-۱۳/۸۱۷	۰/۰۰۰	۸-۱	-۱۳/۹۵۲	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

با بررسی انجام شده به این نتیجه رسیدیم که میانگین کلی درجات ارزیابی (درجات ارزیابی و اعداد پیوسته فازی در گام اول جایگزین عبارات کامی و نمرات ساده طیف پنج طحی لیکرت شدند) برای شاخص‌های عوامل توانمندی روان‌شناختی (قبل از کشت ۱/۱۳ و بعد از کشت ۱/۷۸۲) و برای شاخص‌های راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید (قبل از کشت ۱/۲۷۵۲ و بعد از کشت ۱/۸۴۲) محاسبه شده است و این نشان دهنده آن است که ذی‌نفعان در ارزیابی، معتقد به تأثیر عوامل توانمندی روان‌شناختی و راهبردهای تولیدی مدیریت ریسک در روستاهای دهستان رشتخوار هستند (جدول ۹). در نهایت بر اساس آزمون ویلکاکسون، p محاسبه شده در سطح آلفا ۰/۰۵ با ۰/۹۵ اطمینان کوچکتر از سطح آلفا ۰/۰۵ است؛ بنابراین، می‌توان گفت بین عوامل توانمندی روان‌شناختی و راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید در روستاهای دهستان رشتخوار رابطه معناداری وجود دارد (جدول ۱۱).

جدول ۱۱- آزمون ویلکاکسون جهت معناداری ارتباط بین عوامل توانمندی روان‌شناختی و راهبردهای

مدیریت ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران

شاخص	مقطع زمانی	ارقام محاسبه شده	سطح معناداری	نتیجه
عوامل توانمندی روان‌شناختی	میانگین رتبه‌ای (OI)	۱/۱۳	۰/۰۰۰	H ₁
	میانگین رتبه‌ای (EI)	۱/۷۸۲		
راهبردهای تولیدی مدیریت ریسک	میانگین رتبه‌ای (OI)	۱/۲۷۵۲	۰/۰۰۰	H ₁
	میانگین رتبه‌ای (EI)	۱/۸۴۲		

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

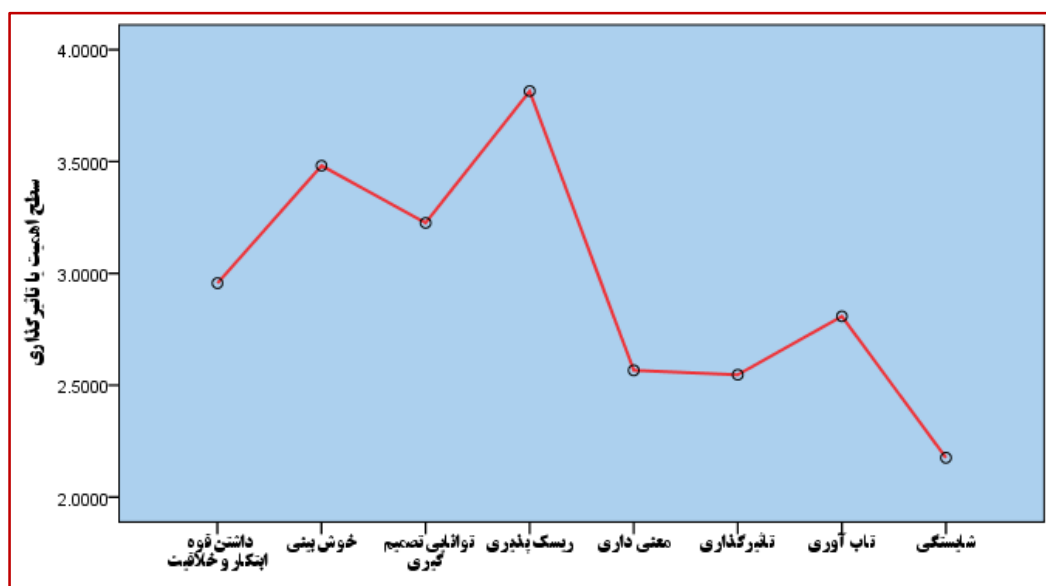
از طرف دیگر، در این پژوهش برای تحلیل سطح اهمیت و تأثیرگذاری عوامل روان‌شناختی در راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. نتایج آزمون نشان می‌دهد که با سطح اطمینان ۹۹ درصد، اختلاف معناداری بین سطح تأثیرگذاری عوامل روان‌شناختی و راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید وجود دارد (جدول ۱۲).

جدول ۱۲- نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه بر سطح اهمیت و تأثیرگذاری عوامل روان شناختی در راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران کار در محدوده مورد مطالعه

سطح تأثیرگذاری	جمع مجزورات	درجه آزادی (df)	میانگین مجزورات	F	سطح معناداری (Sig)
بین گروه‌ها	۵۷/۶۳۱	۲	۸/۴۵۸	۱/۳۵۹	۰/۰۰۰
درون گروه‌ها	۱۸/۵۲۳	۲۱۶۵	۰/۰۰۹		
کل	۷۶/۱۵۴	۲۱۶۷			

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

در این باره، نتایج حاصل از مقایسه سطح تأثیرگذاری و اهمیت عوامل توانمندی روان شناختی مطرح در راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید در روستاهای مورد مطالعه نشان دهنده آن است که ریسک‌پذیری در بین شاخص‌های عوامل توانمندی روان شناختی بر راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران کار نمونه بارزتر از سایر شاخص‌ها است (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه سطح تأثیرگذاری و اهمیت شاخص‌های مطرح در عوامل توانمندی روان شناختی بر راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید دهستان رشتخوار. (مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹)

در نهایت، برای بررسی ارتباط بین «راندمان تولید در محدوده مورد مطالعه» و «توانمندی روان شناختی، توانایی مدیریت ریسک محور تولید» از تحلیل‌های آماری استفاده شده است. تردیدی نیست که وجود متغیر فاصله‌ای، همگونی واریانس‌ها و توزیع نرمال داده‌های مورد استفاده، از شرایط لازم در استفاده از آزمون‌های پارامتریک می‌باشد.

در این تحقیق با توجه به وجود شرایط لازم برای استفاده از آزمون پارامتریک، جهت بررسی ارتباط بین راندمان تولید در محدوده مورد مطالعه و توانمندی روان‌شناختی، توانایی مدیریت ریسک محور تولید، از آزمون همبستگی اسپیرمن (Spearman) استفاده شده است. نتایج تحقیق مؤید آن است که بین این متغیرها رابطه معناداری وجود دارد. از یک سو، ضریب همبستگی بین راندمان تولید و عوامل مؤثر بر توانمندی روان‌شناختی در محدوده مورد مطالعه $0/763$ می‌باشد که با توجه به مقادیر حاصل، با سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌توان گفت که بین این دو متغیر، ارتباط مستقیم و معنادار با همبستگی متوسط به بالا برقرار می‌باشد (جدول ۱۳). بر این اساس، با افزایش سطح توانمندی روان‌شناختی، با سطح اطمینان ۹۹ درصد سبب افزایش راندمان تولید در محدوده مورد مطالعه شده است. از سویی دیگر، ضریب همبستگی بین راندمان تولید و مدیریت ریسک محور تولید در محدوده مورد مطالعه $0/872$ می‌باشد که با توجه به مقادیر حاصل، با سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌توان گفت که بین این دو متغیر، ارتباط مستقیم و معنادار با همبستگی متوسط به بالا برقرار می‌باشد (جدول ۱۲). بر این اساس، با افزایش توانایی مدیریت ریسک محور تولید، با سطح اطمینان ۹۹ درصد سبب بهبود و افزایش راندمان تولید در محدوده مورد مطالعه شده است. در این میان، راندمان تولید بسته به هر دو مورد (سطح توانمندی روان‌شناختی خانوارهای روستایی، مدیریت ریسک محور تولید خانوارهای روستایی) اگر در وضعیت خوب و عالی باشند می‌تواند افزایش داشته باشد. از این رو، افزایش راندمان تولید می‌تواند، درآمدزایی، کارآفرینی، ماندگاری و بهبود کیفیت زندگی خانوارهای روستایی را در پی داشته باشد.

جدول ۱۳- نتیجه آزمون همبستگی اسپیرمن در بررسی رابطه بین راندمان تولید و

(سطح توانمندی روان‌شناختی، مدیریت ریسک محور تولید) در خانوارهای مورد مطالعه

مقادیر	موارد (سطح توانمندی روان‌شناختی)
$0/763$	ضریب همبستگی
$0/000$	سطح معناداری
۳۵۵	تعداد خانوارهای مورد مطالعه
مقادیر	موارد (مدیریت ریسک محور تولید)
$0/872$	ضریب همبستگی
$0/000$	سطح معناداری
۳۵۵	تعداد خانوارهای مورد مطالعه

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹

۴-جمع‌بندی

در طول ۲۰ سال گذشته، شمار بلایای طبیعی ثبت شده در جهان تقریباً از ۲۰۰ به ۴۰۰ مورد در سال رسیده است. این شمار روزافزون بلایای طبیعی موجب به صدا در آمدن زنگ خطر برای جامعه کشاورزی در این کشورها شده است. چرا که در این کشورها اکثر مردم از طریق کشاورزی روزگار می‌گذرانند و کوچکترین تغییری در شرایط آب‌وهوایی این کشورها می‌تواند تأثیر آنی بر بخش کشاورزی داشته باشد. در این راستا، کشاورزان و تولیدکنندگان کشاورزی همواره با نوعی ناباوری و نبود اطمینان در تولید، روبه‌رو می‌باشند که در مقایسه با سرمایه‌گذاری در صنعت و خدمات از امنیت اقتصادی و سرمایه‌گذاری کمتری برخوردار می‌باشد. اگرچه ممکن است برای کنترل ریسک و میزان خطر پذیری محصولات کشاورزی، راه‌های گوناگونی وجود داشته باشد، ولی بر پایه تجربه‌های علمی و عملی در بسیاری از کشورهای جهان توجه به مدیریت ریسک یکی از بهترین و خردمندانه‌ترین شیوه‌هایی است که می‌توان به آن استناد کرد. بکارگیری راهبردهای مدیریت ریسک توسط زارعان می‌تواند موجب انتقال از وضع موجود به وضع مطلوب شود. همان‌طور که مطرح شد. نوشتار حاضر عوامل روان‌شناختی موثر بر کاربرد راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید را مورد شناسایی قرار داده است. از نتایج حاصل از تحلیل‌های آماری تحقیق می‌توان استنباط نمود که ذی‌نفعان در ارزیابی، معتقد به تأثیر عوامل توانمندی روان‌شناختی و راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید توسط کشاورزان زعفران‌کار در روستاهای دهستان رشتخوار هستند. در واقع، نتایج این تحقیق، همسو با یافته‌های پژوهشی (حیدری ساریان و همکاران، ۱۳۸۹) می‌باشد که معتقد است افزایش متغیرهای روان‌شناختی (داشتن قوه ابتکار و خلاقیت، مثبت‌اندیشی و قطعیت در کار، تأثیر و معنی‌داری و ...) منجر به افزایش اتخاذ راهبردهای مدیریت ریسک در بین گندم‌کاران مورد مطالعه شده است. از طرف دیگر، در شرایط حاضر، با توجه به بالا بردن سطح توانمندی روان‌شناختی کشاورزان زعفران‌کار در روستاهای دهستان رشتخوار، می‌توان راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید را در روستاهای دهستان رشتخوار بالا برد. به هر حال، بر اساس جمع‌بندی نتایج حاصل از پرسشنامه‌های روستا و پرسشنامه‌های خانوار، توجه به موارد زیر در جهت ارتقاء عوامل توانمندی روان‌شناختی در بهبود راهبردهای مدیریت ریسک محور تولید کشاورزان زعفران‌کار ضروری می‌باشد:

با توجه به اینکه میزان دسترسی به کانال‌های ارتباطی و اطلاعاتی در زعفران‌کاران دهستان رشتخوار ضعیف می‌باشد.

توصیه می‌گردد در این راستا، توسط دستگاه‌های اجرایی ذیربط، اقدامات متناسب مبذول گردد.

وجود تعادل و یکپارچگی فعال در تجمع‌های اجتماعی در سطح این دهستان لازم و ضروری است؛ چرا که موفقیت در امر توسعه عوامل مؤثر بر توانمندی روان‌شناختی بدون توجه به تمامی متغیرهای مرتبط با توانمندی روان‌شناختی قابل دست‌یابی نیست با وجود ارتباط معنادار بین عوامل توانمندی روان‌شناختی و راهبردهای تولید

زراعی مدیریت ریسک محور، می‌توان با اخذ یک رویکرد جامع و کامل که همه جوانب توانمندی روان‌شناختی را مد نظر قرار داده باشد مدیریت ریسک محور را در بین کشاورزان زعفران‌کار ابدی کرد.

با توجه به اینکه تمامی اقدامات در زمینه توانمندی روان‌شناختی در جامعه هدف برای کل منطقه مورد مطالعه، ضروری می‌باشد. لازم است تا با بهره‌گیری از مدل مدیریت ریسک می‌توان این امکان را فراهم ساخت تا اولویت بندی اقدامات، درست در جایی که بیشترین نیاز به اجرای آن وجود دارد، انجام پذیرد و در نهایت آسیب‌پذیری کشاورزان زعفران‌کار کاهش می‌یابد.

پشتوانه مالی و نقدینگی اضافی در کشاورزان زعفران‌کار نکته مهمی است که باید مد نظر قرار گیرد که این کار از طریق، توجه و کوشش مسئولین در ارائه راه‌حل‌هایی به منظور رفع موانع موجود و سیاست‌گذاری مناسب فراهم می‌شود.

با توجه به اینکه این دهستان چندسالی است به خاطر درآمدزایی بالای محصول استراتژیک زعفران دچار تک کشتی شده است. حمایت و تشویق مردم به وسیله ارگان‌هایی همچون جهاد کشاورزی برای کشت محصولات دیگر که با شرایط اکولوژیکی این دهستان سازگاری دارد (از قبیل پسته که از نظر درآمدزایی با زعفران برابری می‌کند) بایستی مورد توجه باشد. در این راستا روستاهایی مثل دولت آباد نوده، روح آباد و قادرآباد قابلیت کشت پسته را دارند و با توجه به اینکه میزان منابع آبی در این روستاها کم است، می‌توان کشت پسته را برای خانوارهای این روستا توصیه نمود. در این میان، سطح توانمندی و مدیریت ریسک محور تولید را در آن‌ها تقویت نمود از طریق سازمان‌های نام برده تا دچار مشکلات نشوند.

کتابنامه

- احمد رضا، قربانی؛ محمد، دوران‌دیش؛ کهنسال، محندرضا؛ ۱۳۹۳. جایگاه زعفران ارگانیک در سبد مصرفی آبی خانوارها و عوامل مؤثر بر آن، نشریه زراعت و فناوری زعفران، ۲(۲): ۳-۱۴.
- اصغری لقمجانی، صادق؛ ایزدی، علی؛ ۱۳۹۵. واکاوی نقش زعفران در اشتغال‌زایی خانوارهای روستایی (مورد مطالعه: دهستان رشتخوار)، نشریه پژوهش‌های زعفران (دوفصلنامه)، ۴(۲): ۲۲۸-۲۱۰.
- ابیار، نورمحمد؛ ۱۳۸۱. بررسی عوامل مؤثر بر توسعه کشت سویا در استان گلستان، مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۳۸(۳۸): ۸۲-۶۷.
- احمدی، محمد؛ ۱۳۷۸. بررسی عوامل مؤثر بر عضویت کشاورزی در تعاونی تولید روستایی در قالب الگوی انتشار نوآوری‌ها، پایان نامه کارشناسی ارشد ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

- بوزرجمهری، خدیجه؛ شیخ احمدی، فهیمه؛ جوانی، خدیجه؛ ۱۳۹۵. بررسی اثرات اقتصادی-اجتماعی کشت زعفران بر خانوارهای روستاییا تاکید بر کشاورزی پایدار (نمونه مورد مطالعه: دهستان بالاولایت، شهرستان باخرز)، نشریه زراعت و فناوری زعفران، ۴(۱): ۷۳-۶۳.
- بهرامی، علی؛ آگهی، حسن؛ ۱۳۸۴. مدیریت ریسک در مزارع کشاورزی، فصلنامه پژوهشی بیمه و کشاورزی ۲(۸): ۱۱۳-۸۹.
- جماعت، علی؛ عسگری، فرید؛ ۱۳۸۹. مدیریت ریسک اعتباری در سیستم بانکی با رویکرد داده کاوی، مجله مطالعات کمی در مدیریت، ۱(۳): ۱۲۶-۱۱۵.
- حیدری، محسن؛ ۱۳۸۵. چگونه می‌توان خسارت بلایای جوی و اقلیمی را کاهش داد؟ ویژه نامه بلایای طبیعی سال ۱۳۸۵، وزرات راه و ترابری سازمان هواشناسی کشور، اداره کل هواشناسی استان آذربایجان شرقی.
- صادقلو، طاهره؛ سجاسی قیداری، حمداله؛ ۱۳۹۳. اولویت بندی عوامل مؤثر بر افزایش تاب‌آوری کشاورزان در برابر مخاطرات طبیعی (با تاکید بر خشکسالی) منطقه مورد مطالعه: کشاورزان روستاهای شهرستان ایجرود، فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۳(۱۰): ۱۵۴-۱۲۹.
- ظاهری، محمد؛ طالبی فرد، رضا؛ خالقی، عقیل؛ ۱۳۹۴. ارزیابی نیمه کمی خطرپذیری خشکسالی با استفاده از مدل «مدیریت ریسک» مطالعه موردی: دهستان دولت آباد شهرستان جیرفت، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۶(۲۱): ۴۹-۳۰.
- عمانی، محمدرضا؛ نیک اندیش، علیرضا؛ ۱۳۸۹. شناسایی عوامل اقتصادی - اجتماعی مؤثر بر کاربرد راهبردهای تولیدی زراعی مدیریت ریسک توسط گندم کاران شهرستان درفول، مجله پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۳(۴): ۸۴-۷۳.
- کورش روستا؛ فرج الله حسینی، سید جمال؛ چیدری، محمد؛ حسینی، سید محمود؛ ۱۳۸۸. بررسی عوامل مؤثر بر توانایی کشاورزان در مدیریت ریسک (مطالعه موردی: گندم کاران خراسان رضوی)، مجله تحقیقات و توسعه کشاورزی ایران، ۲(۳): ۱۴۱-۱۲۷.
- گراوندی، شهر؛ علی بیگی، امیرحسین؛ ۱۳۹۰. شناسایی تعیین کننده‌های مدیریت ریسک کشاورزی: مطالعه کشاورزان شهرستان کرمانشاه، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۲(۲): ۲۶۴-۲۵۵.
- گراوندی، شهر؛ علی بیگی، امیرحسین؛ ۱۳۸۹. تعیین عوامل مؤثر بر استفاده از راهبردهای مدیریت ریسک تولید به وسیله کشاورزان ذرت کار شهرستان کرمانشاه، پژوهش‌های روستایی، ۱(۲): ۱۳۵-۱۱۷.
- مطیعی لنگرودی، سید حسن؛ شمسایی ابراهیم؛ ۱۳۸۹. چاپ اول، ناشر: دانشگاه تهران
- یعقوبی، ابوالحسن؛ چیدری، محمد؛ فعلی، سعید؛ پزشکی‌راد، غلامرضا؛ ۱۳۸۹. عوامل مؤثر بر مدیریت ریسک در بین کشاورزان گندم کار دیم شهرستان تفرش، مجله علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۶(۱): ۱۰۱-۹۱.

- Astles, K., Holloway, M., Steffe, A., Green, M., Ganassin, C., & Gibbs, P., 2006 An ecological method for qualitative risk assessment and its use in the management of fisheries in New South Wales, Australia. *Fisheries Research*, 82(1): 290-303.
- Dzeco, C., Amilia, C., Cristóvão, A., 2015. Farm field schools and farmer's empowerment in Mozambique: A pilot study. *Journal of Extension Systems*, 26(2), 142-158
- Fiegenbaum, A., Hart, S., & Schendel, D., 1996. Strategic reference point theory. *Strategic management Journal*, 17(1): 219-235.
- Flaten, o, Lien, G, Koesling, M, Vallec, P. S, and Ebbesvik, M., 2005. Comparing risk perceptions and risk managemnt in organic and conventional dairy farming: Empirical from Norway. *Livestock Production Science*, 95, 11-25.
- Fraisse, C,W, Breuer, N,E, Zierden, D, Bellowc, J, Cabrera, V,E,Garciay Garcia,A, Ingram, K.T. Hatch, U. Hoogenboomd, G.Jones, J.W. and O Brien.J.J., 2006. Ag-climate: a climate forecast information system for agricultural risk management in the southeastern USA. *Computers and Electronics in Agriculture*, 53. 13-27
- Green, J., 2003. Risk management for small farms. *Cornell Small Farms Program*, 255-607
- Hall, M., 2008. The effect of comprehensive performance measurement systems on role clarity, psychological empowerment and managerial performance. *Accounting, Organizations and Society*, 33(2): 141-163.
- Koesling, M., Ebbesvik, M., Lien, G., Flaten, O., Steinar Valle, P., Arntzen, H., 2004. Risk and risk management in organic and conventional cash crop farming in Norway. *Food Economics-Acta Agriculturae Scandinavica, Section C*, 1(4): 195-206.
- Luckstead, J., Devadoss, S., C. Mittelhamme, R., 2014. US and Chinese strategic trade policies and product differentiation in the ASEAN Apple Market. *International Economic Journal*, 28(4): 613-637.
- Luken, J. O., 2020. Abandoning Risky Agriculture and Leveraging Natural Capital: A County-Level Method for Identifying Conservation Opportunity. *Natural Areas Journal*, 40(1): 45-50.
- Malapit, H. J., Kadiyala, S., R. Quisumbing, A., Cunningham, K., Tyagi, P., 2013. Women's empowerment in agriculture, production diversity, and nutrition: Evidence from Nepal. IFPRI Discussion Paper 01313. Available at: [https:// papers.ssrn.com /sol3/papers.cfm?abstract_id=2405710](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2405710).
- McDaniels, t, Longstaff, h, and Dowlatabadi, H., 2006. A alue-based framework for risk management decisions involving multiple scales: Asalmon aquaculture example. *Environmental Science and policy*, 9,423-438.
- Nelson, C. H., & Loehman, E. T., 2005. Further toward a theory of agricultural insurance. *American Journal of Agricultural Economics*, 69(3):523-531.
- Neyhard, J., Tauer, L., & Gloy, B. 2013. Analysis of price risk management strategies in dairy farming using whole-farm simulations. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 45(02), 313-327
- Sasmal, J., 1993. Considerations of risk in the production of high-yielding variety paddy: A generalised stochastic formulation for production function estimation. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 48(4): 694
- Song, Y., & Vernooy, R., 2010. Seeds of empowerment: Action research in the context of the feminization of agriculture in southwest China. *Gender, Technology and Development*, 14(1): 25-44.

Zhang, X., & Bartol, K.M., 2010. Linking empowering leadership and employee creativity: The influence of psychological empowerment, intrinsic motivation, and creative process engagement. *Academy of Management Journal*, 53(1): 107-128.



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۲۲۴-۲۰۹

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoe.2021.67017.0>

مقاله پژوهشی

بهینه‌سازی زمان جمع‌آوری پسماندهای شهر زابل در کاهش مخاطرات محیطی با تکیه بر الگوریتم رقابت استعماری و GIS

علیرضا شهبازی^۱ - استادیار رشته جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)، دانشگاه زابل، ایران

اکبر کیانی - دانشیار رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زابل، ایران

عباسعلی پیری - دانشجوی کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زابل، ایران

امیر حمزه شهبازی - استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۸ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۲/۱۷ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۲/۳۰

چکیده

در طول دهه گذشته به دلیل افزایش جمعیت جهانی و سرعت گرفتن شهرنشینی تولید زباله‌های شهری به‌صورت چشم‌گیری افزایش یافته و سلامت شهروندان را به خطر انداخته و کیفیت زندگی شهری را پایین آورده است. از این‌رو یکی از مباحث مهم که در سال‌های اخیر کاربرد بسیار بالایی در حوزه عملیاتی داشته و برای افزایش کارایی و بهره‌وری سیستم‌های حمل‌ونقل مطرح شده است، بحث مسیریابی ماشین‌های حمل زباله است. علاوه بر آن، مدیریت ضعیف و جمع‌آوری و امحا سازی نامناسب از آنجایی که مسائل و مشکلات زیست‌محیطی را در اکوسیستم شهری ایجاد می‌کند، به‌عنوان یک چالش جهانی محسوب می‌شود؛ زیرا ارائه این دسته از خدمات شهری به دلیل فقدان داده‌ها و اطلاعات کافی به‌طور معناداری مورد غفلت واقع شده است. هدف از این پژوهش ارائه راهکاری بهینه به‌منظور جمع‌آوری مناسب زباله‌های محلات ۴۰ گانه شهر زابل هست تا با کمینه‌سازی زمان انجام مأموریت، سطح رضایت‌مندی شهروندان از این‌گونه خدمات شهری افزایش یابد. روش تحقیق توصیفی، از نوع مطالعات کاربردی و مبتنی بر مطالعات اسنادی و بررسی‌های میدانی است. به‌منظور انجام این پژوهش از الگوریتم فرا ابتکاری رقابت استعماری و نرم‌افزار Arc GIS استفاده شده است و تمامی برنامه‌نویسی‌های مربوطه در محیط نرم‌افزار MATLAB

انجام شده است. نتایج تحقیق حاکی از آن است که الگوریتم رقابت استعماری با تعریف ۲۰ تکرار در تکرار ۱۵ و با طی زمانی برابر با ۴,۱۱ ثانیه و با ضریب اطمینان ۷۱٪ به بهینه‌ترین حالت ممکن دست یافت و ترتیب مربوط به بهینه‌ترین تقاطع‌ها را نشان داد.

کلیدواژه‌ها: زباله‌های شهری الگوریتم رقابت استعماری زابل ArcGIS MATLAB

۱- مقدمه

امروزه عمده‌ترین زباله‌های شهری توسط فعالیت‌های انسانی تولید می‌شود و در ادامه فرایند مربوط به جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، تفکیک و امحا سازی این دسته از خدمات شهری در صورت عدم رعایت موازین اصولی می‌تواند باعث آسیب‌های جبران‌ناپذیر در زمینه محیط‌زیست و سلامتی انسان شود (سکسنا و همکاران^۱، ۲۰۱۰). توسعه اقتصادی، شهرنشینی و ارتقا استانداردهای زندگی شهری در شهرها باعث افزایش کمی و پیچیدگی ترکیبات مربوط به زباله‌های تولید شده شهری می‌شود (گودی^۲ و همکاران، ۲۰۰۸ و راتی^۳ ۲۰۰۷). در زمینه مبحث مربوط به زباله‌های جامد شهری، در حالت کلی طبقه‌بندی شناخته شده‌ای وجود دارد؛ برای مثال، زباله‌های جامد شهری شامل زباله‌های خانگی، صنعتی، تجاری، کشاورزی و غیره می‌شود. در مواقع متعددی زباله‌های خانگی و تجاری متفاوت نیستند و هر دو به‌عنوان زباله‌های شهری در نظر گرفته می‌شوند (سید^۴، ۲۰۰۶).

در میان مجموعه فعالیت‌های تأثیرگذار در زمینه جمع‌آوری، تفکیک و امحا زباله‌های شهری، مسئله جمع‌آوری مناسب این نوع از تولیدات زائد شهری سهم مهمی در بهبود خدمات شهری دارد؛ زیرا حمل و نقل بهینه و کارآمد زباله‌های شهری علاوه بر صرفه‌جویی‌های چشم‌گیر در زمینه زمان و انرژی و افزایش رضایت شهروندان دارد.

در کشور ایران با محاسبه ۸۰۰ گرم زباله سرانه، هرروز بالغ بر ۵۰۰۰۰ تن مواد زائد جامد تولید می‌شود که در مقایسه با سایر کشورهای جهان با ۲۹۲ کیلوگرم زباله هر نفر در سال در حد متعادل قرار گرفته است (عمرانی، ۱۳۹۵: ۳) اما ازدیاد جمعیت و توسعه صنعت به‌گونه‌ای که در برنامه سوم جمهوری اسلامی ایران مطرح است موجبات ازدیاد مواد زائد جامد و بالطبع تغییرات فیزیکی - شیمیایی آن‌ها به وجود می‌آورد؛ به‌طوری‌که برنامه‌ها و روش‌های جمع‌آوری و دفع زباله موجود جوابگوی نیازهای این بخش از کار نخواهد بود.

شهر زابل در ابعاد محیطی (طبیعی و انسانی) با مخاطرات متنوع و مختلفی مواجه است. به سبب ویژگی محیط طبیعی (انتهای حوضه آبریز هیرمند، شرایط مرفولوژیکی و ژئومورفولوژیکی خاص، شیب کم شهر، طوفان‌های گرد و خاک، همجواری با تالاب بین‌المللی هامون و ...) و ویژگی‌های محیط انسانی (مرزی بودن، فرار سرمایه از شهر و

1 Secsena et al

2 Gidde et al

3 Rathi

4 Syed

منطقه، عدم سرمایه‌گذاری‌های متناسب در شهر، مسائل متعدد مرتبط با امور شهری و ... نیازمند شناخت، برنامه‌ریزی و مدیریت بیشتر در خصوص مخاطرات محیطی است. یکی از مخاطرات محیطی، پسماندهای شهر زابل است که ضرورت انجام پژوهش حاضر را هر چه بیشتر آشکار می‌نماید؛ از این رو، هدف پژوهش حاضر، بهینه‌سازی زمان جمع‌آوری پسماندهای شهر زابل در کاهش مخاطرات محیطی با تکیه بر الگوریتم رقابت استعماری و GIS است.

تکنولوژی و رشد جمعیت در حال حاضر رو به افزایش است. این رشد جمعیت در بسیاری از موارد، کمبود خدمات شهری و از آن جمله خدمات مدیریت پسماند را سبب می‌گردد (ام کا گوست و همکاران^۱، ۲۰۰۶: ۱۲۸). نبود سیاست‌های اجرایی، تخصیص سرمایه، زمین، تحصیلات و فرصت کافی و مناسب و وجود نارسایی در اطلاعات و مدیریت بدون کنترل در زمینه مدیریت پسماند در کشورهای در حال توسعه از جنبه‌های گوناگون از جمله بهداشت عمومی، زیبایی‌شناختی، زیست‌محیطی و اقتصادی به‌خصوص در مراحل جمع‌آوری و حمل پسماندها حائز اهمیت و توجه جدی است (اسلام و همکاران^۲، ۲۰۰۷: ۱۹۱۲).

شهر زابل به دلیل توسعه فیزیکی و جمعیتی که در طول سال‌های اخیر تجربه کرده است روزبه‌روز شاهد افزایش جمعیت و پیرو آن افزایش تعداد محلات است. بدین منظور توجه به امر بهداشت و سلامت مردم شهر زابل و رعایت جنبه‌های پیشگیری قبل از درمان بدون توجه به سیستم‌ها و روش‌های جمع‌آوری و دفع مواد زائد که مسبب اصلی آلودگی در این شهر و محلات مختلف آن شده است، امکان‌پذیر نیست. اشاعه بیماری‌های کیست، هپاتیت، بروز گهگاه وبا در این شهر و انواع بیماری‌های پوستی همچون لیشمانیوز و سلسله بیماری‌های سرطان‌زا و سکنه‌های ناهنگام در این شهر و روستاهای اطراف آن که معمولاً به مواد فسادپذیر و پسماندهای شیمیایی محیط‌زیست نسبت داده می‌شود، ماحصل تداخل صدها نوع مواد سمی و عفونت‌زا با زباله‌های شهری و انتشار آن‌ها در آب، خاک و هوای زندگی روزمره ماست. به‌منظور کنترل هرچه بیشتر پسماندهای این شهر و جمع‌آوری هر چه سریع‌تر آن از سطح شهر باید راهکارهای بهینه‌ای ارائه کرد تا ضمن از بین رفتن صف طولانی در ایستگاه‌ها، کاهش مصرف سوخت و جلوگیری از انتشار میکروب‌ها و گردوغبار در هوا و آلودگی‌های زیست‌محیطی و همچنین صرفه‌جویی در هزینه جمع‌آوری پسماندها بشود. راهبردهای مرتبط با مسیر، و انتخاب بهترین گزینه، یکی از رویکردهایی است که می‌تواند به‌طور چشمگیری از این فشارها کاسته و سطح معیارهای عملکردی را بهبود بخشد (سپهری، ۱۳۹۲: ۱۷۳).

سینگ^۳ در سال ۲۰۱۹ در مقاله‌ای تحت عنوان کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در زمینه مدیریت زباله‌های شهری به بررسی اجمالی مقالات مختلف در زمینه تکنولوژی GIS و سنجش‌ازدور به‌منظور مدیریت مسائل زیست‌محیطی

1 M.K.Ghose et al

2 Isslam et al

3 Sing

پسماندهای شهری پرداخته‌اند. این مطالعه آشکار کرد که با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، کارآمدی سیستم مدیریت زباله‌های شهری می‌تواند به بالاترین سطح ممکن ارتقا یابد. این مطالعه همچنین نشان داد که این تکنیک‌ها به‌طور معمول به‌منظور مکان‌یابی مراکز دفن زباله و همچنین ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی زباله‌های سوزانده شده به کار می‌روند.

استنز^۱ در سال (۲۰۰۵) در مقاله‌ای تحت عنوان "برنامه‌ریزی مسیر بهینه و کارا برای محیط‌های ناشناخته" به درک هدایت و مسیریابی با استفاده از الگوریتم D*^{*} پرداخته است و منتج به شناخت مسیر در محیط‌های ناشناخته شده است.

توزکایا^۲ در سال (۲۰۰۸) در مقاله‌ای تحت عنوان "تحلیل فازی و مدل‌سازی هوش مصنوعی برای رسیدن به بهترین مسیر حمل‌ونقل ترکیه و آلمان" با توجه به حجم تبادلات ترانزیتی ترکیه و آلمان، سعی در بهینه‌سازی مسیر جهت کوتاه کردن زمان و مسافت برای جلوگیری از تصادفات ناشی از خستگی رانندگان شده است.

خمر و پاسبان در سال (۱۳۹۶) در مقاله‌ای تحت عنوان "مطالعه تطبیقی اجتماع مورچگان و ژنتیک در مسیریابی بهینه (مطالعه موردی: شهر پارس‌آباد و حومه)" اقدام به مطالعه تطبیقی دو نوع الگوریتم فرا ابتکاری یعنی الگوریتم اجتماع مورچگان و الگوریتم ژنتیک در زمینه مسیریابی بهینه و کمینه‌سازی مسافت طی شده کرده‌اند. این تحقیق مطالعه موردی بر روی بیش از ۲۹ نقطه شهری و روستایی به مرکزیت شهر پارس‌آباد و در محیط نرم‌افزار متلب می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که با توجه به وسعت کم منطقه مورد مطالعه، زمان و کیفیت دستیابی به مسیر بهینه در الگوریتم اجتماع مورچه در مقایسه با تئوری ژنتیک با زمان ثبت شده‌ای برابر با ۰٫۲۳ میلی‌ثانیه سریع‌تر محاسبه شد، درحالی‌که این زمان برای الگوریتم ژنتیک برابر با ۰٫۲۷ میلی‌ثانیه بود. همچنین زمان رسیدن به محل حادثه توسط آمبولانس‌ها نیز با فرض حرکت ۳۰ مورچه، برای الگوریتم اجتماع مورچه و ژنتیک به ترتیب ۱۹ دقیقه و ۴۵ ثانیه و ۲۲ دقیقه و ۱۲ ثانیه محاسبه شد.

بزی و سرگلزایی در سال ۱۳۹۴ در پژوهشی تحت عنوان مکان‌یابی دفن زباله در شهر زابل با استفاده از روش AHP سعی کرده‌اند که مکانی متناسب با معیارهای استاندارد برای جمع‌آوری و دفن زباله‌ها در شهر زابل تعیین کنند و برای این منظور از نرم‌افزار GIS و مدل تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. نتایج تحقیق حاکی از آن است که بهترین پهنه انتخابی برای دفن زباله در پایین دست منطقه دفن کنونی واقع شده است. این پهنه از نظر احداث مکان برای دفع زباله کاملاً متناسب است.

ذوالفقاری و کرکه آبادی در سال (۱۳۹۲) در مقاله‌ای تحت عنوان "مسیریابی هوشمند اکیپ‌های امدادی با استفاده از الگوریتم تئوری بازی‌ها نمونه موردی: شهر سمنان" اقدام به بهینه‌سازی مسیریابی با استفاده از الگوریتم

1 Estenz

2 Tuzkaya

تئوری بازی‌ها در نرم‌افزار ArcGIS کردند. برنامه‌های مسیریابی با الگوریتم‌های ژنتیک، کلونی مورچه و تئوری بازی‌ها، در نرم‌افزار ArcGIS فراخوانی و سپس برای مسیریابی صورت گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که در وهله اول، نبود پایگاه اطلاعات مکانی مشترک بین سازمان‌های امدادی باعث می‌شود خدمات‌رسانی آن‌ها در کم‌ترین زمان امکان‌پذیر نباشد و در صورت ایجاد پایگاه اطلاعات مکانی و استفاده از آن با توجه به وسعت کم شهر مورد مطالعه یعنی سمنان، زمان دستیابی به مسیر بهینه توسط ArcGIS با استفاده از الگوریتم تئوری بازی‌ها در مقایسه با استفاده از سایر الگوریتم‌ها کوتاه‌تر باشد، به نحوی که این زمان برای تئوری ژنتیک، کلونی مورچه و تئوری بازی‌ها به ترتیب ۰٫۲۷، ۰٫۲۳ و ۰٫۱۹ میلی ثانیه محاسبه شد.

الگوریتم‌های محاسبه کوتاه‌ترین مسیر

مسئله کوتاه‌ترین مسیر همواره یکی از کاربردی‌ترین مسائل در تحلیل‌های مکانی حمل‌ونقل و سیستم‌های خدماتی مکان مبنا بوده است. با توسعه و پیشرفت روزافزون این سیستم‌ها الگوریتم‌های مختلفی برای مسیریابی بهینه با توجه به پارامترها و خصوصیات و ساختار شبکه ارائه شده است. با توجه به تنوع مسائل مسیریابی از لحاظ ساختار گراف و پارامترها هیچ‌گاه یک الگوریتم بهینه برای کلیه مسائل مسیریابی وجود نداشته است. به عبارت دیگر متناسب با هر نوع مسئله یک الگوریتم خاص می‌تواند بهترین نتیجه را بدهد (صابریان، ۱۳۸۹).

الگوریتم‌های مسیریابی به دو دسته اصلی الگوریتم‌های ماتریسی و الگوریتم‌های با ساختار درختی تقسیم‌بندی می‌شوند (Preygel, 1999). الگوریتم‌های ماتریسی، کوتاه‌ترین فاصله بین همه جفت رأس‌ها در شبکه را با عملیات تکراری پیدا می‌کنند. اساس کار این الگوریتم‌ها این است که شبکه را به صورت یک ماتریس در نظر می‌گیرند، اما الگوریتم‌های با ساختار درختی کوتاه‌ترین مسیر را از رأس مبدأ به سایر رأس‌ها می‌یابند. در این الگوریتم‌ها درختی از کوتاه‌ترین مسیرها با شاخه‌هایی منشعب شده از مبدأ تولید می‌شود. از الگوریتم‌های درختی می‌توان به الگوریتم دایجسترا (Cormen, et al., 2001) و الگوریتم رقابت استعماری (Detcher and Pearl, 2013) و از الگوریتم‌های ماتریسی می‌توان به الگوریتم فلوید-وارشال و جانسون اشاره کرد.

الگوریتم رقابت استعماری (ICA)

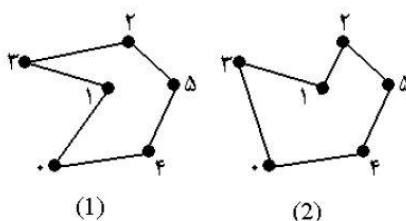
الگوریتم ICA یکی از روش‌های جدید فرا ابتکاری درختی است که توسط آتش پز لوکاس ابداع شد (یوسفی، ۱۳۹۰: ۲۸) که نه از یک پدیده طبیعی بلکه از یک پدیده اجتماعی-انسانی الهام گرفته است (Atashpaz, 2007: 4662) اگرچه تنها شش سال از ابداع این الگوریتم می‌گذرد، اما تاکنون در مسائل زیادی مانند طراحی ساختار اسکلت خوشه‌بندی داده‌ها (همان)، موتور لقای خطی (Kavesh & Talataheri 2010) و غیره استفاده شده است. دلایل استقبال زیاد از این الگوریتم علاوه بر کارایی مناسب، سرعت همگرایی و توانایی بهینه‌سازی بالا در مقایسه با

الگوریتم‌های موجود (Khabbazi, Atashpaz, Lucas, 2009: 129)، بیشتر به جهت نوآوری و جذاب بودن آن برای متخصصین حوزه بهینه‌سازی است.

الگوریتم ICA که مانند روش‌های الگوریتم اجتماع مورچگان (ACO) و الگوریتم ژنتیک (GA) برای رسیدن به جواب از سامانه‌های تکاملی استفاده می‌کند، از نظر قابلیت تعمیم‌پذیری در مسائل بسیار موفق بوده است و در بسیاری از کاربردها ظاهر شده است. در این مسئله با توجه به این که الگوریتم اطلاعات اندکی مانند فضای جست‌وجو و تعریف جواب شدنی برای مسئله اصلی دارد، می‌توان با ایجاد جواب‌های تصادفی در مسیر یافتن جواب‌های بهتر حرکت کند و در فضای جست‌وجو تا حد امکان به‌خوبی پیشروی نماید.

چون ICA یک روش تکاملی است، پس در ابتدا باید به‌وسیله تعدادی کشور (جمعیت اولیه) شروع به کار کند. بنابراین P جمعیت اولیه تصادفی برای مسئله ایجاد می‌شود و مقادیر تابع هدف f_i به ازای هر کشور $i=1, 2, \dots, P$ برای مسئله TSP به دست می‌آید (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۵: ۹۲) طبق حالت طبیعی که وجود دارد باید کشورهای مستعمره از لحاظ فرهنگی و اجتماعی به سمت کشورهای استعمارگر با استفاده از تابع جذب حرکت کنند. بنابراین در این الگوریتم، از روش نزدیک‌ترین همسایه تصادفی برای تابع جذب استفاده می‌شود (Pellegrini, 2005: 5). به‌طور مثال اگر در این روش $[1\ 3\ 5\ 2\ 4]$ نشان‌دهنده کشورهای مستعمره و $[3\ 4\ 1\ 2\ 5]$ نشان‌دهنده کشور استعمارگر برای مسئله TSP با ۵ گره باشد، آنگاه الگوریتم از اولین گره کشور مستعمره که ۱ است، شروع به حرکت می‌کند. سپس $i=1$ در نظر گرفته می‌شود و همسایه‌های ملاقات نشده ۱ در دو کشور با گره‌های ۳، ۴ و ۵ را در مجموعه S قرار می‌دهد. حال اگر C_{IJ} نشان‌دهنده فاصله بین دو گروه i و j باشد، آنگاه گره‌های متعلق به S به احتمال V_j در رابطه (۱) جای می‌گیرند.

$$V_j = \frac{1/C_{ij}}{\sum_{j \in S} (1/C_{ij})} \quad \text{رابطه (۱)}$$



شکل ۱- حرکت بهبود دهنده دونه‌ای

لازم به ذکر است استفاده از این روش سبب می‌گردد که علاوه بر این که کیفیت مقادیر تابع هدف کشورهای مستعمره طبق این روال افزایش یابد، تنوع کشورهای مستعمره به علت ساختار تصادفی تابع جذب حفظ شود.

همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است الگوریتم توسعه داده شده، همانند سایر روش‌های بهینه‌سازی تکاملی، با تعدادی جمعیت اولیه شروع می‌شود، همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است الگوریتم توسعه داده شده، همانند سایر روش‌های بهینه‌سازی تکاملی، با تعدادی جمعیت اولیه شروع می‌شود.

جمع‌آوری زباله‌های شهری

سابقه سیستم‌های مدرن مدیریت مواد زائد جامد شهری در کشورهای صنعتی مانند آمریکا و انگلستان به اواخر دهه ۱۹۳۰ و اوایل دهه ۱۹۴۰ و در مجامع علمی و روشنفکری سابقه موضوع به‌صورت مکتوب به اواسط دهه ۱۹۱۰ بر می‌گردد. اگرچه در آن روزها سیستم مدیریت مواد زائد جامد شهری بسیار ساده بوده، ولی پایه و اساس علمی داشت. در آن روزها بازیافت و پردازش مطرح نبود. انرژی و مواد اولیه نیز به‌اندازه کافی در دسترس بود. بنابراین دو ضرورت عمده یعنی تولید مواد و انرژی و افزایش کارایی سیستم که امروز بسیار مورد توجه است، آن روزها اصولاً مورد توجه نبودند (Abdoli, 1988).

علاوه بر این‌ها، تنوع در ماشین‌آلات وجود نداشت و در بسیاری از موارد برای حمل زباله از گاری‌های اسب کش استفاده می‌شد. بر اساس ضرورت، تشکیلات جدید و خاص این سیستم‌ها به وجود آمد و شکل گرفت. برای مثال تا زمانی که ماشین‌آلات خاصی برای جمع‌آوری مواد زائد جامد وجود نداشت و در این سیستم‌ها از ماشین‌آلات و ابزار و تجهیزات متداول در سایر قسمت‌های شهری استفاده می‌شد، به ایجاد واحدهای خاص تعمیر و نگهداری، راه‌اندازی و مدیریت تجهیزات نیازی نبود (Abdoli, 2006).

امروزه، بخش‌های پشتیبانی کننده این سیستم‌ها، شامل: امور مالی، راه‌اندازی، مدیریت وسایل و تجهیزات، پرسنلی، گزارش دهی و فهرست‌نویسی، محاسبه قیمت و بودجه، اداره قراردادها، نظام و خطوط راهنما، روابط عمومی و تجهیز نیروی انسانی و آموزش جز جدایی‌ناپذیر عناصر موظف‌اند و نقش کلیدی در رسیدن به اهداف سیستم‌های مدیریت مواد زائد جامد شهری دارند (Rhyner, 1995).

روش‌های مرسوم مدیریت پسماند در کل دنیا را می‌توان به شرح زیر تقسیم‌بندی نمود: (Forbes, 2001; Ghasemi, 2007).

۱- تولید کمپوست از پسماند تر که روش‌های مختلفی وجود دارد که برخی از آن‌ها عبارتند از:

الف) تولید کمپوست به روش هوازی

ب) غیر هوازی

روش‌های هوازی به طرق مختلف از جمله ۱- بیومکانیکال (پشه گذاری و هوادهی از طریق لوله‌های خاص) ۲-

هوادهی استفاده از دستگاه ویندوز یا همزن ۳- هوادهی و استفاده از دستگاه لودر به‌صورت سستی پسماند تر تولید

شده در خانه عبارتند از پوست میوه‌جات، سبزیجات، تفاله چای، پسماند غذایی و ... که می‌توان با اعمال برخی فعالیت‌ها کود تولید نمود تا در بخش کشاورزی از آن استفاده شود.

۲- تولید برق حاصل از زباله‌سوزی که به دو روش

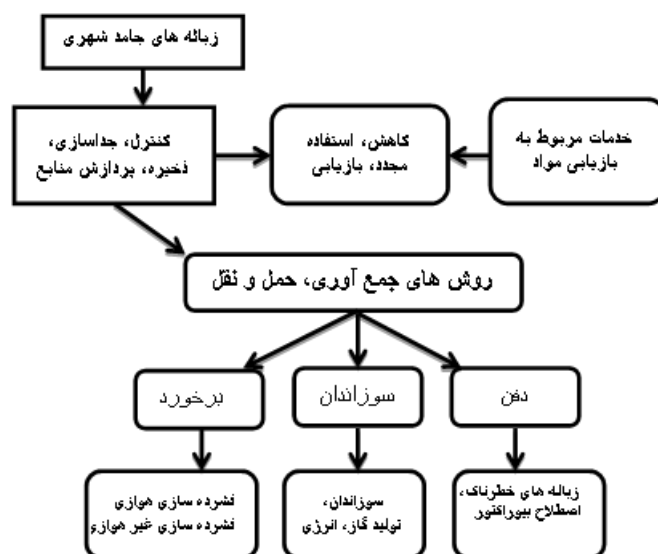
الف) مستقیم (زباله مستقیماً سوخته و انرژی تولید می‌کند)

ب) روش پلاسما که از طریق اشعه یا پرتونگاری انرژی پسماندها گرفته می‌شود.

البته زباله‌سوزی در کشورهایی که زمین کمتری دارند مناسب است مثل کشورهای اروپایی و آلمان و اتریش و سوئیس و ... که برای کشورهایی مثل کشور ایران توصیه نمی‌گردد و به دلیل گران بودن تجهیزات و نگهداری و تعمیرات آن توجیه ندارد.

۳- بازیافت مواد (پردازش یا ریسایکل) مواد قابل برگشت را طی پروسه‌ای در کارگاه‌ها و کارخانه‌ها مجدداً مواد برگشت‌پذیر را استفاده می‌نمایند که مدیریت خاص لازم است.

۴- دفن بهداشتی که مطالعات دقیق زمین‌شناسی لازم دارد و نیاز به زیرسازی خاص جهت جلوگیری از نفوذ شیرابه و ترانше بندی اصولی برای استحصال گاز باید صورت پذیرد تا شیرابه تولیدی به نحو مقتضی مدیریت گردد.



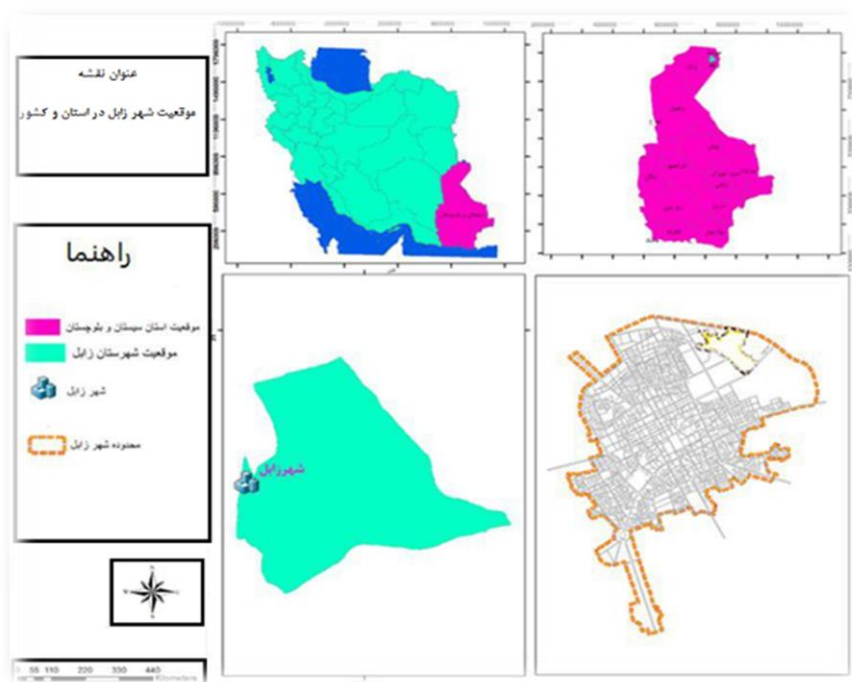
شکل ۲- مراحل مختلف مربوط به جمع‌آوری، حمل و تبدیل زباله‌های شهری (نگارندگان، ۱۳۹۹)

۲- روش تحقیق

این پژوهش توصیفی- تحلیلی و مبتنی بر مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای است. بدین شرح که ابتدا اقدام به استخراج مختصات جغرافیایی مراکز محلات مختلف شهر زابل و ثبت تعداد شریان‌های ورودی و خروجی این محلات در درون محیط نرم‌افزار *MATLAB* می‌کنیم. در ادامه با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری در زمینه حل مسئله فروشنده دوره‌گرد اقدام به پردازش اطلاعات ورودی و دریافت مسیرهای پیشنهادی از سوی نرم‌افزار می‌نماییم. در نهایت نیز اقدام به پیاده‌سازی مسیرهای پیشنهادی الگوریتم در قالب نرم‌افزار *Arc GIS* و نقشه شهر به‌منظور نمایش ملموس‌تر مسیرهای پیشنهادی می‌کنیم. (لازم به ذکر است که به‌منظور برنامه‌نویسی و پردازش یافته‌های تحقیق از کامپیوتری با مشخصات زیر استفاده شد *Graphic 2 Ram 4, Cor I7*).

۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

شهر زابل مرکز شهرستان زابل در مرکز منطقه سیستان قرار گرفته است. وسعت شهر زابل برابر با ۲۰۸۴ هکتار است که ۱۳٪ درصد از وسعت شهرستان را در بر می‌گیرد. زابل در فاصله زمینی ۲۱۶ کیلومتر از زاهدان مرکز استان سیستان و بلوچستان قرار دارد (مهندسین مشاور طاش، ۱۳۸۵).



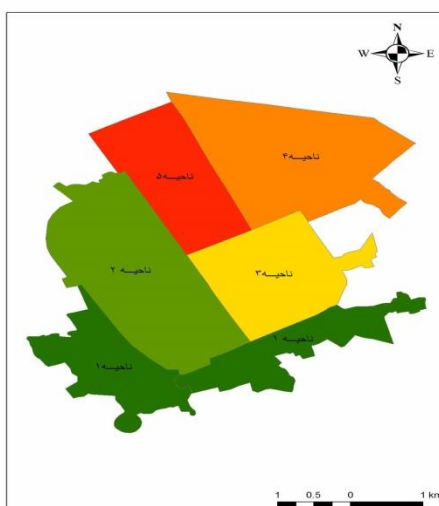
شکل ۳- موقعیت منطقه مورد مطالعه

منبع: Google map

جدول ۱- مساحت و جمعیت نواحی شهر زابل (محاسبات نگارنده برای سال ۱۳۹۹ بر مبنای سرشماری ۱۳۹۵)

ناحیه	مساحت (مترمربع)	جمعیت
ناحیه ۱	۴۳۲۰۳۳۱	۴۲۴۵۷
ناحیه ۲	۵۲۹۶۳۴۱	۴۷۷۹۴
ناحیه ۳	۳۲۱۲۶۸۳	۴۰۸۲۰
ناحیه ۴	۴۹۶۱۵۵۸	۸۴۸۷
ناحیه ۵	۲۹۰۲۹۷۵	۲۶۱۰۵
زابل	۶۲۲۲۲۹۶	۱۶۵۶۶۶

نواحی پنج گانه نیز در مجموع محلات مختلفی را شامل می شوند که بزرگ ترین آن ها محله های واقع در نواحی ۲ و ۳ زابل می باشد که روی هم مساحتی برابر با ۸۵۰۹۰۲۴ مترمربع را به خود اختصاص داده اند.



شکل ۴- موقعیت نواحی ۵ گانه شهر زابل

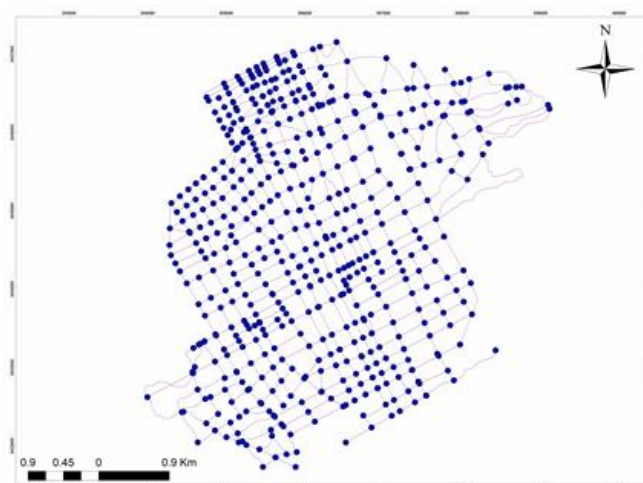
۳- نتایج و بحث

۳-۱- جمع آوری بهینه زباله های شهر زابل به روش TSP

به منظور پیاده سازی الگوریتم رقابت استعماری در زمینه بهینه سازی زمان جمع آوری زباله های محلات شهر زابل، نخستین گام استخراج مختصات جغرافیایی مرکز هر کدام از محلات مختلف نواحی ۵ گانه شهر زابل و تعیین یال های پیوند دهنده این محلات است تا ماشین های جمع آوری زباله های شهری با توجه به شبکه بندی خیابان های شهر زابل

و لزوم توجه به تقاطع‌ها در زمینه تغییر مسیر اقدام به انتخاب بهترین مسیر نموده و در کوتاه‌ترین زمان ممکن عملیات را به اتمام برسانند.

لازم به ذکر است که مهم‌ترین شروط تعریف‌شده برای پیاده‌سازی الگوریتم تحقیق لزوم جلوگیری از تکرار در بستر شبکه‌بندی شهری و درنهایت بازگشت به نقطه اولیه است. یعنی ماشین‌های جمع‌آوری زباله با در نظرگیری عنصر بهینگی از هر مسیر باید یک‌بار عبور کرده و درنهایت به مبدأ حرکت خود بازگردند. شکل زیر شبکه‌ای از گره‌ها (مرکز محلات) و یال‌های مرتبط کننده آن‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۵- موقعیت گره‌های مرتبط کننده یال‌ها

شکل ۶ شبکه‌بندی تقاطع‌های مربوط به خیابان‌های اصلی و فرعی دسترسی به محلات مختلف شهر زابل را تحت عنوان گره و یال نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که با توجه به این‌که عملیات مربوط به جمع‌آوری پسماندهای جامد شهر زابل از یک مبدأ واحد شروع شده و پس از طی مسیر به مبدأ حرکت باز می‌گردد؛ از این‌رو نقشه راه حرکت وسایل نقلیه جمع‌آوری و حمل زباله به صورت واحد انجام می‌شود.

با توجه به این‌که در فرایند حرکت بر روی شبکه راه‌های درون‌شهری امکان انتخاب مسیرهای دوگانه و حتی چندگانه وجود دارد؛ از این‌رو انتخاب کوتاه‌ترین مسیر (با حفظ شرایط ۱ بار عبور از هر مسیر) اولویت اساسی دارد زیرا هزینه‌های حاصل از انتخاب مسیر اشتباه شاید در یک مأموریت کوتاه و مقطعی قابل ملاحظه و چشمگیر به حساب نیاید، ولی مسلماً در حرکت‌ها و مأموریت‌های مداوم و بلندمدت که بازه انتخاب مسیرها به شکل تصاعدی افزایش می‌یابد، در صورت عدم به‌کارگیری سازوکارهای علمی و مطمئن، هزینه‌های ناشی از این خطاهای انسانی در

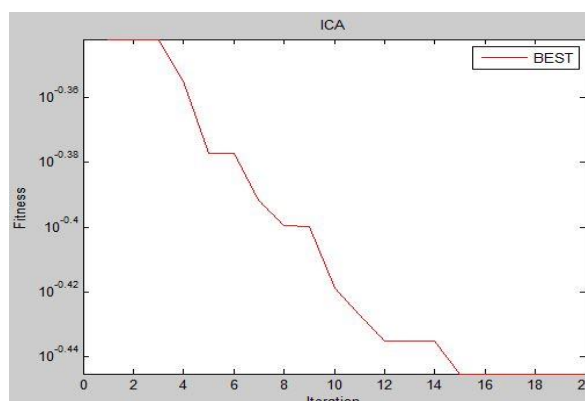
مقیاس کلان افزایش چشم گیری می یابد که به نوبه خود می تواند بودجه هنگفتی را از درآمدهای شهرداری زابل به خود اختصاص دهد از این رو الگوریتم مورد استفاده در این تحقیق به این اولویت مهم پاسخ می دهد.

به منظور حل مسئله جمع آوری بهینه زباله های شهری از طریق الگوریتم رقابت استعماری و با تأکید بر شروط مطرح شده در تحقیق مانند نقاط مبدأ و مقصد و گراف های مرتبط کننده آن ها از نرم افزار برنامه نویسی *MATLAB* استفاده شد که نمونه ای از کدهای مربوطه در جدول زیر ارائه شده است.

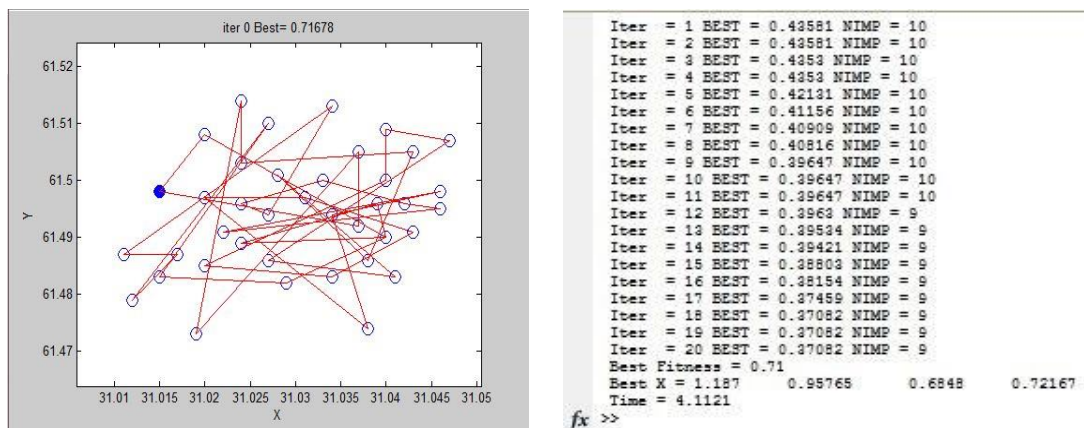
جدول ۲- نمونه کدهای تعریف شده به منظور مسیریابی بهینه با الگوریتم رقابت استعماری

معنی	توضیح	کد
ورود داده های محلات ۱۴ گانه	-	<code>data=InsertData();</code>
تعداد متغیرها (محلات ۱۴ گانه)	% Number of Variables	<code>nvar=data.N;</code>
استخراج ماتریس فاصله ها	% Distance Matrix	<code>Dis=data.Dis;</code>
حد پایین متغیرها	% min of variables	<code>lb</code>
حد بالای متغیرها	% max of variables	<code>ub</code>
تعداد کشور	Population size	<code>ncountries</code>
تعداد امپراتوری	Number of imp	<code>nimp</code>
تعداد تکرار (۲۰)	Max num iteration	<code>maxiter</code>
ضریب جذب	Assimilation coefficient	<code>beta</code>

در ادامه فرایند تحقیق، مسئله مسیریابی حرکت گروه های جمع آوری زباله های شهری بر روی شبکه بندی خیابان های شهر زابل و با هدف یک بار عبور کردن از هر کدام از محلات مختلف این شهر با تعریف ۲۰ تکرار در محیط نرم افزار اجرا شد و متلب در تکرار ۱۵ به بهینگی رسید.



شکل ۶- نمودار مربوط به بهینگی با تعداد ۲۰ تکرار



شکل ۷- مسیر پیشنهادی الگوریتم به منظور حرکت بر روی شبکه بندی راه های درون شهری زابل

نتایج مربوط به خروجی حاصل از اجرای برنامه نویسی انجام شده بر روی شبکه بندی خیابان های درون شهری زابل و با رعایت مختصات جغرافیایی محلات و تقاطع های مربوطه حاکی از آن است که الگوریتم در تکرار ۱۵ و با طی زمانی برابر با ۴,۱۱ ثانیه و با ضریب اطمینان ۷۱٪ به بهینه ترین حالت ممکن دست یافت.

شکل ۹ مسیرهای حرکتی بهینه خودروهای حمل زباله را نشان می دهد که از نقطه فرضی شماره ۱۵ شروع شده و پس از طی کردن ۳۸ محله در نهایت به محله ۱۷ ختم می شود.

```
>> randperm(40)
ans =
Columns 1 through 23
15 28 29 14 5 37 20 34 38 32 22 30 11 18 36 2 1 7 40 6 16 23 27
Columns 24 through 40
19 39 8 13 12 24 9 21 10 3 4 33 31 25 35 26 17
```

شکل ۸- نقاط مقصد خودروهای حمل زباله با مبدأ نقطه ۱۵

۴- نتیجه گیری

در این مقاله از الگوریتم رقابت استعماری به منظور بهینه سازی مسیرهای حرکتی ماشین های حمل زباله استفاده شد تا با کمینه سازی زمان جمع آوری پسماندهای شهر زابل و هزینه های حاصل از این نوع خدمات شهری، سطح کیفیت ارائه خدمات و در نهایت رضایت مندی شهروندان به بیشینه ترین حد ممکن برسد. یکی از پارامترهای مهم در این تحقیق ضرورت عدم تکرار حرکت بر روی شبکه بندی شهری بود؛ به عبارت دیگر ماشین های حمل زباله بایستی فقط یک بار از هر کدام از خیابان های اصلی و فرعی محلات عبور کرده و در نهایت پس از طی همه خیابان های درون شهری به مبدأ حرکت خود باز می گشتند.

در این پژوهش، موضوع موردبررسی محلات ۴۰ گانه شهر زابل و تقاطع‌های مربوط به آن‌ها (گره) و مسیرهای مرتبط کننده مربوط به این گره‌ها (یال) بود. در برنامه‌نویسی‌های انجام شده قالب بر ۴۰ تقاطع به‌عنوان نقاط هدف به نرم‌افزار معرفی شد. خروجی نرم‌افزار حاکی از آن بود که الگوریتم در تکرار ۱۵ و با طی زمانی برابر با ۴,۱۱ ثانیه و با ضریب اطمینان ۷۱٪ به بهینه‌ترین حالت ممکن دست یافت و ترتیب مربوط به بهینه‌ترین تقاطع‌ها را نشان داد.

لازم به ذکر است که در الگوریتم طراحی شده IGA، تبادل مسیر علاوه بر ارتباط دادن محله مرکزی با محلات بزرگ و کوچک تابعه، مابین تک‌تک شهرها و روستاهای دیگر نیز می‌تواند صورت بگیرد. به عبارت دیگر، تعیین مرکزیت، وابستگی مستقیمی به نوع برنامه‌نویسی و تعریف نقاط مبدأ و مقصد دارد و هر شهر یا روستایی می‌تواند در وضعیت خاصی مرکزیت را به خود اختصاص دهد. این ویژگی موجب می‌شود که در مواقع بحرانی ازجمله جنگ و بلایای طبیعی و تخریب شهر مرکزی نیز، به راحتی و با تعریف دوباره الگوریتم، نقاط مرکزی جدیدی را با سرعت هر چه بیشتر انتخاب و جایگزین کنیم. به عبارت دیگر مدل ارائه شده در این مقاله، علاوه بر مسئله موردبررسی می‌تواند به منظور مسیریابی بهینه توزیع کالاهای اساسی به هنگام وقوع بحران‌های طبیعی و انسانی، مسئله ترافیک و غیره نیز مورد استفاده قرار گیرد.

در پایان باید اضافه کرد که مخاطرات محیطی (طبیعی و انسانی) شهر زابل به واسطه رعایت مسائل پسماندهای شهری به واسطه استفاده از بهینه‌سازی زمان جمع‌آوری پسماندها، کاهش می‌یابد، زیرا تسخیر یا از دست ندادن روند زمان در کاهش مخاطرات محیطی مؤثر هست به‌ویژه این که شهر زابل با محدودیت‌های زمانی - مکانی از مبدأ تا مقصد پسماندها مواجه است بنابراین، موشکافی و پژوهش عمیق با تکیه بر الگوریتم رقابت استعماری و GIS راهبردهای دقیق‌تر و سریع‌تری پیش روی برنامه‌ریزی شهری، محیطی و متصدیان امور شهر زابل قرار می‌دهد.

۵- پیشنهادها

نتایج حاصل از اجرای الگوریتم فرا ابتکاری رقابت استعماری نشان داد که این الگوریتم دارای قابلیت‌های شایسته‌ای در زمینه مسئله شهری و در رأس آن خدمات شهری دارد. از این رو سرمایه‌گذاری در این زمینه می‌تواند باعث بهبود عملکرد فعالیت‌های شهری شده و در نهایت سطح رضایت‌مندی شهروندان را ارتقا دهد. فرایند مربوط به اجرای الگوریتم نشان داد که فاکتورهای مختلفی در زمینه عملکرد بهینه آن مؤثرند که ازجمله آن‌ها می‌توان به موقعیت مرکز محلات، تقاطع‌های مرتبط کننده محلات، مسیرهای چندگانه ارتباطی بین محلات و ... اشاره کرد. از این رو با افزایش فاکتورهای دخیل در فرایند اجرای مدل، خروجی مدل بهبود پیدا می‌کند. در نتیجه پیشنهاد می‌شود که با ارتقا بانک داده مربوط به شهرهای موردبررسی و ترکیب این الگوریتم با مدل‌های دیگر مؤثر در این زمینه مانند چرخ رولت (Rolette wile) به نتایج واقع‌بینانه‌تری نسبت به انتظارات و حل مسائل شهری دست یافت.

در پایان پیشنهاد می شود که با توجه به دقت بالای زمانی و مکانی الگوریتم پیشنهادی و حضور به موقع گروه های حمل زباله در محله های هدف، سطل زباله های موجود در سطح پهنه های مسکونی حذف شده و ساکنان محلات رأس ساعت معین شده زباله های خود را تحویل گروه های خدماتی دهند، زیرا انباشت و تلنبار حجیم زباله ها در این سطل های زباله و برای مدت زمان طولانی باعث سرازیر شدن شیرابه و الحاق آن به آب های جاری و بوی نامطلوب در سطح محلات شده و طبیعتاً در ادامه مخاطرات و آسیب های زیست محیطی را در پی دارد.

کتابنامه

- استنزی، آنتونی؛ ۲۰۰۵. *برنامه ریزی مسیر بهینه و کارا برای محیط های ناشناخته*، ترجمه اکتای حسن زاده. انتشارات کتاب سبز.
- بزی، خدارحم؛ ۱۳۹۳. مکان یابی دفن زباله در شهر زابل با استفاده از روش AHP، *فصلنامه کاوش های جغرافیایی*، ۳، (۱): ۱۱۹-۱۴۳.
- حسین زاده، سید رضا؛ خسروی بیگی، رضا؛ ایستگلدی، مصطفی؛ شمس الدینی، رضا؛ ۱۳۹۰. ارزیابی پایداری زیست محیطی در نواحی شهری با استفاده از فن تصمیم گیری چند معیاره تخصیص خطی (مطالعه موردی: شهر بندر ترکمن). *مجله مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه های انسانی*، ۶(۱۶): ۳۱-۵۱.
- خمر، غلامعلی؛ پاسبان، وحید؛ نگاره، مژگان؛ ۱۳۹۶. کاربرد الگوریتم اجتماع مورچه در مسیریابی بهینه گروه های امدادی بین شهری. *مجله حمل و نقل شهری*.
- ذوالفقاری، اکرم؛ کرکه آبادی، زینب؛ ۱۳۹۱. مسیریابی هوشمند اکیپ های امدادی با استفاده از الگوریتم تئوری بازی ها (نمونه موردی شهر سمنان). *فصلنامه مهندسی حمل و نقل*. سال پنجم. شماره ۱. تهران.
- رهنما، محمدرحیم؛ سپهری، ندا؛ ۱۹۳۰. ارزیابی شاخص های شهر اکولوژیک در شهر چناران در راستای توسعه پایدار با روش Emergy. *نشریه جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۸(۲۹): ۲۱۹-۲۳۶.
- صابری، جواد؛ سعدی مسگری، محمد؛ ۱۳۸۹. مسیریابی بهینه بر اساس معیار زمان با توجه به شرایط متغیر ترافیکی. *مجله مهندسی حمل و نقل*. سال اول. شماره چهارم. صص ۵۳-۶۵.
- عمرانی، قاسم علی؛ ۱۳۹۵. مدیریت زباله های شهری. مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت و بهداشت کار. ۱۳۹۵.
- یوسفی، مجید؛ رحمتی، فرهاد؛ ۱۳۹۰. یک الگوریتم بهبودیافته جمعیت مورچگان برای حل مسئله مسیریابی وسیله نقلیه همراه با دریافت و تحویل هم زمان کالا. *پژوهشنامه حمل و نقل*. سال هشتم. شماره ۲. تهران.

- Abdoli, M. A., 1998. Disposal and recycling management of municipal solid waste in Iran. Tehran: Organization of national municipalities .
- Atashpaz- Gargari, E. & Lucas, C., 2007. Imperical competitive algorithm: an algorithm for optimization inspired by imperialistic competition, Evolutionary Computation, CEC 2007. IEEE Congress on, IEEE, 4661- 4667.

- Athaspaz- Gargari, E., 2009. Imperialist Competitive Algorithm development and its applications, M.S. Thesis, University of Tehran (in Persian.)
- Cormen, T.H., Leiserson, C. E., Rivest, R.L and Stein, C., 2001. Introduction to algorithms, MIT Press and McGraw- Hill, pp 588- 601.
- Issam A.Al- Khatib, Hassan A. Arafat, Thabet Basheer, Hadeel Shawahneh, Ammar Salahat, Jaafar Eid and Wasif Ali., 2007. Trends and problem of solid waste management in developing countries: A case study in seven Palestinian districts, Waste management pages 1919-1910.
- Kavesh, A., & Talatahari, S., 2010. Optimum design of skeletal structures using imperialist competitive algorithm. Computers & Structures, 88 (21), 1220 – 1229.
- Khabbazi, A., Athaspaz- Gargari, E., & Lucas, C., 2009. Imperialist competitive algorithm for minimum bit error rate beamforming. International Journal of Bio- Inspired Computation, 1 (1-2), 125- 133.
- M.K.Ghose, A.K. Dikshit, S.k.Shrma., 2006. A GIS Based transportation model for solid waste disposal- A case study on Asansol municipality, Waste management, p 1293- 1287.
- Pellegrini, P., 2005. Application of two nearest neighbor approaches to a rich vehicle routing problem, TR/IRIDIA..15, IRIDIA, Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium.
- Preygal, A. (1999). Path finding: A comparison of algorithms, Management Science, Matthews.
- Tuzkaya, U. R. and Onut, S., 2008. "A fuzzy analytic network process based approach to
- Zeller Vanessa, Towa Edgar, Degrez Marc, Achten Wouter M. J., 2019. Urban waste flows and their potential for a circular economy model at city-region level, Waste Management, Volume 83, January, Pp. 83-94.



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۲۲۵-۲۴۱

doi : <https://dx.doi.org/10.22067/geoe.h.2021.69038.1023>

مقاله پژوهشی

بررسی میزان تاب‌آوری شهری با استفاده مدل Waspas و WP (نمونه موردی: شهر ساری)

میثم رئیسیان - گروه جغرافیا، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

مریم ایلانلو^۱ - گروه جغرافیا، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران

لیلا ابراهیمی - گروه جغرافیا، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

کیا بزرگمهر - گروه جغرافیا، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱/۱۹ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱/۲۴

چکیده

در سال‌های اخیر بیشتر پژوهش‌های مرتبط با مخاطرات، پارادایم خود را از مدل کاهش تلفات و خسارت به یک مدل جامع‌تر تاب‌آور اجتماع محلی تغییر داده‌اند. بر این اساس دیدگاه‌ها و نظریه‌های مدیریت سوانح و توسعه پایدار در پی ایجاد جوامع تاب‌آور در برابر مخاطرات طبیعی هستند. تاب‌آوری میزان مقاومت سیستم‌ها، توانایی آن‌ها در تحمل تغییر و اختلال و تداوم روابط موجود بین افراد و متغیرهاست. این تحقیق با در نظر گرفتن چنین تعریفی برای تاب‌آوری به ارزیابی میزان تاب‌آوری هفت محله شهر ساری (چهارراه بخش هشت - سلمان فارسی - پیروزی، طبرستان، هسته مرکزی شهر - شهرداری سمت دروازه بابل، معلم، منطقه آزاد بعثت - نهضت و شهبد و راه‌بند) در برابر مخاطرات طبیعی پرداخته است. مبنای تحلیل فضایی در این پژوهش تقسیمات واحدهای برنامه‌ریزی محلات (مطابق طرح جامع شهر) است. جامعه نمونه برابر با جامعه آماری (۱۸ نفر کارشناسان شهرداری، مسکن و شهرسازی منابع طبیعی و ...). است. هفت شاخص (مقاومت ساختمان، بستر زمین و زیرساخت‌های شهری، فضاهای باز، محیط کالبدی، کاربری‌ها، اقتصادی و اجتماعی) طراحی و داده‌های موردنیاز حاصل شد؛ در نهایت شاخص‌های مختلف جهت مطلوبیت بخشی به برنامه‌ریزی مخاطرات محیطی توسط کارشناسان وزن دهی گردید. درواقع ارزیابی میزان تاب‌آوری شهری و رتبه‌بندی محلات در شهر ساری از آن عبور می‌کند با استفاده از مدل‌های ارزیابی WP و WASPAS انجام می‌شود. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که از هفت محله شهر

ساری، تنها یک محله (چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی) در وضعیت بسیار خوب و محله طبرستان در وضعیت خوب به لحاظ میزان تاب‌آوری قرار دارند.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری، مخاطرات طبیعی، مدل waspas، مدل wp، شهر ساری.

۱- مقدمه

شهرها به‌عنوان پیچیده‌ترین ساخته دست بشر، با ریسک‌های گسترده‌ای هم به دلیل دامنه وسیعی از مخاطرات هم‌چنین به علت آسیب‌پذیری‌های چندگانه‌شان مواجه هستند (بیدار، ۱۳۹۵). امروزه عمدتاً شهرها و جوامع سکونتگاهی در مکان‌هایی ایجاد یا بنا شده‌اند که به لحاظ مخاطرات طبیعی در معرض وقوع انواع سوانح طبیعی یا به دلیل پیشرفت‌های فناوری در معرض انواع سوانح انسان‌ساخت هستند (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷). یک دهه گذشته بدترین دهه از نظر خسارات اقتصادی ناشی از مخاطرات طبیعی برای جهان بوده است. خسارت ۳ تریلیون دلاری ناشی از مخاطرات طبیعی در یک دهه اخیر بیش از یک تریلیون دلار بیشتر از دهه نخست قرن بیست و یکم بوده است (کافه^۱، ۲۰۲۰). بر اساس این گزارش، منطقه آسیا-اقیانوسیه در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ بیشترین خسارت یعنی ۴۴ درصد کل خسارات ناشی از حوادثی چون سیل، سونامی، طوفان‌های گرمسیری را متحمل شده است (لیو^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). شدیدتر شدن حوادث آب و هوایی، قرار داشتن جمعیت بیشتر در محل وقوع مخاطرات و اختلالات بزرگ‌تر در زنجیره عرضه کالاها در اقتصاد جهانی، امروز سبب افزایش قابل توجه خسارات اقتصادی ناشی از این حوادث گشته است (راو و سامرز^۳، ۲۰۱۹). شاید مهم‌ترین نکته سوانح طبیعی دهه گذشته افزایش خسارات اتفاقاتی نظیر آتش‌سوزی، سیل و خشکسالی بوده که قبلاً به‌عنوان خطرات ثانویه تلقی می‌شدند (سپانس و واتروت^۴، ۲۰۱۷). بر این اساس جوامع امروز شهری، به‌ویژه جوامع در حال توسعه، با طیف پیچیده‌ای از چالش‌های اجتماعی، زیست‌محیطی، اقتصادی و... در برابر مخاطرات طبیعی روبرو هستند (وامسلر^۵، ۲۰۱۹). در بسیاری از این جوامع، روش‌های جدید برای مقابله با این چالش‌ها، مورد نیاز است (داویس و آزادخواه^۶، ۲۰۱۶). امروزه در سطح جهان تغییرات چشم‌گیری در نگرش به بحران‌ها دیده می‌شود، به‌طوری‌که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل مخاطرات و بحران‌ها تغییر پیدا کرده است (صائمی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶). آسیب‌پذیری و تاب‌آوری دو مفهوم در مقابل یکدیگرند. هرچه آسیب‌پذیری بیشتر باشد تاب‌آوری کاهش می‌یابد و بالعکس. بسیاری از محققان تاب‌آوری را توانایی درونی یک سیستم یا جامعه برای مقاومت در برابر آثار و

1 Coaffee

2 Liu

3 Rao & Summers

4 Spaans, M., & Waterhout

5 Wamsler

6 Davis and Izadkhah

پیامدهای رویدادهای طبیعی و اجتماعی می‌دانند به‌نحوی که قادر باشد از رویداد تأثیر نپذیرد (جلالیان، ۱۳۹۷). امروزه مفهوم تاب‌آوری وارد حوزه برنامه‌ریزی با جهت‌گیری‌های مختلف (اجتماعی، اقتصادی، کالبدی، مدیریتی و...) شده است، اگرچه بیشتر توجه آن هنوز هم در مورد مسائل زیست‌محیطی متمرکز است و بخش وسیعی از اکتشافات آن به مدیریت کاهش خطرات زیست‌محیطی مانند زلزله، سیل، طوفان، و گرم شدن کره زمین اختصاص یافته است (ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۹۶). شهر تاب‌آور شبکه‌ای پایدار از سیستم‌های کالبدی و جوامع انسانی است (آردیچ^۱، ۲۰۱۲؛ ۲، ۲۰۱۲). سیستم‌های کالبدی، مؤلفه‌های ساخته‌شده و طبیعی شهر هستند که شامل جاده‌ها، ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها، ارتباطات و تأسیسات تأمین انرژی و همچنین مسیرهای آب، خاک، توپوگرافی، جغرافیا و سیستم‌های طبیعی هستند (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۶). تاب‌آوری برای این‌که به کار گرفته شود، بایستی دارای چارچوب مشخصی باشد: ماهیت و هدف روش‌های ایجاد شده برای ارزیابی و اندازه‌گیری تاب‌آوری بستگی به تعاریف اتخاذ شده، نوع زیرساخت انتخاب شده، به خصوص این‌که آیا زیرساخت نرم در نظر گرفته می‌شود یا نه، بخش‌ها و افق زمانی مورد نظر و هدف ارزیابی دارد (محمدی سرین دیزج و همکاران، ۱۳۹۶).

در دو دهه اخیر در این زمینه مطالعات زیادی چه در ایران و چه در خارج صورت گرفته است.

واردکار^۳ و همکارانش (۲۰۲۰)، در پژوهشی با عنوان ابزاری تشخیص برای حمایت از سیاست‌گذاری در مورد تاب‌آوری شهری انجام شده است، نتایج نشان می‌دهد که تاب‌آوری شهری به‌عنوان راهی برای مقابله با بسیاری از مسائل پیچیده‌ای که شهرها با آن روبرو هستند، به یک ایده محبوب در میان سیاست‌گذاران و دانشمندان شهری تبدیل شده است. درحالی‌که دارای بارهای مثبتی است و با برنامه‌های محلی شهری همخوانی دارد، اما همیشه مشخص نیست که معنی آن چیست و چه عواملی در تاب‌آوری نقش دارند. در این بین به عواملی چون میزان تراکم جمعیتی، میزان امنیت اجتماعی، میزان تنوع محورها و مراکز عمده عملکردی شهری، میزان مشارکت اجتماعی، میزان درصد بودجه‌های دولتی برای توسعه اجتماعی و میزان عدالت اجتماعی اشاره شده است. گاوینداراجولیو^۴ (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان تقویت سازوکارهای نهادی و مالی برای ایجاد تاب‌آوری شهری در هند انجام شده است، نتایج نشان می‌دهد که ایجاد انعطاف‌پذیری شهری برای شهرهایی که به‌سرعت در حال شهرنشینی هستند و با خطر بلایای بالایی روبرو هستند، مهم است. سازوکارهای نهادی، به‌ویژه برای بهبود برنامه‌ریزی کاربری اراضی و تنظیم توسعه شهری، با توجه به خطرات مربوطه، آسیب‌پذیری‌ها و خطرات مربوط به هر شهر، برای ایجاد مقاومت شهری مهم هستند. در این بین به عواملی چون میزان نرخ اشتغال، میزان سطح درآمدی، میزان پایداری و ثبات اقتصادی در

1 Aldrich

2 chelleri

3 Wardekker

4 Govindarajulu

منطقه، تعدد خدمات اصلی شهری پشتیبان و میزان تاب‌آوری شریان‌ها و مراکز حیاتی اشاره نموده است. چن^۱ و همکارانش (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان مدل جدیدی برای توصیف تاب‌آوری شهری با توجه به سازگاری، مقاومت و بازیابی انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد، هرچه زمان اوج شدت خسارت بلایا زودتر ظاهر شود، عملکرد سیستم شهری نیز بیشتر خواهد بود. در این بین عواملی چون وجود آسایش محیطی و عوامل رفاهی، هویت اجتماعی و کالبدی منحصربه‌فرد، میزان مشارکت بین شهروندان و میزان ظرفیت جذب فضاهای باز به‌عنوان عوامل مؤثر در کاهش آسیب‌پذیری شهرها مطرح شده‌اند. مریلینین^۲ (۲۰۲۰) پژوهشی با عنوان گفتمان دوگانه تاب‌آوری شهری: شهرهای محکم و محله‌های خود سازمان یافته انجام داده است. نتایج نشان می‌دهد گفتمان تاب‌آوری شهری یک ارتباط خاص و ویژه است: از یک سو "استحکام" و عدم تأثیرپذیری در مقیاس شهر را تداعی می‌کند، و از سوی دیگر "خود سازماندهی و مشارکت" مردم و محله‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این بین به عواملی چون میزان استاندارد سازی تراکم ارتفاعی ساختمان، میزان سطح ایمنی سازی تاسیسات شهری، سازگاری کاربری‌ها با یکدیگر (فاصله از کاربری‌های پرخطر، کاربری‌های صنعتی و پمپ بنزین‌ها) و میزان فاصله با تاسیسات خطرناک به‌عنوان عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری شهرها اشاره شده است.

اسدافروز و همکارانش (۱۳۹۹) به بررسی تاب‌آوری محیطی در برابر مخاطرات سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در شهر شیراز با رویکرد منظر تئوری سیستم‌ها و مدل DPSIR پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در کل، با رویکرد کل‌نگر و سیستمی منظر، شهر شیراز در برابر سیل مهیب فروردین ۱۳۹۸ تاب‌آور بوده است. عبدی و همکاران (۱۳۹۸) به ارزیابی یک‌پارچه آسیب‌پذیری، تاب‌آوری و ریسک‌پذیری فضایی در برابر سیلاب در شهر ساری پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که بیش از ۶۰۰ هکتار از مناطق شهر ساری پتانسیل آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا را دارد. در مقابل، بیش از ۸۰۰ هکتار از مساحت شهر ساری دارای تاب‌آوری بالا و بسیار بالاست. باین‌حال، با ادغام نقشه‌های آسیب‌پذیری و تاب‌آوری، مشخص شد که حدود ۶۰۰ هکتار از وسعت شهر ساری دارای ریسک‌پذیری بالا و بسیار بالا در برابر سیل است. همچنین، نتایج نشان داد که بلوک‌های شهری در جنوب شهر ساری بیشترین ریسک‌پذیری نسبت به سیلاب را دارند. دعاگویان (۱۳۹۸) به بررسی تاب‌آوری کلان شهر ساری در مقابل بحران‌ها و آسیب‌های اجتماعی با تأکید بر آمادگی کوپ. نشریه علمی دانش نظامی مازندران پرداخت. نتایج کلی این تحقیق مؤید این واقعیت است که کارکنان کوپ شهرستان ساری از نظر ابعاد فردی و اجتماعی دارای تاب‌آوری خوب و در حد زیاد بوده، لیکن در ابعاد تاب‌آوری اقتصادی، نهادی و ساختاری نقطه ضعف‌هایی مشاهده می‌گردد و نیازمند حمایت جدی هستند.

1 Chen

2 Meriläinen

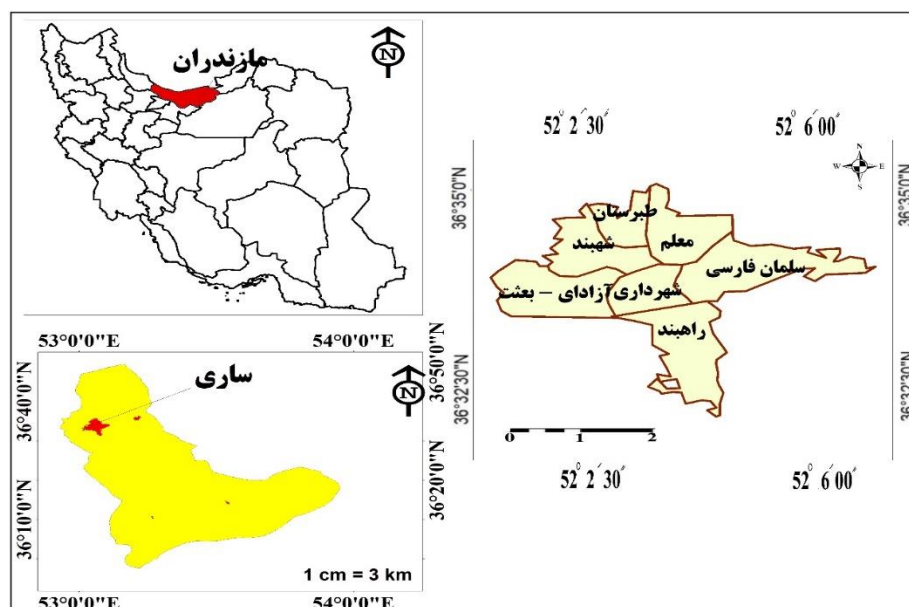
ورود مبحث تاب‌آوری به مباحث شهرسازی و مدیریت بحران به مثابه تولد فرهنگی جدید می‌باشد و تاکنون تحقیقات و پژوهش‌های متعددی در خصوص این مفهوم صورت پذیرفته است. ولیکن در زمینه مؤلفه کالبدی تاب‌آوری و نحوه اجرایی شدن آن مطالعات و تحقیقات زیادی انجام نشده است؛ ضمن آنکه این مفاهیم در ادبیات شهرسازی کشور ما هنوز از جایگاه قابل توجهی برخوردار نبوده و سوابق موجود به دیگر کشورها مربوط می‌گردد. از سویی دیگر در اندک پژوهش‌های صورت گرفته نیز روش اجرایی شدن و روش بهره‌برداری از توسعه محله تاب‌آور در جهت پیشبرد توسعه تشریح نگردیده است. همچنین با استناد به بررسی‌های صورت گرفته در خصوص سوابق موضوع، تاکنون هیچ مطالعه‌ای در زمینه بررسی رابطه میان تاب‌آوری و تحلیل فضایی با تکنیک‌های Waspas و WP صورت پذیرفته است و هر پژوهشی که تاکنون در زمینه‌های اشاره شده انجام گردیده است، موضوع تاب‌آوری و تحلیل فضایی را با دیگر تکنیک‌ها مورد واکاوی قرار داده است. ایران به لحاظ شرایط جغرافیایی و زمین‌شناختی در زمره کشورهایی است که آسیب‌پذیری بسیار زیادی در برابر سوانح طبیعی است. به‌طوری‌که ۳۷,۷ درصد از کل مساحت آن در مناطق در معرض خطر سوانح طبیعی قرار دارند. لذا می‌توان عنوان نمود که ایران از حیث وقوع سوانح طبیعی در بین ده کشور اول سانحه خیز دنیا قرار دارد، به‌طوری‌که اسکاپ در گزارش سوانح مربوط به مخاطرات تکنوتیکی، ایران جزو ده کشور اول دنیا و از حیث مرگ و میر ناشی از این مخاطرات جایگاه ایران را بین رتبه اول تا سوم جهان ذکر می‌کند. در سطح استان مازندران و شهر ساری نیز به جهت مسائل اقلیمی و رطوبت بالا میزان تخریب ابنیه و کالبد بافت زیاد بوده و این پژوهش با هدف شناسایی شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر تاب‌آوری بافت به سنجش و مقایسه زیرمعیارهای تاب‌آوری در سطح بافت می‌پردازد تا بتوان با تکیه بر تکنیک Waspas و WP اقدام به تجویز راهبردهای متناسب نمود. در این پژوهش، سطح تحلیل و ارزیابی در سطح محلات شهر ساری براساس طرح تفصیلی می‌باشد. هدف از این پژوهش تهیه نقشه نهایی پهنه‌بندی آسیب‌پذیری محلات شهر ساری به لحاظ تاب‌آوری با استفاده از تکنیک‌های Waspas و WP می‌باشد. در روش WP، تکنیک تولید وزنی به تکنیک جمع وزنی و تکنیک مجموع ساده وزنی شباهت بسیاری دارد؛ با این تفاوت که در این مدل به جای جمع، از روش ضرب استفاده می‌شود؛ همچنین، مقدار هر معیار به توان آن معیار می‌رسد. در این تکنیک، نرمالیزه کردن شاخص‌ها ضرورتی ندارد. همچنین در مدل دوم حاصل امتیازات گردآوری شده، برای هر محله از نظر شاخص‌های مختلف در تکنیک ارزیابی تولید وزنی تجمعی (WASPAS) قرار گرفت. برای ارزیابی، رتبه‌بندی و تصمیم‌گیری زمانی که گزینه‌های مختلف براساس تعدادی معیار مورد بررسی قرار می‌گیرند، سیستم‌های پشتیبانی چندمعیاره به گونه‌ای موفقیت‌آمیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. انتخاب روش‌های MCDM براساس پارامترهای مختلف در تحقیقات مختلفی مورد بحث قرار گرفته است. یکی از پارامترهایی که می‌تواند در انتخاب

مدل تصمیم‌گیری مدنظر باشد میزان دقت این مدل‌هاست. ترکیب دو مدل می‌تواند میزان دقت تحلیل را بالا ببرد. لذا در این پژوهش از این دو مدل استفاده شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- محدوده مورد مطالعه:

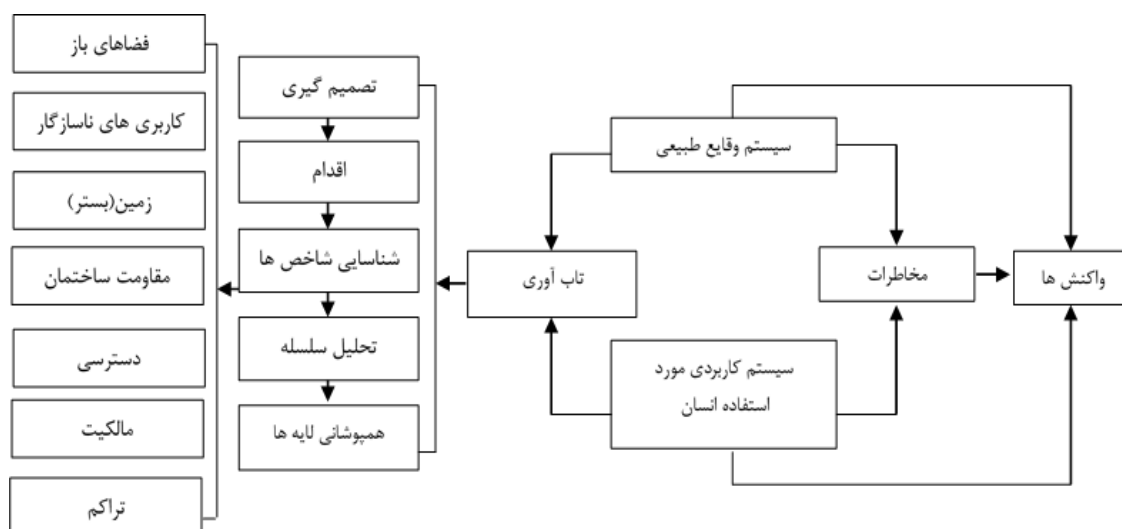
منطقه مورد مطالعه شهر ساری می‌باشد. این شهر در شمال کشور و در استان مازندران واقع شده است. ساری مرکز استان است (شکل ۱). از لحاظ موقعیت طبیعی، شهر ساری در جنوب دریای مازندران و در منطقه جلگه‌ای و نسبتاً مسطح شهرستان ساری قرار گرفته و تنها قسمت‌های جنوبی و جنوب غربی آن به کوه‌ها و تپه ماهورهای کم ارتفاع منتهی می‌گردد. رودخانه تجن که از پرآب‌ترین رودخانه‌های استان می‌باشد، با انشعابات خود از ارتفاعات جنوبی شهرستان سرچشمه گرفته و پس از عبور از بخش شرقی شهر به سمت شمال و دریای خزر حرکت می‌نماید. از لحاظ توپوگرافی عمومی شهر ساری در طبقه ارتفاعی ۱۰۰-۰ متر استقرار یافته و شیب عمومی شهر از جنوب به شمال و بسیار ملایم است. شمالی‌ترین حد شهر دارای ارتفاع حدود ۱۲ متر و جنوبی‌ترین نقطه آن (ابتدای بالادزا) ارتفاعی حدود ۸۰ متر را دارا است. شهر ساری با بزرگترین گسل زلزله کشور به طول ۶۰۰ کیلومتر تنها ۳٫۵ کیلومتر با فاصله دارد. رود تجن از کوه‌های چهاردانگه، دودانگه و هزارجریب سرچشمه می‌گیرد و پس عبور از شهر ساری وارد دریای خزر می‌شود.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲-۲- روش انجام پژوهش

این پژوهش از نوع توصیفی و تحلیلی است که روش آن میدانی و پیمایشی محسوب می‌شود. داده‌های کمی (با مقیاس فاصله‌ای-نسبی) که از این طریق به دست آمد در قالب هفت شاخص (مقاومت ساختمان، بستر زمین و زیرساخت‌های شهری، فضاهای باز، محیط کالبدی، کاربری‌ها، اقتصادی و اجتماعی) و از طریق مدل ارزیابی WP تحلیل شد؛ همچنین، برای تکمیل داده‌ها ابزار پرسشنامه نیز طراحی شد. جامعه نمونه برابر با جامعه آماری (۱۸ نفر کارشناسان شهرداری، مسکن و شهرسازی منابع طبیعی و ...) است. هفت شاخص (مقاومت ساختمان، بستر زمین و زیرساخت‌های شهری، فضاهای باز، محیط کالبدی، کاربری‌ها، اقتصادی و اجتماعی) طراحی و داده‌های موردنیاز حاصل شد؛ در نهایت شاخص‌های مختلف جهت مطلوبیت بخشی به برنامه‌ریزی مخاطرات محیطی توسط کارشناسان وزن‌دهی شده و داده‌های حاصل از طریق مدل ارزیابی WASPAS تجزیه و تحلیل گردید. درواقع ارزیابی میزان تاب‌آوری شهری و رتبه‌بندی محلات در شهر ساری از آن عبور می‌کنند با استفاده از مدل‌های ارزیابی WP و WASPAS انجام می‌شود. مبنای تحلیل فضایی در این پژوهش تقسیمات واحدهای برنامه‌ریزی محلات (مطابق طرح جامع شهر) می‌باشد. به منظور ترسیم افتراق فضایی شاخص‌های تاب‌آوری از تکنیک waspas بهره گرفته شده است. لذا تجزیه و تحلیل تحقیق حاضر در فرایندی به شرح ذیل ساختاربندی می‌گردد؛



شکل ۲- شرح کامل روش تحقیق

۱. انتخاب معیارهای مناسب

۲. جمع‌آوری اطلاعات و تهیه بانک اطلاعاتی در Arc Gis و نمایش تراکم فضایی معیارها با استفاده از تکنیک

waspas شامل نرمال کردن ماتریس تصمیم

۳. تعیین اهمیت نسبی معیارها

- محاسبه اهمیت نسبی گزینه‌ها بر اساس روش WSM از طریق فرمول

- محاسبه اهمیت نسبی گزینه‌ها بر اساس روش WPM از طریق فرمول

۴. رتبه‌بندی محلات بر اساس میزان تاب‌آوری

- محاسبه معیار مشترک: در این گام با به نسبت مساوی و از طریق فرمول ۳ و ۴ اهمیت گزینه‌ها محاسبه می‌شود.

- بر اساس مقدار محاسبه شده در سطح چهارم می‌توان گزینه‌ها را رتبه‌بندی نمود.

۳- نتایج و بحث

به منظور داده‌های کمی مربوط به شاخص‌های آسیب‌پذیری که از طریق سازمان‌های ذیربط گردآوری شده بود در قالب مدل WP تحلیل شد. جدول (۱) علامت اختصاری، واحد سنجش و وزن هر یک از شاخص‌های ارزیابی را نشان می‌دهد. جدول (۲) نیز مقادیر خام شاخص‌ها را در سه دهه اخیر نشان می‌دهد.

جدول ۱- شاخص‌های ارزیابی، علامت اختصاری و وزن دهی به شاخص‌ها

X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	گزینه و علامت اختصاری
۹	۸	۹	۸	۸	۸	۹	چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی پیروزی
۸	۷	۸	۹	۶	۷	۷	طبرستان
۸	۸	۴	۴	۲	۶	۳	هسته مرکزی شهر، شهرداری سمت دروازه بابل
۷	۷	۹	۷	۷	۵	۸	معلم
۶	۸	۷	۵	۵	۴	۶	منطقه آزاد بعثت و نهضت
۶	۷	۶	۶	۶	۳	۵	شهبند
۵	۸	۵	۳	۳	۲	۴	منطقه راه‌بند (شهرداری منطقه سه ساری)

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹)

جدول بالا داده‌های وزنی را نشان می‌دهد که حاصل به توان رسانی هر داده با وزن شاخص مورد نظر است.

جدول ۲- ماتریس داده‌های وزنی

X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	گزینه و علامت اختصاری
۱/۰۷۱	۱/۱۱۹	۱/۲۲۳	۱/۲۹۸	۱/۴۶۹	۱/۶۱۳	۱/۸۳۵	چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی پیروزی
۱/۰۶۷	۱/۱۱۱	۱/۲۱۰	۱/۳۱۷	۱/۳۹۳	۱/۵۸۱	۱/۷۱۲	طبرستان
۱/۰۶۷	۱/۱۱۹	۱/۱۳۵	۱/۱۹۰	۱/۱۳۶	۱/۵۲۴	۱/۳۴۵	هسته مرکزی شهر، شهرداری سمت دروازه بابل
۱/۰۶۳	۱/۱۱۱	۱/۲۲۳	۱/۲۷۶	۱/۴۳۳	۱/۴۶۰	۱/۷۷۶	معلم
۱/۰۵۸	۱/۱۱۹	۱/۱۹۵	۱/۲۲۳	۱/۳۴۶	۱/۳۸۶	۱/۶۴۰	منطقه آزاد بعثت و نهضت

گزینه و علامت اختصاری	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
شهیند	۱/۵۶۰	۱/۲۹۵	۱/۲۹۲	۱/۲۵۲	۱/۱۷۸	۱/۱۱۱	۱/۰۵۸
منطقه راه‌بند (شهرداری منطقه سه ساری)	۱/۴۶۶	۱/۱۷۷	۱/۲۲۵	۱/۱۴۷	۱/۱۵۹	۱/۱۱۱۹	۱/۰۵۳

طبق جدول ۳ نیز مجموع داده‌های وزنی برای هر محله (از نظر شاخص‌های هفت گانه) محاسبه شد. براساس امتیاز حاصل اقدام به ارزیابی درجه تاب‌آوری شهری و اولویت‌بندی آنها بر این اساس شد. نتایج مدل WP نشان داد، محلات از نظر شاخص‌های کمی براساس تاب‌آوری و باتوجه به نظر خبرگان و کارشناسان در این حوزه تکمیل شده است.

جدول ۳- نتایج مدل WP برای اولویت محلات از نظر تاب‌آوری شهری

رتبه	امتیاز تاب‌آوری	گزینه (محلات)
۱	۹/۶۴۹	چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی پیروزی
۲	۹/۳۹۳	طبرستان
۶	۸/۵۲۹	هسته مرکزی شهر، شهرداری سمت دروازه بابل
۳	۹/۳۴۵	معلم
۴	۸/۹۷۰	منطقه آزاد بعثت و نهضت
۵	۸/۷۴۸	شهیند
۷	۸/۳۴۸	منطقه راه‌بند (شهرداری منطقه سه ساری)

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹)

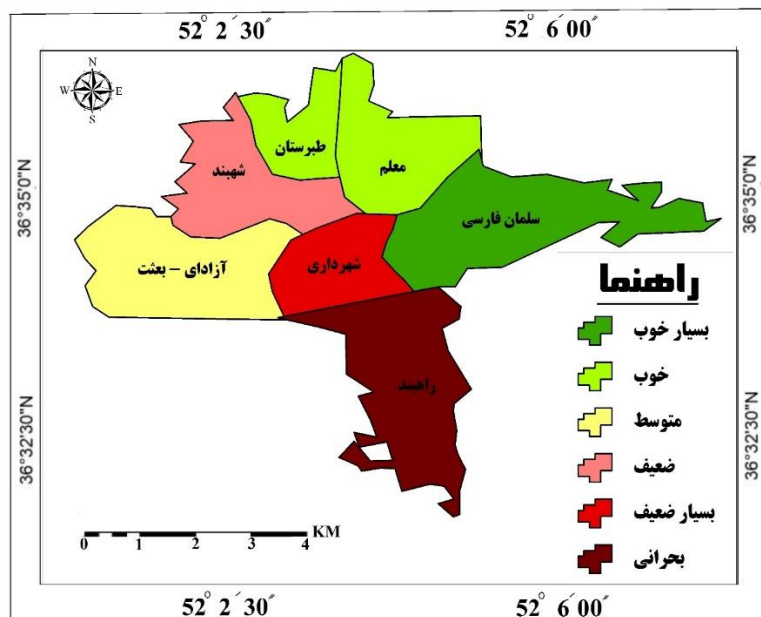
بدین ترتیب براساس جدول ۳ چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی رتبه اول، طبرستان رتبه دوم را دارا می‌باشند. سلمان فارسی در قسمت شرقی شهر و طبرستان در قسمت شمالی واقع شده‌اند. رتبه آخر متعلق به منطقه راه‌بند در جنوب منطقه می‌باشد.

بعد از محاسبه میانه و میانگین نتایج و امتیازات بدست آمده از روند محاسبات روش WP، اقدام به محاسبه اختلاف بین امتیاز محلات با میانه بدست آمده می‌گردد، که در این بین اگر عدد محاسبه شده، مثبت محاسبه گردد، نشان می‌دهند که میزان تاب‌آوری شهری در این محلات بیشتر از حد نصاب برآیند تاب‌آوری کل محلات می‌باشند و اگر عدد محاسبه شده صفر محاسبه شده است، نشان از تاب‌آوری در سطح متوسط (سطح برآیند تاب‌آوری کل محلات) می‌باشند و درنهایت اگر سطح تاب‌آوری منفی محاسبه شود، نشان از تاب‌آوری ضعیف محلات می‌باشند.

جدول ۴- بررسی وضعیت تاب‌آوری محلات با توجه به فاصله آنان با میانه در روش WP

رتبه	بررسی و تحلیل وضعیت	اختلاف بین امتیاز محله با میانه	گزینه (محلات)
۱	تاب‌آوری بسیار خوب	0.679	چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی پیروزی
۲	تاب‌آوری خوب	0.423	طبرستان
۶	تاب‌آوری بسیار ضعیف	-0.441	هسته مرکزی شهر، شهرداری سمت دروازه بابل
۳	تاب‌آوری خوب	0.375	معلم
۴	تاب‌آوری متوسط	0	منطقه آزاد بعثت و نهضت
۵	تاب‌آوری ضعیف	-0.222	شهیند
۷	تاب‌آوری در وضعیت بحرانی	-0.622	منطقه راه‌بند (شهرداری منطقه سه ساری)

با توجه به جدول ۴ اختلاف تاب‌آوری در چهارراه بخش هشت سلمان فارسی مثبت و بیش از ۰/۶۷۹ می‌باشد بدین ترتیب دارای تاب‌آوری بسیار خوب است. طبرستان و معلم نیز مثبت می‌باشند ولی با محله سلمان فارسی اختلاف دارند بدین ترتیب دارای تاب‌آوری خوب هستند. منطقه بعثت دارای اختلاف ۰ می‌باشد و به لحاظ تاب‌آوری در وضعیت متوسط است. محلات هسته مرکزی شهر شهرداری و شهیند اختلافشان منفی می‌باشد؛ لذا به لحاظ تاب‌آوری ضعیف می‌باشند. محله راه‌بند دارای اختلاف زیادی می‌باشد و عدد به دست آمده ۰/۶۲۲- می‌باشد بدین ترتیب در وضعیت بحرانی می‌باشد. شکل ۳ پهنه‌بندی وضعیت تاب‌آوری محلات شهر ساری با استفاده از روش WP را نشان می‌دهد. بدین ترتیب براساس مدل WP محلات به شش پهنه بسیار خوب، خوب، متوسط، ضعیف، خیلی ضعیف و بحرانی تقسیم شده‌اند. چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی پیروزی در وضعیت بسیار خوب، طبرستان و معلم در وضعیت خوب، منطقه آزاد بعثت و نهضت در وضعیت متوسط، هسته مرکزی شهر، شهیند در وضعیت ضعیف، شهرداری سمت دروازه بابل در وضعیت بسیار ضعیف و منطقه راه‌بند (شهرداری منطقه سه ساری) در وضعیت بحرانی واقع شده‌اند.



شکل ۳- پهنه‌بندی وضعیت تاب‌آوری محلات شهر ساری با استفاده از روش WP

۳-۱- مدل WASPAS برای اولویت محلات از نظر تاب‌آوری شهری

در این بین باتوجه به نظرات کارشناسان در خصوص هفت شاخص و هفت محله مورد بررسی که شاخص‌ها کیفی هستند اقدام به جمع‌آوری داده‌ها از طریق مدل WASPAS شده است، قبل از ارائه گام‌های مدل ارزیابی در قالب جدول‌های زیر، گزینه‌های ارزیابی محلات و شاخص‌های ارزیابی، علائم اختصاری شاخص‌ها و گزینه‌ها، جهت شاخص و واحد سنجش آن ارائه شده است.

جدول ۵- تدوین جهت گیری شاخص‌ها در مدل WASPAS

هدف	شاخص	جهت	واحد سنجش
اولویت بندی محلات شهری ساری در خصوص تاب‌آوری شهری	مقاومت ساختمان	+	طیف لیکرت
	بستر زمین و زیرساخت‌های شهری	+	طیف لیکرت
	فضاهای باز	+	طیف لیکرت
	محیط کالبدی	+	طیف لیکرت
	کاربری‌ها	+	طیف لیکرت
	اقتصادی	+	طیف لیکرت
	اجتماعی	+	طیف لیکرت

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹)

جدول ۶- گزینه‌ها (A) و شاخص‌های X ارزیابی و الویت بندی

نام محلات	علامت اختصاری	شاخص	علامت اختصاری
چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی پیروزی	A1	مقاومت ساختمان	X1
طبرستان	A2	بستر زمین و زیرساخت‌های شهری	X2
هسته مرکزی شهر، شهرداری سمت دروازه بابل	A3	فضاهای باز	X3
معلم	A4	محیط کالبدی	X4
منطقه آزاد بعثت و نهضت	A5	کاربری‌ها	X5
شهیند	A6	اقتصادی	X6
منطقه راه‌بند (شهرداری منطقه سه ساری)	A7	اجتماعی	X7

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹)

در مرحله بعد ماتریس وضع موجود را تشکیل می‌دهیم. در این مرحله نمره شاخص تاب‌آوری شهری براساس هفت شاخص (مقاومت ساختمان، بستر زمین و زیرساخت‌های شهری، فضاهای باز، محیط کالبدی، کاربری‌ها، اقتصادی و اجتماعی) برای هر گزینه محاسبه شده است، به این معنا که میانگین امتیازات گویه‌های مربوط به هر شاخص از نظر کارشناسان محاسبه شد و سپس از طریق حاصل جمع جواب کارشناسان، مقدار خام هر شاخص در هر گزینه در محیط اکسل محاسبه شد و ماترین وضع موجود جدول ۶ ترسیم شد.

جدول ۷- ماتریس داده‌های خام

نام محلات	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
چهارراه بخش هشت، سلمان فارس	۱۹۰,۵	۱۹۰,۵	۲۰۸	۱۹۴,۲۵	۱۸۴,۲۵	۱۶۵,۲۵	۱۵۲,۲۵
طبرستان	۱۶۵,۲۵	۱۶۰,۵	۱۸۶	۱۶۴,۵۰	۱۶۴,۷۵	۱۴۶,۳۵	۱۳۲,۵
هسته مرکزی شهر، شهرداری سمت دروازه بابل	۱۵۳,۷۵	۱۸۵,۵	۱۷۶	۱۸۴,۵	۱۶۷	۱۸۰,۵۰	۱۵۱,۵
معلم	۱۷۵,۲۵	۱۵۷,۵	۱۶۸	۱۶۲,۳	۱۷۲,۲۵	۱۳۸,۵۰	۱۳۷,۵
منطقه آزاد بعثت و نهضت	۱۶۷,۵۰	۱۴۴,۵	۱۵۶	۱۵۷,۵	۱۶۰	۱۴۵,۶	۱۴۲,۵
شهیند	۱۸۰,۲۵	۱۵۱,۵	۱۷۳	۱۶۹	۱۵۷,۵	۱۸۰,۵	۱۶۹,۵
منطقه راه‌بند (شهرداری منطقه سه ساری)	۱۶۵,۷۵	۱۴۴,۶	۱۷۰,۵	۱۵۷,۵	۱۶۲,۵	۱۳۵,۵	۱۴۲,۹

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹)

نرمالیزه کردن داده‌ها بدست آمده از جدول بالا که نتایج آن در زیر قابل مشاهده است.

جدول ۸- شاخص‌های ارزیابی، علامت اختصاری و وزن دهی به شاخص‌ها

علامت اختصاری	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
شاخص	مقاومت ساختمان	بستر زمین و زیرساخت‌های شهری	فضاهای باز	محیط کالبدی	کاربری‌ها	اقتصادی	اجتماعی
وزن شاخص	۰/۲۷۶	۰/۲۳۵	۰/۱۸۴	۰/۱۲۵	۰/۰۹۱	۰/۰۵۴	۰/۰۳۱

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹)

جدول ۹- واریانس مقادیر معیارهای نرمالیزه شده اولیه در روش WASPAS

نام محلات	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
چهارراه بخش هشت، سلمان	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۹۲	۰/۰۰۰۵۰	۰/۰۰۰۲۸
طبرستان	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۰۸۲	۰/۰۰۰۴۴	۰/۰۰۰۲۴
هسته مرکزی شهر، شهرداری سمت دروازه بابل	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۸۳	۰/۰۰۰۵۴	۰/۰۰۰۲۴
معلم	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۰۸۶	۰/۰۰۰۴۲	۰/۰۰۰۲۶
منطقه آزاد بعثت و نهضت	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۸۰	۰/۰۰۰۴۴	۰/۰۰۰۲۷
شهیند	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۰۹	۰/۰۰۰۷۸	۰/۰۰۰۵۴	۰/۰۰۰۳۲
منطقه راه‌بند	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۰۲	۰/۰۰۰۸۱	۰/۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۲۷

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹)

محاسبه واریانس‌های $Q^2(Q_i^1)$ و $Q^2(Q_i^2)$ در جدول ۱۰ قابل مشاهده است.

جدول ۱۰- واریانس‌های محاسبه شده برای گزینه‌ها در روش WASPAS

نام محلات	$Q^2(Q_i^1)$	$Q^2(Q_i^2)$
چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی پیروزی	۰/۰۰۰۸۴	۰/۰۰۸۸۲
طبرستان	۰/۰۰۰۵۸	۰/۰۰۶۵۸
هسته مرکزی شهر، شهرداری سمت دروازه بابل	۰/۰۰۰۴۴	۰/۰۰۵۸۹
معلم	۰/۰۰۰۴۳	۰/۰۰۵۹۶
منطقه آزاد بعثت و نهضت	۰/۰۰۰۵۴	۰/۰۰۶۸۲
شهیند	۰/۰۰۰۴۷	۰/۰۰۶۲۷
منطقه راه‌بند (شهرداری منطقه سه ساری)	۰/۰۰۰۸۴	۰/۰۰۶۵۰

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹)

طبق جدول زیر مقادیر محاسبه شده Q_i نشان می‌دهد، میزان تاب‌آوری آنان را در شهر ساری بر اساس روش

WASPAS مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفته شده است، طبق نتایج مدل WP بوده است.

جدول ۱۱ - محاسبه مقدار Q_i و λ برای رتبه‌بندی گزینه‌ها در روش WASPAS

نام محلات	λ	Q_i	رتبه‌بندی گزینه‌ها
چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی پیروزی	۰/۹۹۰	۲/۹۴۱	۱
طبرستان	۰/۹۹۱	۲/۹۳۹	۲
هسته مرکزی شهر، شهرداری سمت دروازه بابل	۰/۹۹۲۵	۲/۹۳۵	۶
معلم	۰/۹۹۲۸	۲/۹۳۷	۳
منطقه آزاد بعثت و نهضت	۰/۹۹۲۱	۲/۹۳۷	۴
شهیند	۰/۹۹۲۵	۲/۹۳۵	۵
منطقه راه‌بند (شهرداری منطقه سه ساری)	۰/۹۹۲۹	۲/۹۳۴	۷

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۹)

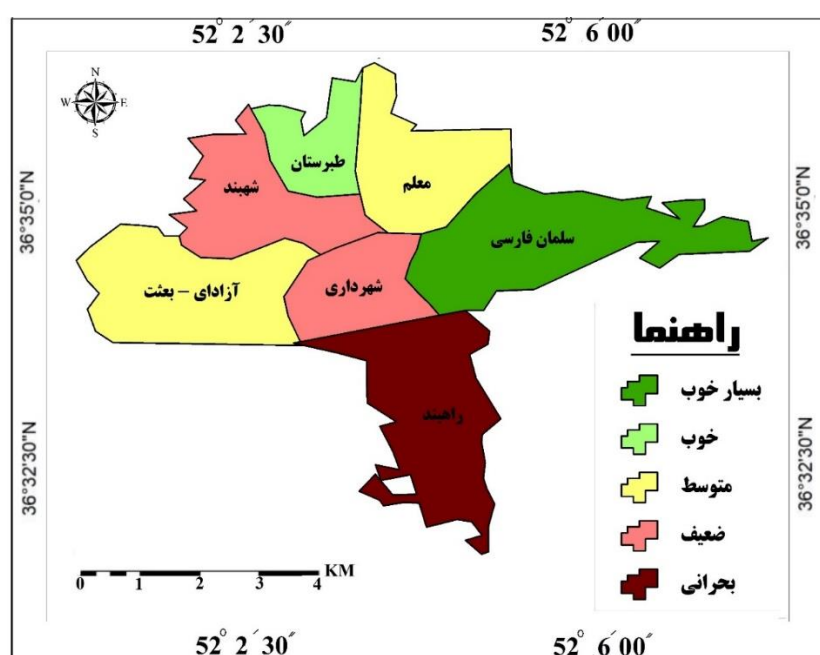
با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۱۱ محله چهارراه بخش هشت سلمان فارسی در رتبه اول، طبرستان در قسمت شمالی در رتبه دوم و محله معلم در رتبه سوم قرار گرفته‌اند و محلات هسته مرکزی شهر شهرداری در رتبه ۶ و راه‌بند در رتبه آخر قرار گرفته‌اند.

جدول ۱۲- بررسی وضعیت تاب‌آوری محلات با توجه به فاصله آنان با میانه در روش WASPAS

نام محلات	اختلاف بین امتیاز محله با میانه کلی	بررسی و تحلیل وضعیت	رتبه‌بندی گزینه‌ها
چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی پیروزی	0.00400	تاب‌آوری بسیار خوب	۱
طبرستان	0.00200	تاب‌آوری خوب	۲
هسته مرکزی شهر، شهرداری سمت دروازه بابل	-0.00200	تاب‌آوری ضعیف	۶
معلم	0.00000	تاب‌آوری متوسط	۳
منطقه آزاد بعثت و نهضت	0.00000	تاب‌آوری متوسط	۴
شهیند	-0.00200	تاب‌آوری ضعیف	۵
منطقه راه‌بند (شهرداری منطقه سه ساری)	-0.00300	تاب‌آوری در وضعیت بحرانی	۷

با توجه به جدول ۱۲ محلات راه‌بند، شهیند و معلم دارای اختلاف امتیاز منفی می‌باشند بدین ترتیب در وضعیت ضعیف و بحرانی قرار گرفته‌اند. در حالی که محله چهارراه بخش هشت سلمان فارسی در وضعیت بسیار خوب واقع شده است. محلات معلم و منطقه آزاد بعثت و نهضت به دلیل اختلاف ۰ در وضعیت متوسط به لحاظ تاب‌آوری قرار گرفته‌اند.

شکل ۴ پهنه‌بندی وضعیت تاب‌آوری محلات شهر ساری با استفاده از روش Waspas را نشان می‌دهد. بدین ترتیب براساس مدل Waspas محلات در پنج پهنه بسیار خوب، خوب، متوسط، ضعیف، خیلی ضعیف و بحرانی واقع شده‌اند. چهارراه بخش هشت، سلمان فارسی پیروزی در وضعیت بسیار خوب، طبرستان در وضعیت خوب، معلم و منطقه آزاد بعثت و نهضت در وضعیت متوسط، هسته مرکزی شهر، شهپند در وضعیت ضعیف، شهرداری سمت دروازه بابل در وضعیت بسیار ضعیف و منطقه راه‌بند (شهرداری منطقه سه ساری) در وضعیت بحرانی واقع شده‌اند.



شکل ۴- پهنه‌بندی وضعیت تاب‌آوری محلات شهر ساری با استفاده از روش Waspas

۴- جمع‌بندی

با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی میزان تاب‌آوری شهری در شهر ساری می‌توان نتیجه گرفت، که تنها محله سلمان فارسی در هر دو مدل در وضعیت بسیار خوب قرار دارد. براساس مدل WP دو محله معلم و طبرستان در وضعیت خوب واقع شده‌اند؛ در حالی که در مدل Waspas تنها محله معلم در وضعیت خوب واقع شده است. سایر محلات در وضعیت‌ها ضعیف، بسیار ضعیف و بحرانی واقع شده‌اند. محله راه‌بند در هر دو مدل در وضعیت بحرانی قرار گرفته است که نیازمند بهبود و اصلاحی می‌باشد. به‌طوری کلی براساس نقشه‌های پهنه‌بندی به دست آمده از هر دو مدل مشخص گردید مناطق مرکزی و جنوبی شهر ساری در وضعیت آسیب‌پذیری ضعیف قرار دارند؛ که با

نتایج تحقیق عبدی و همکاران (۱۳۹۸)، دعاگویان، محمدزاده و باکویی (۱۳۹۷) مطابقت دارد. براساس نتایج تحقیق عبدی و همکاران (۱۳۹۸) بلوک‌های شهری در جنوب ساری بیشترین ریسک‌پذیری نسبت به سیلاب را دارند. همچنین نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بعد اجتماعی تاب‌آوری شهر ساری در وضعیت هشدار قرار دارد که با نتایج تحقیق دعاگویان (۱۳۹۸) متفاوت است در حالی در ابعاد اقتصادی، کالبدی و بستر زمین و زیرساخت‌های شهری در وضعیت هشدار قرار دارد که با نتایج دعاگویان (۱۳۹۸) مطابقت دارد.

دلیل آسیب‌پذیری بحرانی مناطق مرکزی و ساری به چند دلیل است: اول وجود بافت خاک سست و نامناسب در این مناطق می‌باشد. این مناطق در قسمت‌های پایکوهی و نزدیک به کوه واقع شده‌اند که بیشتر خاک این محدوده همانطور که ذکر شد سست می‌باشد و مقاومت زیادی ندارند؛ لذا در مقاومت ابنیه بسیار تأثیر می‌گذارد. دلیل دوم بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی در این مناطق است، بدین دلیل در این قسمت در طی سال‌های گذشته مشکل دفع فاضلاب‌ها و رواناب‌ها وجود دارد. از دیگر عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری این محلات، قرار گرفتن در سطوحی پائین‌تر از سطح بستر رودخانه می‌باشند؛ در حالی که مناطق شمالی بالاتر از سطح رودخانه قرار گرفته‌اند. همچنین بافت فرسوده و کهن شهر ساری در این محلات قرار گرفته‌اند.

در مناطق شمالی با توجه به نتایج هردو مدل وضعیت بسیار خوب و خوبی به لحاظ تاب‌آوری مشاهده می‌شود. بخشی از این وضعیت به دلیل جنس خاک این مناطق است که از مقاومت و استحکام مناسب برخوردارند. همچنین سطح آب‌های زیرزمینی در این مناطق پائین‌تر از مناطق جنوبی می‌باشد. این مناطق قدمت کمتری نسبت به مناطق جنوبی و مرکزی شهر دارند.

در خصوص اصلاح و بهبود سطح تاب‌آوری شهری، باید دو نگاه به درستی اعمال گردد، یک نگاه کنترلی و پایشی برای جلوگیری از رشد و افزایش عواملی که منجر می‌شود میزان تاب‌آوری شهری پایین آید و ساختار توسعه شهری به صورت غیر علمی و استاندارد و مخالف با اهداف تاب‌آوری شهری رشد و توسعه یابند و نگاه دوم وجود یک ساختار اصلاحی و بهبودی است؛ چراکه، در شهر ساری مناطق و محله‌های بسیاری وجود دارند، که به دلیل نبود نگاه علمی و سیستماتیک در زمینه تاب‌آوری شهری بسیار دارای مشکلات هستند و در وضعیت هشدار بحران قرار دارند، که لازم است در این خصوص نیز با اتخاذ راهکارهای اصلاحی، سعی در تعدیل پیامدهای منفی در این مناطق آسیب‌پذیر نمایند.

کتابنامه

- بیدار، امید؛ ۱۳۹۵. *بررسی ابعاد تاب‌آوری شهری (مطالعه موردی شهر سنندج)*. دانشگاه پردیس البرز تهران. استاد راهنما احمد پوراحمد. رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.
- پوراحمد، احمد، زیاری، کرامت‌الله، صادقی، علیرضا؛ ۱۳۹۷. تحلیل فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی بافت‌های

- فرسوده شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۱۰ شهرداری تهران). فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا). سال ۸، شماره ۱. ۱۳۰-۱۱۱.
- جلالیان، اسحاق؛ ۱۳۹۷. ارزیابی تاب‌آوری ساختاری - طبیعی کاربری اراضی شهری مطالعه موردی: منطقه ۴ کلان‌شهر تهران. مجله شهر پایدار. دوره ۱. شماره ۴. ۱۲۳-۱۰۹.
- دعاگویان، داوود؛ ۱۳۹۸. تاب‌آوری کلان شهر ساری در مقابل بحران‌ها و آسیب‌های اجتماعی با تأکید بر آمادگی کوپ. نشریه علمی دانش انتظامی مازندران.
- ساسان‌پور، فرزانه؛ آهنگری، نوید؛ حاجی‌نژاد، صادق؛ ۱۳۹۶. ارزیابی تاب‌آوری منطقه ۱۲ کلان‌شهر تهران در برابر مخاطرات طبیعی. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. سال چهارم. شماره ۳. ۹۸-۸۵.
- صائمی‌پور، حسین، قربانی، مهدی، ملکیان، آرش، رمضان‌زاده لسبویی؛ ۱۳۹۶. سنجش وارزیابی تاب‌آوری زمین‌فشان محلی درم واجهه با خشکسالی (منطقه مورد مطالعه: روستای نردین، شهرستان میامی، استان سمنان). مجله علمی پژوهش مرتع. سال دوازدهم. شماره اول. ۷۲-۶۲.
- عبدی، کمیل، کامیابی، سعید، زند مقدم، محمدرضا؛ ۱۳۹۸. ارزیابی یک پارچه آسیب‌پذیری، تاب‌آوری و ریسک‌پذیری فضایی در برابر سیلاب در شهر ساری. مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. دوره ۳۱. شماره ۵. ۴۴۵-۴۳۱.
- محمدی سرین دیزج، مهدی، احدنژاد روشتی، محسن، مرصوصی، نفسیه، عسکری، علی؛ ۱۳۹۶. ارزیابی میزان تاب‌آوری نواحی شهری با تأکید بر دسترسی به عناصر کالبدی حیاتی و مؤثر در برابر مخاطره زلزله، با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره Todim (مطالعه موردی: شهر زنجان). فصلنامه علمی - پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی. سال نهم. شماره چهارم. ۱۱۱-۸۹.
- نوروزی، اکرم، سرور، رحیم، مهدوی حاجلیوئی، مسعود؛ ۱۳۹۶. سنجش مؤلفه‌های مؤثر اجتماعی در تاب‌آوری منطقه ۱۲ تهران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. سال سی و دوم. شماره چهارم. ۱۰۵-۸۶.

- Coaffee, J. 2020. Protecting vulnerable cities: The UK's resilience response to defending everyday urban infrastructure. *International Affairs*, 86(4), 939.
- Davis, I & Izadkhah, Y., Building resilient urban communities, 2019, Article from OHI, 31, 1, 11-21
- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S. R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., ... Taylor, W. W. 2017. Complexity of coupled human and natural systems. *Science*, 317(5844), 1513-1516.
- Rao, F., & Summers, R. J. 2019. Planning for retail resilience: Comparing Edmonton and Portland. *Cities*, 58, 97-106.
- Spaans, M., & Waterhout, B. 2017. Building up resilience in cities worldwide Rotterdam as participant in the 100 resilient cities programme. *Cities*, 61, 109-116.
- Wamsler, C., Brink, E., & Rivera, C. 2013. Planning for climate change in urban areas: From theory to practice. *Journal of Cleaner Production*, 50, 68-81

Explaining the factors affecting social resilience against biological hazards with emphasis on Covid-19 (Case Study: Zanjan City)

Hossein Tahmasebi Moghaddam ^a, Mohsen Ahadnejad Roshti ^{b*}, Mohammad Taghi Heidari ^c, Alireza Shaghli ^d

^a PhD student in Geography and Urban Planning, University of Zanjan, Zanjan, Iran

^b Associate Professor of Geography and Urban Planning, University of Zanjan, Zanjan, Iran

^c Assistant Professor of Geography and Urban Planning, University of Zanjan, Zanjan, Iran

^d Associate Professor of Social Medicine, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

Received: 15 November 2020

Revise: 12 February 2021

Accepted: 25 February 2021

Abstract

The purpose of this paper is to explain the factors affecting social resilience against biological hazards with emphasis on Covid-19 in order to unveil the shadowing of this phenomenon, a phenomenon that has long been discussed from its text layers and sub-layers to different angles of attitude drills. The research method in this study, in terms of descriptive - analytical and practical purpose. To collect the required data, the library method (Covid 19 disease distribution map, valid books and articles in line with the research topic) and the survey method were used as a questionnaire and Delphi method. To analyze the data and prepare the data, SPSS software was used for the statistical population of 133156 households in Zanjan with a sample size of 321 and data analysis was performed using research analytical tools (from exploratory and confirmatory factor analysis model in the form of structural equation modeling). The results show that the analysis of conceptual characteristics using heuristic factor analysis reveals the four main explanatory factors as factors; Awareness and health with a coefficient of 0.74, attitude with a coefficient of 0.78, skill with a coefficient of 0.82, social capital and justice with a coefficient of 0.73 identified the contract and analysis of the communication structure of the identified effective factors using confirmatory factor analysis showed that the identified factors have a structural relationship It is significant for being effective in social resilience against Corona in Zanjan.

Keywords: Social resilience, Factor analysis, Corona virus, Covid-19, Zanjan city.

* . Corresponding author: Mohsen Ahadnejad Roshti

E-mail:ahadnejad@znu.ac.ir

Tel: + 98042011430910

Efficiency of Victor model in landslide risk zoning in the watershed of Galal Dam in Ilam Province

Fathollah Naderi ^{a*}, Behrouz Naseri ^b, Nematollah Bastami ^c

^a PhD Student in Geomorphology, Faculty of Geography and Environmental Planning, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran

^b Assistant Professor, Department of Natural Resources, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran

^c Graduate of Geography and Urban Planning, Islamic Azad University, Malayer Branch, Hamadan, Iran

Received: 16 November 2020

Revise: 13 February 2021

Accepted: 20 February 2021

Abstract

Landslides are one of the natural hazards that are always associated with financial and human losses. Understanding the causes and its different types is very important for us. Identifying and determining sensitive and landslide prone areas can prevent damage and provide a basis for the implementation of slope stabilization projects. In the present study, landslide risk assessment in the watershed of Galal Dam in Ilam province has been performed using Vickor multi-criteria decision making method. Accordingly, among various factors, 8 geological parameters, altitude, slope, precipitation, distance from the fault, distance from the waterway, distance from the road and land use as the most important effective parameters in the occurrence of landslides in the region, have been identified. Then, the significance coefficient of each of the effective factors in the occurrence of landslide was obtained by the method of hierarchical analysis of systems in which the geological criteria slope and precipitation gained the highest coefficient of importance. Then, based on Vickor optimization algorithm, the degree of usefulness and regret of selecting the best options (sub-basins) is determined, and finally by calculating the amount of Vickor optimal index (Q), sub-basins according to the degree of landslide sensitivity in three quality classes of sensitivity Low, medium and high susceptibility were classified. The results showed that the sub-basins of Ban Sohan, Palkaneh and Haji Bakhtiar have the highest susceptibility and the sub-basins of Chegah, Dard Mirnaser and Chegah have the lowest susceptibility to landslides. From the adaptation of zoning maps and landslides in the region, the accuracy of the map can be understood and it was also found that the Vickor model used in this study is a very suitable method for zoning the risk of landslides in the study basin.

Keywords: Landslide, Multi-Criteria Decision Making, Vikor, Galal Dam, Ilam.

*. Corresponding author: Fathollah Naderi

E-mail: naderigeo@yahoo.com Tel: + 989181433893

Assessment of soil erosion risk in land uses using Revised Universal Soil Loss Equation (Case Study: Sikan Basin)

Mehdi Mezbani ^{a*}, Mohammad Hosein Rezaei Moghadam ^a, Asadollah Hejazi ^a

^a Department of Geomorphology, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Received: 23 November 2020

Revise: 15 March 2021

Accepted: 24 March 2021

Abstract

In this study, quantitative assessment of soil erosion and sediment was done using the famous RUSLE model in the framework of GIS and remote sensing technology. The results showed the erosion values of the basin vary from 0.001 to 257 ($\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$) at the pixel level and the average erosion in the study basin is 17.62 ($\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$). Medium rangelands have high average erosion values for two reasons; One is due to the steep slope and consequently the runoff speed in the destruction and transport of particles, which intensifies the role of LS factor and weakens the vegetation factor and the other is the high values of precipitation, which shows the role of rain erosion factor (R). Classification of erosion values showed that about 42% of the study basin with value higher than 16 ($\text{t ha}^{-1}\text{y}^{-1}$) is in a severe situation in terms of soil loss. Therefore, due to the erosion situation in the study basin, the role of watershed management, soil protection, and watershed management operations with a focus on the upstream basin and in areas with high slopes is more necessary.

Keywords: Erosion, RUSLE, Sentinel, Sikan basin, Darrehshahr

*. Corresponding author: Mehdi Mezbani E-mail: M.mezbani@tabrizu.ac.ir Tel: + 989189417091

Landslide susceptibility zonation in Shahid Abbaspour Dam district

Akbar Majd-bavi ^a, Mehdi Mumipour ^{b*}

^a MSc. Geomorphology, Marine Natural Sciences Faculty, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khorramshahr, Iran

^b Assistant Professor, Department of Geology, Marine Natural Sciences Faculty, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khorramshahr, Iran

Received: 25 October 2020

Revise: 12 March 2021

Accepted: 24 March 2021

Abstract

Landslides are one of the most important slope movements. One of the landslide-prone areas is the area around the dams and their lake, which may cause damage to the dams. The purpose of this study was to identify areas prone to landslides in the area of Shahid Abbaspour Dam, Northern Khuzestan, Iran. This research was conducted using two methods of Hayeri-Samiei and Analytical hierarchical Process. Based on this, seven factors including lithological, slope angle, fault length, road and river length, rainfall factor, rainfall intensity and earthquake were prepared. In the Hayeri-Samiei model, these seven factors are investigated and the obtained weight of each of them is placed in the general equation and in the GIS environment is converted into a zonation map and potential areas in the range are identified. In the Analytical hierarchical Process method, based on pairwise comparisons between the seven factors mentioned, considering the opinion of experts, the weight of each factor is obtained and in Expert Choice software, pairwise comparison is performed and the final weight is obtained. After studies in two methods, the most landslide-sensitive areas are in Quaternary young alluvium and lithological factor is the most important factor in the study area. In general, high-risk areas are in the southwestern part of the dam and a small part in the north. In AHP model, like Hayeri-Samiei model, the lithological factor has the greatest effect on landslides in the region. Gachsaran Formation also has very low resistance to landslides after Quaternary alluviums. In terms of slope angle, areas located at slope angles of 36-45 are prone to landslide.

Keywords: Landslide, Shahid Abbaspour Dam, Hayeri-Samiei Model, Hierarchical Analysis Model, GIS, Zonation.

*. Corresponding author: Mehdi Mumipour

E-mail: mumipur@kmsu.ac.ir

Tel: + 989166067076

Morphology and effective processes on Sefidroud flow changes to predict horizon 2030

Hamidreza Masoumi ^{a*}, Alireza habibi ^b, Alireza Ghodrati ^c

^a Department of Geology, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran

^b Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran

^c Guilan Agricultural and Natural Resources Research Center, Rasht, Iran

Received: 20 January 2021

Revise: 31 March 2021

Accepted: 17 April 2021

Abstract

The study area is located in the Sefidroud coastal plain in Guilan province. The required theoretical foundations and basic information have been collected based on library studies and reviews of similar researches. Landsat 5, 7, 8 satellite images with similar imaging seasons from 1987, 2002, and 2018 are the basis for remote sensing studies. The trend of land-use change in 2018 was predicted in the Idrisi TerrSet software based on the maps of 1987 and 2002, using the CA-Markov model. To determine the classification and modeling accuracy, 120 ground control random points were determined and validated by field measurement spatial reality in the study area. The river change forecast map has been obtained with fitting the model output of 2030 and the land use map of 2018. This fitting, the Sefidroud canal was divided into 4 sections in the study area, and predicted changes were examined. The integrated CA-Markov model has a good capability in terms of accuracy in predicting land use and morphology of Sefidroud. The probable changes are in the river, coastal lands, and man-made facilities and plains units in the study area. The process of these changes will be such that will undergo erosion, change in the meandering, and flooding of areas around the river. The river canal cross-sections has exhibited a decreasing trend of canal width until 2018. This is due to the reduction of Sefidroud discharge and the Caspian Sea level fall, increasing the channel width trend will occur according to the results of the CA-Markov model, until 2030. This indicates the possibility of increasing the average annual discharge of Sefidroud to about 100 (m³/s) and rising the Caspian Sea level above -27 (m) until 2030.

Keywords: River channel, Markov chain, Automation cell model, Remote sensing.

*. Corresponding author: Hamidreza Masoumi E-mail: h.masoumi@iauba.ac.ir Tel: + 989355018669

The impact of Shahriar sands mines on dust in Tehran province

Manijeh Ghahroudi Tali^{a*}, Khadijeh Alinoori^a, Maryam Ojaghlou^a

^a Department of Physical Geography, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 10 January 2021

Revise: 02 April 2021

Accepted: 18 April 2021

Abstract

Excavation in the river beds, rinsing sand and its transporting had the potential to cause physical destruction and spread in the surrounding aquatic and arid environments and mining of sand has caused environmental problems, including spreading dust. Tehran province is located on the southern slopes of Alborz. Also its alluvial sediments has extended from Alborz mountains to southern of Tehran province and create a suitable place for sand mines. Shahryar down town, like other parts of Iran, has many mines including silica, salt, sand and soil. Natural status and history of existence surface flows of north lands of the region, cause the accumulation of all kinds of sand mixtures in the form of alluvial sediments. In the northern part of the Shahriar alluvial lands are created by the Karaj river flood flows and now several companies are involved in sand exploitation of this region due to creating of Karaj Dam and the water cutting off from the mentioned lands. Shahryar down town like other parts of Iran has many mines including silica, salt, sand and soil. Currently, the number of sand mines is approximately 5 units. In general, the dust that penetrates into Tehran province is from the northwest direction in the direction of the Shahriar wind. This research has investigated the impact of Shahriar mines on dust intensification in Tehran province. Dust dispersion in Iran except foreign focuses have also internal origin, including dry lagoons, wasteland, sand mines and construction debris that is discharged around towns and villages without supervision. The results of the Shahriar wind showed that the dominant and semi dominant of the Shahriar wind is northwest in all seasons.

Keywords: Sands mines, dust, NDDI, AOD, DBAAEL

*. Corresponding author: Manijeh Ghahroudi Tali E-mail: m-ghahroudi@sbu.ac.ir Tel: + 989121263968

Hermeneutic and Climatology hazards; Investigation of temporal-spatial variations of high-altitude submarine and its impacts on drought occurrence

Neda Majidi Rad ^{a*}, Saeed Rahimi ^a

^a *Department of Physical Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran*

Received: 22 October 2020

Revise: 14 February 2021

Accepted: 19 February 2021

Abstract

Climatic hazard is an applied science that studies, recognizes and analyzes atmospheric phenomena under internal and external controlling factors in the long run and its thematic range is very wide. Therefore, in this field, methodological issues are among the scientific and intellectual tools from which no serious scholar in this field can exempt herself. Therefore, in this paper, using two types of methodologies based on positivism (statistical analysis-schematic) and meta-positivism (hermeneutic analysis and interpretation) method, subtropical high pressure changes in the warm period of the year and its effect on drought, in order to apply the results of this study Was used. The results showed that applied topics in climatological knowledge, including climate hazards, relying on a positivism methodology independently and using only statistical analysis and output of specialized software, are not able to systematic ideas in the field of management and environmental sustainability. Therefore, in this study, an attempt has been made to establish an organized trend in climatological studies in the direction of the meta-positivism method and better results by examining case samples from synoptic maps and diagrams extracted from various hermeneutic analyzes of Tropical pressure changes is obtained. Because the art of a climate expert is to convert passive texts into active texts for practical use of the results of climatic phenomena in other trends of geographical sciences such as geomorphological studies, urban geography, rural geography, political geography, etc. This, in turn, emphasizes the revival of the nature and core function of geography

Keyword: Climate System, Positivism Methodology, Hermeneutic Interpretation, Drought Hazards, Environmental Management

*. Corresponding author: Neda MajidiRad E-mail: nedamajidirad@gmail.com Tel: + 98 9361103022

Simulation and prediction of urban growth and expansion using remote sensing technique (Case Study: Torbat-e Jam, 2000-2019)

Ahmad Asadi ^{a*}, Zinat Mohammad Pur ^b, Ali Hajizadeh Sheykhvanlu ^c

^a Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities, Bozorg mehr Qaenat University, Qaen, Iran

^b MSc Student in Remote Sensing and Geographic Information System, Remote Sensing, University of Tabriz, Tabriz, Iran

^c MSc student in Remote Sensing and Geographic Information System, Remote Sensing, Kharazmi University, Tehran, Iran

Received: 20 October 2020

Revise: 28 December 2020

Accepted: 02 January 2021

Abstract

Urbanization is one of the consequences of the industrial revolution, which changed the development process and led to the expansion of migration to the city. One of the main results of the expansion of urbanization in recent decades is land use change in cities and their uneven growth, which has made managing urban growth one of the most important challenges of the 21st century. The present study evaluated the changes in the lands of Torbat-e Jam city during the years 2000 to 2019 and then predicts these changes until 1420 AH. The research method is descriptive-analytical. Landsat images, sensors, ETMs of 2000 and 2010 and OLI sensors of 2019 have been used to collect data in this study. After classifying the images, in order to find out the changes in the land use of Torbat-e Jam city and to predict the changes until 1420, the Markov and CA chain model has been used. The results obtained in the period of 2000, 2010 and 2019 show that the area of all land uses in the study area except barren land use has been increasing. Also, the forecast of the four floors of land cover, including urban lands, agriculture, barren and green space and gardens in the city of Tor bat-e Jam on the horizon of 1404, shows that the land use of the city will increase at the horizon of 1420, so that this land use will change by 192.13%. Agricultural land use will have a decreasing trend with 71.05% and green space and gardens with 53.32% and barren land use area will have an increasing trend change with 100.87%. Finally, with the Vision Development Index, the type of urban growth was determined. Also, according to this index, the growth type of Tor bat-e Jam city is of the edge type.

Keywords: Urbanization, Land Use, Landsat, Markov and CA Chain, Torbat-e Jam

*. Corresponding author: Ahmad Asadi

E-mail: asadi@buqaen.ac.ir

Tel: + 989120462875

The key components' explanation of increasing Tehran physical resilience against earthquakes with a structural analysis approach (Case study: District 10)

Amin Latifi ^a, Keramatollah Ziari ^{b*}, Seyyed Majid Naderi ^c

^a PhD student in Urban Planning, Islamic Azad University, West Tehran Branch, Tehran, Iran

^b Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

^c Assistant Professor of Urban Planning, Islamic Azad University, West Tehran Branch, Tehran, Iran

Received: 23 February 2021

Revise: 05 April 2021

Accepted: 04 May 2020

Abstract

The present study is a field research with a descriptive-analytical approach and seeks to answer the basic question: What are the key components of increasing physical resilience in the 10th district of Tehran in the future according to the current situation? In this research, in order to codify a theoretical framework at first, the subject is described in detail using the documentary method, literature and theoretical foundations, and then by relying on the environmental scanning technique and the Delphi method, the experimental data is extracted. The statistical population includes 20 urban experts and specialists. Also, the sampling method used is a purposive sampling. In the first step of the research, based on the review of theoretical texts and documents about resilience and dysfunctional urban texture with emphasis on the physical dimension, 41 variables were extracted and then in the next step, experts' opinions regarding the outcomes of these variables on each other through distribution of 20 Questionnaires were collected and finally the answers were analyzed using structural interaction analysis method in MICMAC software. In this analysis, the extent of direct and indirect effects of variables on each other and on the future trend of physical resilience in the district 10 of Tehran against earthquake was determined and then the key explanatory factors of the research topic were extracted. In the other words, out of a total of 41 influential initial variables, 11 variables were chosen as the key factors affecting the future trend of physical resilience in the district 10 of Tehran in the face of earthquakes. The aftermath of this study represents that the relationships of key components are so effectual and impressionable.

Keywords: Structural Analysis, Physical Resilience, Earthquakes, District 10 of Tehran

*. Corresponding author: Keramatollah Ziari

E-mail: zayyari@ut.ac.ir

Tel: + 989121260602

Analysis of factors affecting the psychological capacity of rural saffron farmers according to production risk management strategies (Case Study: Rashtkhar District)

Abuzar paydar ^{a*}, Ali Izadi ^b

^a Assistant Professor of Geography and Rural Planning, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran

^b PhD Student in Geography and Rural Planning, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran

Received: 23 February 2021

Revise: 24 March 2021

Accepted: 05 May 2021

Abstract

Saffron as the most valuable agricultural and medicinal product in the world is one of the plants that due to its adaptation to drought, has a significant role in the economic and social situation of arid and semi-arid regions, including Rashtkhar village. Accordingly, given that natural disasters have threatened the lives of humans, especially villagers, economically and socially, and sometimes disrupted their lives. Therefore, the purpose of this study is to analyze the factors affecting the psychological competence of rural saffron farmers according to production risk management strategies in Rashtkhar rural area. This research has been done by descriptive-analytical method. In this regard, the factors affecting psychological ability in 355 saffron working families living in 13 villages with more than 100 households in this district were studied. The field data collection tool in this study was a researcher-made questionnaire whose apparent and content validity was obtained by obtaining the opinions of specialists, experts and professors and after several stages of correction and revision. Its reliability was confirmed using a preliminary test through 30 questionnaires, which is equal to 0.86. For data analysis, the stakeholder matrix in the integrated model of ASM, SPSS software and for spatial analysis, software and Topsis-Fazi were used. Findings indicate that there is a significant relationship between the factors affecting the psychological empowerment of rural saffron farmers and risk-based production management. Also, the research findings show that among the factors affecting psychological empowerment, the factor of ability and decision-making in production risk-based management strategies by saffron farmers is more important. Therefore, the results show that it is better to hold training classes for empowerment in order to better use risk management among saffron farmers, not far from the minds of government officials and agents.

Keywords: Saffron Farmers, Risk Management, Psychological Capability, Production Strategies.

*. Corresponding author: Abuzar paydar E-mail: aboozarpaidar@gep.usb.ac.ir Tel: + 989139400280

Optimizing waste collection time in Zabol city in reducing environmental hazards by relying on colonial competition algorithm and GIS

Alireza Shahbazi ^{a*}, Akbar Kiani ^b, Abbas Ali Piri ^c, AmirHamzeh Shahbazi^d

^a Assistant Professor of Geomorphology, Zabol University, Iran

^b Associate Professor of Geography and Urban Planning, Zabol University, Iran

^c MSc student in Geography and Urban Planning, Zabol University, Iran

^d Associated Professor of Geomorphology and Urban Planning, University of sistan & baluchestan. Zahadan. Iran

Received: 29 August 2020

Revise: 07 March 2021

Accepted: 20 March 2021

Abstract

Over the past decade, municipal waste production has increased dramatically due to increasing global population and the rate urbanization. Therefore, one of the important issues that has been used in recent years and has been discussed to increase the efficiency and productivity of transportation systems is the discussion of routing of waste transportation machines. In addition, poor management and inappropriate collection and storage since it creates environmental problems in the urban ecosystem is considered a global challenge, as the presentation of these urban services has been significantly neglected due to lack of sufficient data and information. The aim of this study was to provide an appropriate solution for proper collection of waste in 40 neighborhoods of Zabol city to minimize the time of mission and increase the satisfaction of citizens of such urban services. The research method is descriptive and applied studies based on attribution algenomy and field studies. In order to conduct this study, metaheuristic algorithm of colonial competition and Arc GIS software was used and all the related programming was done in MATLAB software environment. The results indicated that colonial competitive algorithm with 20 replications at 15 replications with a time equal to 4.11 seconds with 71% confidence coefficient was obtained in the best possible state and showed the order of the best intersections. Confidence coefficient was obtained in the best possible state and showed the order of the best intersections. Confidence coefficient was obtained in the best possible state and showed the order of the best intersections.

Keywords: Municipal Waste, Zabol Colonial Competition Algorithm, MATLAB ArcGIS

*. Corresponding author: Alireza Shahbazi

E-mail: a.shahbazi@uoz.ac.ir

Tel: + 98 9155450151

Evaluation of urban resilience using Waspas and WP models (Case study: Sari city)

Meysam Raisian ^a, Maryam Ilanloo ^{b*}, Leila Ebrahimi ^a, Kia Bozorgmehr ^a

^a Department of Geography, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran

^b Department of Geography, Mahshahr Branch, Islamic Azad University, Mahshahr, Iran

Received: 21 February 2021

Revise: 08 April 2021

Accepted: 13 April 2021

Abstract

In recent years, most risk-related research has shifted its paradigm from a loss-reduction model to a more inclusive local community model. Accordingly, the views and theories of disaster management and sustainable development seek to create resilient societies against natural hazards. Resilience is the degree of resistance of systems, their ability to tolerate change and disruption and the continuity of relationships between individuals and variables. This study, considering such a definition for resilience, evaluates the resilience of seven neighborhoods of Sari city (intersection of section eight - Salman Fars - Piroozi, Tabarestan, central city center - municipality near Babol Gate, Moallem, Besat Free Zone - Nehzat and Shahband and Barrier) has dealt with natural hazards. The basis of spatial analysis in this research is the divisions of neighborhood planning units (according to the comprehensive plan of the city). The sample population is equal to the statistical population (18 experts in municipal, housing and urban planning, natural resources, etc.). Seven indicators (building strength, land and urban infrastructure, open spaces, physical environment, uses, economic and social) were designed and the required data were obtained; finally, various indicators were weighted by experts to make environmental risk planning desirable. Evaluation of urban resilience and ranking of neighborhoods in Sari city has been done using WP and WASPAS evaluation models. The results show that out of seven neighborhoods in Sari, only one neighborhood (Chahar Rahbakhsh Hasht, Salman Farsi) is in very good condition and Tabarestan neighborhood is in good condition in terms of resilience. Also, according to the results of both models, the northern regions are in a very good and good condition in terms of resilience, while the southern and central regions are in a very weak and alert state.

Keywords: Resilience, Natural hazards, Waspas model, Sari city

*. Corresponding author: Maryam Ilanloo

E-mail: m.ilanlou@mhriau.ac.ir

GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

(Research Journal)
VOLUME 10, NO 37, Spring 2021



CONTENTS

- **Explaining the factors affecting social resilience against biological hazards with emphasis on Covid-19 (Case Study: Zanjan City)** 1
Hossein Tahmasebi Moghaddam, Mohsen Ahadnejad Roshti, Mohammad Taghi Heidari, Alireza Shaghli
- **Efficiency of Victor model in landslide risk zoning in the watershed of Galal Dam in Ilam Province** 2
Fathollah Naderi, Behrouz Naseri, Nematollah Bastami
- **Assessment of soil erosion risk in land uses using Revised Universal Soil Loss Equation (Case Study: Sikan Basin)** 3
Mehdi Mezbani, Mohammad Hosein Rezaei Moghadam, Asadollah Hejazi
- **Landslide susceptibility zonation in Shahid Abbaspour Dam district** 4
Akbar Majd-bavi, Mehdi Mumipour
- **Morphology and effective processes on Sefidroud flow changes to predict horizon 2030** 5
Hamidreza Masoumi, Alireza habibi, Alireza Ghodrati
- **The impact of Shahriar sands mines on dust in Tehran province** 6
Manijeh Ghahroudi Tali, Khadijeh Alinoori, Maryam Ojaghlou
- **Hermeneutic and Climatology hazards; Investigation of temporal-spatial variations of high-altitude submarine and its impacts on drought occurrence** 7
Neda Majidi Rad, Saeed Rahimi
- **Simulation and prediction of urban growth and expansion using remote sensing technique (Case Study: Torbat-e Jam, 2000-2019)** 8
Ahmad Asadi, Zinat Mohammad Pur, Ali Hajizadeh Sheykhvanlu
- **The key components' explanation of increasing Tehran physical resilience against earthquakes with a structural analysis approach (Case study: District 10)** 9
Amin Latifi, Keramatollah Ziari, Seyyed Majid Naderi
- **Analysis of factors affecting the psychological capacity of rural saffron farmers according to production risk management strategies (Case Study: Rashtkhar District)** 10
Abuzar paydar, Ali Izadi
- **Optimizing waste collection time in Zabol city in reducing environmental hazards by relying on colonial competition algorithm and GIS** 11
Alireza Shahbazi, Akbar Kiani, Abbas Ali Piri, AmirHamzeh Shahbazi
- **Evaluation of urban resilience using Waspas and WP models (Case study: Sari city)** 12
Meysam Raisian, Maryam Ilanloo, Leila Ebrahimi c, Kia Bozorgmehr

GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

Editor – in – Chief:
Professor M. R. Rahnama
Department of Geography
Ferdowsi University of Mashhad
Mashhad, Iran.

Executive Coordinator :
Sayyed Mohammad Ali Moosavi

English Language Editor:
Dr.Neda Mohseni

Director:
Dr. S. R. Hosseinzadeh
Department of Geography
Ferdowsi University of Mashhad
Mashhad, Iran.

Managing Editor:
Dr.Neda Mohseni

Editorial Board:

Professor V. R. Baker
Department of Hydrology and Water Resources,
University of Arizona, Tucson, USA.

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 Interdisciplinary 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, Geomorphological, 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 abstract in English. authors with English papers must submit the initial electronic manuscript 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 submissions 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 affiliations 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, Sumame 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 10, NO 37, Spring 2021

Pages

- **Explaining the factors affecting social resilience against biological hazards with emphasis on Covid-19 (Case Study: Zanzan City)** 1
 Hossein Tahmasebi Moghaddam, Mohsen Ahadnejad Roshti, Mohammad Taghi Heidari, Alireza Shaghli
- **Efficiency of Victor model in landslide risk zoning in the watershed of Galal Dam in Ilam Province** 2
 Fathollah Naderi, Behrouz Naseri, Nematollah Bastami
- **Assessment of soil erosion risk in land uses using Revised Universal Soil Loss Equation (Case Study: Sikan Basin)** 3
 Mehdi Mezban, Mohammad Hosein Rezaei Moghadam, Asadollah Hejazi
- **Landslide susceptibility zonation in Shahid Abbaspour Dam district** 4
 Akbar Majd-bavi, Mehdi Mumipour
- **Morphology and effective processes on Sefidroud flow changes to predict horizon 2030** 5
 Hamidreza Masoumi, Alireza habibi, Alireza Ghodrati
- **The impact of Shahriar sands mines on dust in Tehran province** 6
 Manijeh Ghahroudi Tali, Khadijeh Alinoori, Maryam Ojaghlou
- **Hermeneutic and Climatology hazards; Investigation of temporal-spatial variations of high-altitude submarine and its impacts on drought occurrence** 7
 Neda Majidi Rad, Saeed Rahimi
- **Simulation and prediction of urban growth and expansion using remote sensing technique (Case Study: Torbat-e Jam, 2000-2019)** 8
 Ahmad Asadi, Zinat Mohammad Pur, Ali Hajizadeh Sheykhvanlu
- **The key components' explanation of increasing Tehran physical resilience against earthquakes with a structural analysis approach (Case study: District 10)** 9
 Amin Latifi, Keramatollah Ziari, Seyyed Majid Naderi
- **Analysis of factors affecting the psychological capacity of rural saffron farmers according to production risk management strategies (Case Study: Rashtkhar District)** 10
 Abuzar paydar, Ali Izadi
- **Optimizing waste collection time in Zabol city in reducing environmental hazards by relying on colonial competition algorithm and GIS** 11
 Alireza Shahbazi, Akbar Kiani, Abbas Ali Piri, AmirHamzeh Shahbazi
- **Evaluation of urban resilience using Waspas and WP models (Case study: Sari city)** 12
 Meysam Raisian, Maryam Ilanloo, Leila Ebrahimi c, Kia Bozorgmehr



JOURNAL OF GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS



Research Journal

Volume. 10, No. 37, Spring 2021

- **Explaining the factors affecting social resilience against biological hazards with emphasis on Covid-19 (Case Study: Zanjan City)**
Hossein Tahmasebi Moghaddam, Mohsen Ahadnejad Roshti, Mohammad Taghi Heidari, Alireza Shaghli
- **Efficiency of Victor model in landslide risk zoning in the watershed of Galal Dam in Ilam Province**
Fathollah Naderi, Behrouz Naseri, Nematollah Bastami
- **Assessment of soil erosion risk in land uses using Revised Universal Soil Loss Equation (Case Study: Sikan Basin)**
Mehdi Mezban, Mohammad Hosein Rezaei Moghadam, Asadollah Hejazi
- **Landslide susceptibility zonation in Shahid Abbaspour Dam district**
Akbar Majd-bavi, Mehdi Mumipour
- **Morphology and effective processes on Sefidroud flow changes to predict horizon 2030**
Hamidreza Masoumi, Alireza habibi, Alireza Ghodrati
- **The impact of Shahriar sands mines on dust in Tehran province**
Manijeh Ghahroudi Tali, Khadijeh Alinoori, Maryam Ojaghlou
- **Hermeneutic and Climatology hazards; Investigation of temporal-spatial variations of high-altitude submarine and its impacts on drought occurrence**
Neda Majidi Rad, Saeed Rahimi
- **Simulation and prediction of urban growth and expansion using remote sensing technique (Case Study: Torbat-e Jam, 2000-2019)**
Ahmad Asadi, Zinat Mohammad Pur, Ali Hajizadeh Sheykhvanlu
- **The key components' explanation of increasing Tehran physical resilience against earthquakes with a structural analysis approach (Case study: District 10)**
Amin Latifi, Keramatollah Ziari, Seyyed Majid Naderi
- **Analysis of factors affecting the psychological capacity of rural saffron farmers according to production risk management strategies (Case Study: Rashtkhar District)**
Abuzar paydar, Ali Izadi
- **Optimizing waste collection time in Zabol city in reducing environmental hazards by relying on colonial competition algorithm and GIS**
Alireza Shahbazi, Akbar Kiani, Abbas Ali Piri, AmirHamzeh Shahbazi
- **Evaluation of urban resilience using Waspas and WP models (Case study: Sari city)**
Meysam Raisian, Maryam Ilanloo, Leila Ebrahimi c, Kia Bozorgmehr



دانشگاه بهر مکرمان



دانشگاه علوم کشاورزی و علوم طبیعی کرمان



دانشگاه سیستان و بلوچستان



دانشگاه خوارزمی تهران



دانشگاه تبریز



دانشگاه اصفهان

ISSN:2322-1682

Published by
Ferdowsi University of Mashhad