

مجله



جغرافیا و مخاطرات محیطی

(نشریه علمی)

سال دهم، شماره ۳۹، پاییز ۱۴۰۰، شاپا: ۱۶۸۲-۲۳۲۲

- شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش و جابجایی عمودی با استفاده از تصاویر راداری ... سعید نگهبان، تینا پی سوزی، حمید گنجائیان، میلاد نوروزی
- تهیه و تحلیل نقشه خطر سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC RAS و RAS MAPPER ... دانیال صیاد، رضا قضاوی، ابراهیم امیدوار
- شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد زمین لغزش با استفاده از روش شیء‌گرا و تحلیل شبکه (ANP) ... سیران بهمنی، زهرا زنگنه تبار، سارا محمدی، سارا مطاعی
- واکاوی همدیدی و ترمودینامیکی وقوع طوفان‌های تندری در فلات ایران سید اسعد حسینی، علیرضا کربلایی درئی
- پیوند بن‌دال‌های اوراسیا-اطلس شمالی با ماه‌های تر و خشک فراگیر در ایران میثم طولابی نژاد، زهرا حجازی زاده، آنتونی آرلوپو، محمد سلیقه
- پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و تغییرات محیطی ... سمانه باقری، حبیب انصاری سامانی
- توزیع مکانی روند فراوانی بارش سالانه در شمال باختری ایران در دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳ حسین عساکره، حسن شادمان
- بررسی میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهر اردبیل در برابر سوانح طبیعی (زلزله) ... محمدتقی معصومی، میلاد رجب‌زاده نیارق
- بررسی علل عدم تاب‌آوری جوامع محلی در مقابله با بلایای طبیعی (مورد مطالعه: زلزله استان کرمانشاه) سمیه شهبازی، عبدالحمید پاپ زن، مصیب غلامی
- سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌های اصلی کشور برای مواجهه با زلزله احتمالی شهر تهران ... سیاوش صلواتیان
- اولویت‌بندی اقدامات کلیدی جهت افزایش مشارکت عمومی در مدیریت سوانح طبیعی در ایران احمد نوحه گر، علی علوی نائینی، مطهره عباسی نوده
- ارزیابی کمی شاخص تاب‌آوری لرزه‌ای شهری (مطالعه موردی: مناطق ۱ و ۳ شهر زنجان) مه‌سیما کلانتری، مهدی اقبالی، دلباز صمدیان





فصلنامه

خبرافا و مخاطرات محیطی (نشریه علمی)

سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰

شاپا چاپی : ۱۶۸۲-۲۳۲۲

شاپا الکترونیکی : ۲۳۸۳-۳۰۷۶

- شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش و جابجایی عمودی با استفاده از تصاویر راداری ...
سعید نگهبان، تینا پی سوزی، حمید گنجائیان، میلاد نوروزی
- تهیه و تحلیل نقشه خطر سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC RAS و RAS MAPPER ...
دانیال صیاد، رضا قضاوی، ابراهیم امیدوار
- شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد زمین لغزش با استفاده از روش شیء‌گرا و تحلیل شبکه (ANP) ...
سیران بهمنی، زهرا زنگنه تبار، سارا محمدی، سارا مطاعی
- واکاوی هم‌بندی و ترمودینامیکی وقوع طوفان‌های تندری در فلات ایران
سید اسعد حسینی، علیرضا کربلایی درئی
- پیوند بندال‌های اوراسیا- اطلس شمالی با ماه‌های تر و خشک فراگیر در ایران
میثم طولابی نژاد، زهرا حجازی زاده، آنتونی آرلپو، محمد سلیقه
- پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و تغییرات محیطی ...
سمانه باقری، حبیب انصاری سامانی
- توزیع مکانی روند فراوانی بارش سالانه در شمال باختری ایران در دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳
حسین عساکره، حسن شادمان
- بررسی میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهر اردبیل در برابر سوانح طبیعی (زلزله) ...
محمدتقی معصومی، میلاد رجب‌زاده نیارق
- بررسی علل عدم تاب‌آوری جوامع محلی در مقابله با بلایای طبیعی (مورد مطالعه: زلزله استان کرمانشاه)
سمیه شهبازی، عبدالحمید پاپ زن، مصیب غلامی
- سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌های اصلی کشور برای مواجهه با زلزله احتمالی شهر تهران ...
سیاوش صلواتیان
- اولویت‌بندی اقدامات کلیدی جهت افزایش مشارکت عمومی در مدیریت سوانح طبیعی در ایران
احمد نوحه گر، علی علوی نائینی، مطهره عباسی نوده
- ارزیابی کمی شاخص تاب‌آوری لرزه‌ای شهری (مطالعه موردی: مناطق ۱ و ۳ شهر زنجان)
مه سیما کلانتری، مهدی اقبالی، دلباز صمدیان



دانشکده ادبیات و علوم انسانی

فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی

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

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

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

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

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

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 می شود و هیچ نسخه کاغذی ندارد

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

http://geoeh.um.ac.ir

E-mail: geo.eh@um.ac.ir

نشانی اینترنتی:

شماره پروانه: ۳/۲۷۱۱۶ - این مجله در نشست کمیسیون بررسی نشریات علمی کشور مورخ ۱۳۹۰/۱۲/۱۰، رتبه علمی-پژوهشی دریافت کرده است.

این مجله در پایگاه های زیر نمایه می شود:

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی

(نشریه علمی)

سال دهم، شماره سی و نهم، پائیز ۱۴۰۰

شاپا چاپی : ۱۶۸۲-۲۳۲۲

شاپا الکترونیکی : ۲۳۸۳-۳۰۷۶

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 همایش ها به چاپ نرسیده باشد و همچنین به طور همزمان برای مجله دیگری ارسال نشده باشد.

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

۳-مقاله های مروری که پیشرفت های جدید در موضوعات مجله را در بر می گیرد، از نویسندگان مجرب و دارای مقالات پژوهشی در زمینه مورد نظر پذیرفته می شود.

۴-ساختار مقاله باید مشتمل بر عنوان، اسامی نویسنده (یا نویسندگان) چکیده فارسی، واژگان کلیدی، مقدمه، مواد و روش ها (شامل زیر بخش های: منطقه مورد مطالعه، مطالعات میدانی، آنالیزهای آزمایشگاهی و روش های استفاده شده)، نتایج و بحث، جمع بندی، قدردانی و تشکر، فهرست منابع و ضمايم و چکیده مبسوط انگلیسی باشد.

نکته: لطفاً دقت شود که همه بخش ها و زیر بخش ها به استثنای تیتیر "چکیده" شماره گذاری شوند. همچنین زیر بخش های مربوط به "مواد و روش ها" 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 سانتی متر از بالا، ۳,۵ سانتی متر از پایین، ۳ سانتی متر از چپ و ۳ سانتی متر از راست صورت گیرد. Header: ۲,۷۵ و Footer: ۳ عنوان مقاله با قلم ۱۳ پرننگ B Lotus، اسم، فامیل- مرتبه علمی با قلم ۱۱ پرننگ B Lotus، نویسنده مسؤول، شماره تلفن و ایمیل نویسنده به صورت پاورقی و با قلم ۱۱ B Lotus باشد. چکیده ۱۲ پرننگ B Lotus، متن چکیده ۱۲ B Lotus. (چکیده و متن آن با فواصل ۲ سانتی متر از سمت چپ و ۲ سانتی متر از سمت راست از متن اصلی باشد). تیتیرهای اصلی متن ۱۲ پرننگ 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 پرننگ B Lotus نوشته شود.

۱۰- تمام نقشه ها، نمودارها، شکل ها و عکس ها به طور یکنواخت با عنوان شکل شماره گذاری و شماره و عنوان اشکال در زیر آن با قلم ۱۲ پرننگ B Lotus، درج گردد.

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

شیوه منبع نویسی مقالات انگلیسی

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

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. مرضیه اسماعیل پور (استادیار اقلیم شناسی دانشگاه مراغه)
۲. سید محمد حسینی (استادیار آب و هواشناسی، دانشگاه سید جمال الدین اسدآبادی همدان)
۳. شهریار خالدی (استاد اقلیم شناسی دانشگاه شهید بهشتی تهران)
۴. احسان خسروی (دکتری کارآفرینی دانشگاه رازی - کرمانشاه)
۵. محسن رضائی عارفی (دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری)
۶. هنگامه شیراوند (کارشناس مرکز ملی اقلیم شناسی و مدیریت بحران)
۷. حسین طهماسبی مقدم (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه زنجان)
۸. امیر حسین علی بیگی (دانشیار مهندسی ترویج دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه)
۹. سمیه عمادالدین (استادیار گروه جغرافیا دانشگاه گلستان)
۱۰. علیرضا کربلانی (دکتری اقلیم شناسی دانشگاه خوارزمی تهران)
۱۱. محمد رضا مجدزاده طباطبائی (استادیار دانشکده آب دانشگاه شهید بهشتی تهران)
۱۲. ندا محسنی (استادیار گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد)
۱۳. وحید محمد نژاد (استادیار گروه جغرافیا دانشگاه ارومیه)
۱۴. علی اصغر میرک زاده (استادیار گروه جغرافیا دانشگاه رازی - کرمانشاه)
۱۵. اسماعیل نجفی (استادیار دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان)
۱۶. جلیل هلالی (دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی دانشگاه تهران)
۱۷. فریبا همتی (دانش آموخته ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز)
۱۸. منصور یخچالیان (استادیار مهندسی عمران دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره))

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱	● شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش و جابجایی عمودی با استفاده از تصاویر راداری ... سعید نگهبان، تینا پی سوزی، حمید گنجائیان، میلاد نوروزی
۱۹	● تهیه و تحلیل نقشه خطر سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC RAS و RAS MAPPER ... دانیال صیاد، رضا قضاوی، ابراهیم امیدوار
۳۹	● شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد زمین لغزش با استفاده از روش شیء‌گرا و تحلیل شبکه (ANP) ... سیران بهمنی، زهرا زنگنه تبار، سارا محمدی، سارا مطاعی
۵۹	● واکاوی هم‌بندی و ترمودینامیکی وقوع طوفان‌های تندری در فلات ایران سید اسعد حسینی، علیرضا کربلایی درئی
۸۳	● پیوند بندال‌های اوراسیا- اطلس شمالی با ماه‌های تر و خشک فراگیر در ایران میثم طولایی نژاد، زهرا حجازی زاده، آنتونی آرلوپو، محمد سلیقه
۱۰۵	● پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و تغییرات محیطی ... سمانه باقری، حبیب انصاری سامانی
۱۲۳	● توزیع مکانی روند فراوانی بارش سالانه در شمال باختری ایران در دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳ حسین عساکره، حسن شادمان
۱۴۱	● بررسی میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهر اردبیل در برابر سوانح طبیعی (زلزله) ... محمدتقی معصومی، میلاد رجب‌زاده نیارق
۱۶۳	● بررسی علل عدم تاب‌آوری جوامع محلی در مقابله با بلایای طبیعی (مورد مطالعه: زلزله استان کرمانشاه) سمیه شهبازی، عبدالحمید پاپ زن، مصیب غلامی
۱۸۱	● سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌های اصلی کشور برای مواجهه با زلزله احتمالی شهر تهران ... سیاوش صلواتیان
۲۱۵	● اولویت‌بندی اقدامات کلیدی جهت افزایش مشارکت عمومی در مدیریت سوانح طبیعی در ایران احمد نوحه گر، علی علوی نائینی، مطهره عباسی نوده
۲۲۹	● ارزیابی کمی شاخص تاب‌آوری لرزه‌ای شهری (مطالعه موردی: مناطق ۱ و ۳ شهر زنجان) مه سیم کلاتری، مهدی اقبالی، دلباز صمدیان



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، تاپ، ... 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





RESEARCH ARTICLE

DOI: 10.22067/geoh.2021.71728.1094

Open access

Identify areas prone to landslide and vertical displacement using Radar images (Case study: Lavasan urban area and urban margin)

Saeed Negahban^{a*}, Tina peysoozi^b, Hamid Gangaeian^c, Milad Norozi^d

^a Associate Professor in Geomorphology, Department of Geography, Shiraz University, Shiraz, Iran

^b Master in Hdromorphology, Kharazmi University, Tehran, Iran

^c PhD Student in Geomorphology, Faculty of Geography, Tehran University, Tehran, Iran

^d PhD Student in Urban Engineering, Islamic Azad University, Broujerd Branch

Received: 30 July 2021

Revise: 28 September 2021

Accepted: 20 October 2021

Abstract

Geomorphological hazards are considered as one of the environmental hazards that can be associated with many losses. Many areas, including the southern slopes of Alborz, are susceptible to a variety of geomorphological hazards, therefore, this study investigates the hazards of vertical displacement and landslides in the urban area and urban margin of Lavasan, located on the southern slopes of Alborz. This study was carried out in two stages, in the first step, to evaluate the vertical displacement of the region using the Sentinel radar image and SBAS time series method. In the second step, the geomorphological, geological and human parameters as well as the fuzzy logic model and ANP are used to evaluate the potential landslide prone areas. Thirdly, based on the results of the vertical displacement assessment as well as the potential assessment of landslide prone areas, hazardous areas of the study area have been identified. The results of the SBAS time series method show that the range of studies over the 3 year period has been about 12.4 mm uplift as well as 103.2 mm subsidence. Potential results of landslide-prone zones also indicate that limited northern study areas have great potential for landslides. Also the results of the evaluation of the hazardous areas in the study area indicate that the landslide susceptible areas of 30.1 km², Areas with displacement more than 45 mm 26.27 km² as well as landslide prone areas with displacement more than 45 mm 6.97 km².

Keywords: Geomorphological Hazards, Vertical Displacement, Landslide, Lavasan

*.Corresponding author: Saeed Negahban E-mail: Snegahban@shirazu.ac.ir Tel: + 989186658739

How to cite this Article: Negahban, S., Peysoozi, T., Ganjaeian, H., Norozi, M. (2021). Identify areas prone to landslide and vertical displacement using Radar images (Case study: Lavasan urban area and urban margin). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(3), 1-18.

doi: 10.22067/geoh.2021.71728.1094



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

 <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71728.1094> 

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۱۸-۱
مقاله پژوهشی

شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش و جابجایی عمودی با استفاده از تصاویر راداری (مطالعه موردی: محدوده شهری و حاشیه شهری لواسان)

 سعید نگهبان^۱- دانشیار ژئومورفولوژی گروه جغرافیا، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز.
تینا پی سوزی- کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی.
حمید گنجائیان- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران.
میلاد نوروزی- دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۷/۶ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۷/۲۸

چکیده

مخاطرات ژئومورفولوژی به عنوان یکی از مخاطرات محیطی محسوب می شود که می تواند با خسارات زیادی همراه شود. بسیاری از مناطق از جمله دامنه های جنوبی البرز، مستعد وقوع انواع مخاطرات ژئومورفولوژی هستند؛ بنابراین در این تحقیق به بررسی مخاطرات ناشی از جابجایی عمودی و زمین لغزش در محدوده شهری و حاشیه شهری لواسان، واقع در دامنه های جنوبی البرز پرداخته شده است. این تحقیق در ۳ مرحله انجام شده است. در مرحله اول به منظور ارزیابی جابجایی عمودی منطقه از ۲۷ تصویر راداری سنتینل ۱ و روش سری زمانی SBAS استفاده شده است. در مرحله دوم به منظور پتانسیل سنجی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش از ۸ پارامتر ژئومورفولوژی، زمین شناسی و انسانی و همچنین مدل تلفیقی منطق فازی و ANP استفاده شده است. در مرحله سوم نیز، بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی جابجایی عمودی و همچنین پتانسیل سنجی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش، مناطق مخاطره آمیز محدوده مطالعاتی شناسایی شده است. نتایج حاصل از روش سری زمانی SBAS نیز بیانگر این است که محدوده

E-mail: Snegahban@shirazu.ac.ir

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۹۱۱۳۳۷۵۰

نحوه ارجاع به این مقاله :

نگهبان، سعید، پی سوزی، تینا، گنجائیان، حمید، نوروزی، میلاد. (۱۴۰۰). شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش و جابجایی عمودی با استفاده از تصاویر راداری (مطالعه موردی: محدوده شهری و حاشیه شهری لواسان). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰(۳)، صص ۱۸-۱
<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.71728.1094>

مطالعاتی در طی دوره زمانی ۳ ساله حدود ۱۲/۴ میلی متر بالآمدگی و همچنین ۱۰۳/۲ میلی متر فرونشست داشته است. نتایج پتانسیل سنجی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش نیز بیانگر این است که مناطق شمالی محدود مطالعاتی پتانسیل خیلی زیادی جهت وقوع زمین لغزش دارد. همچنین نتایج حاصل از ارزیابی مناطق مخاطره آمیز در محدوده مطالعاتی بیانگر این است که مناطق مستعد لغزش ۳۰/۱ کیلومتر مربع، مناطق دارای جابجایی بیش از ۴۵ میلی متر ۲۶/۲۷ کیلومتر مربع و همچنین مناطق مستعد لغزش و دارای جابجایی بیش از ۴۵ میلی متر ۶/۹۷ کیلومتر مربع از محدوده را دربر گرفته است.

کلیدواژه‌ها: مخاطرات ژئومورفولوژی، جابجایی عمودی، زمین لغزش، لواسان.

۱- مقدمه

مخاطرات محیطی بر اساس فرایند رابطه انسان با محیط تعریف می شود؛ در غیر این صورت پدیده‌هایی که خطر می‌نامیم جزء رفتار معمول و رایج طبیعت است. این فرایند از زمان‌های قدیم و شاید از زمان استیلای جبر محیطی بر جغرافیا حاکم بوده و به عقیده خیلی از جغرافیدانان محور اصلی فعالیت‌های جغرافیایی محسوب می‌شود (علیجانی، ۱۳۹۳)؛ بنابراین مخاطرات محیطی همواره از مهم‌ترین موضوعات مطرح در جوامع به شمار می‌آید (پورطاهر و همکاران، ۱۳۹۰). بررسی‌های صورت گرفته در مورد مخاطرات محیطی بیانگر این است که این مخاطرات دارای روند افزایشی هستند و میلیون‌ها نفر از مردم در سراسر دنیا در معرض آن قرار دارند (برونفمان^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). افزایش و شدت برخی رویدادهای مخاطره‌آمیز طبیعی تحت تأثیر مستقیم فعالیت‌های انسانی می‌باشد (رنجبر و بیات، ۱۳۸۹). مخاطرات ژئومورفولوژی به‌عنوان یکی از مخاطرات محیطی محسوب می‌شود که خود دارای انواع مختلفی است (ملکی و همکاران، ۱۳۹۴). نوع مخاطرات ژئومورفولوژی با توجه به موقعیت جغرافیایی و وضعیت ژئومورفولوژی مناطق متفاوت خواهد بود. یکی از مناطقی که در معرض مخاطرات ژئومورفولوژی قرار دارد، دامنه‌های جنوبی البرز است. ازجمله مخاطرات موجود در این دامنه‌ها می‌تواند به زمین لغزش و جابجایی عمودی زمین اشاره کرد. با توجه به اینکه این دامنه‌ها دارای شیب و ارتفاع زیادی هستند و همچنین در مناطقی زیادی با بریدگی شیب توسط جاده و رودخانه مواجه شده‌اند، پتانسیل زیادی از نظر وقوع زمین لغزش دارند. همچنین به دلیل اینکه این دامنه‌ها از نظر تکتونیکی در منطقه فعال قرار دارند، با جابجایی عمودی مواجه هستند که این جابجایی در بلندمدت می‌تواند خود سبب بروز خسارات زیادی شود. با توجه به مواد مذکور در این تحقیق به بررسی میزان جابجایی عمودی و همچنین پتانسیل سنجی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش در محدوده شهری و حاشیه شهری لواسان پرداخته شده است که برای ارزیابی میزان جابجایی عمودی منطقه از تصاویر راداری سنتینل ۱ و روش سری زمانی

1 Bronfman

SBAS و همچنین برای پتانسیل سنجی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش از مدل تلفیقی منطق فازی و ANP استفاده شده است.

در مورد ارزیابی جابجایی عمودی با استفاده از تصاویر راداری تحقیقات مختلفی صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به سیگنا^۱ و همکاران (۲۰۱۴) اشاره کرد که میزان جابجایی عمودی زمین در منطقه پiana دگلی^۲ (ایتالیا) را با استفاده از تصاویر COSMO SKY برآورد کرده‌اند. ابیر^۳ و همکاران (۲۰۱۵) میزان جابجایی زمین در فلات نمک کوهات (در شمال پاکستان) را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. ژائو^۴ و همکاران (۲۰۱۹) به ارزیابی میزان جابجایی زمین در منطقه ساحلی شانگهای چین پرداختند. صفاری و جعفری (۱۳۹۵) فرونشست زمین در دشت کرج - شهریار را با استفاده از روش تداخل سنجی راداری مورد ارزیابی قرار داده‌اند. بابایی و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی میزان فرونشست در شهر تهران پرداختند صالحی متعهد و همکاران (۱۳۹۸) به ارزیابی فرونشست زمین با استفاده از روش تداخل سنجی راداری در شهر مشهد پرداختند. همچنین در مورد لغزش نیز تحقیقات مختلفی صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به یلسین^۵ (۲۰۰۸) اشاره کرد که بر مبنای سامانه اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی و آماره دو متغیره، نقشه حساسیت زمین لغزش برای منطقه آردسن ترکیه تهیه کرده است. بدناریک^۶ و همکاران (۲۰۱۰) به ارزیابی حساسیت زمین لغزش در منطقه کارل اونری در اسلواکی پرداختند. وانگ^۷ و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش وزن‌دهی به پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در منطقه ساحل جنوبی چین پرداختند. یمانی و همکاران (۱۳۹۳) به ارزیابی ژئومورفولوژیکی پتانسیل زمین لغزش تاقدیس سیاه کوه پرداختند. بهاروند و همکاران (۱۳۹۶) پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار در حوضه ده سفید را مورد مطالعه قرار داده‌اند. حسین‌آبادی و همکاران (۱۳۹۸) به پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه و زمین لغزش به روش منطق فازی در رشته‌کوه باقران (جنوب بیرجند) پرداختند. با توجه به موارد مذکور، هدف از تحقیق حاضر ارزیابی میزان جابجایی عمودی محدوده مطالعاتی با استفاده از روش سری زمانی SBAS و همچنین پتانسیل سنجی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش و در نهایت شناسایی مناطق مستعد مخاطره می‌باشد.

1 Cigna

2 Piana degli

3 Abir

4 Zhao

5 Yalcin

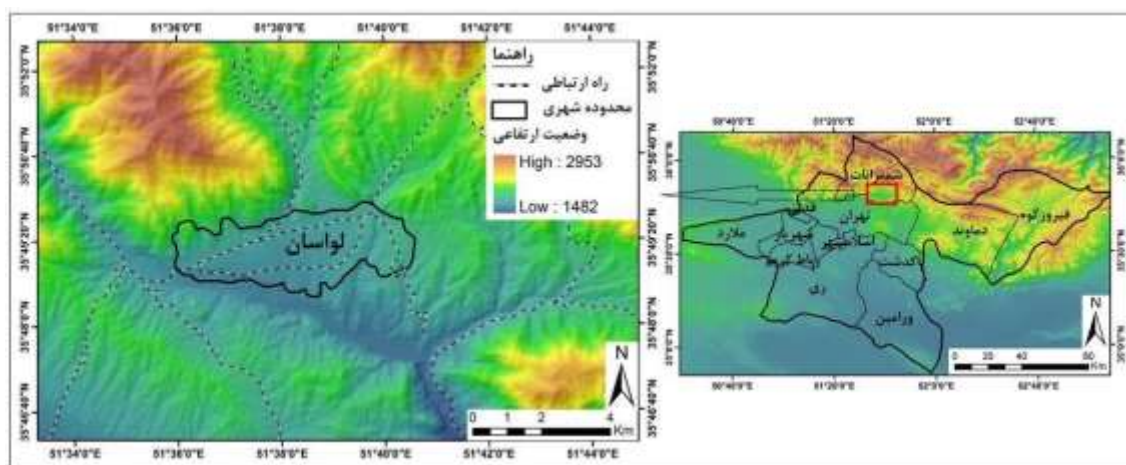
6 Bednarik

7 Wang

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- محدوده مطالعاتی

محدوده مطالعاتی تحقیق حاضر شامل محدوده شهری لواسان و مناطق حاشیه‌ای آن است که از نظر تقسیمات سیاسی در شمال استان تهران و جنوب شهرستان شمیرانات قرار دارد. این منطقه از نظر مورفوتکتونیک در واحد البرز جنوبی قرار دارد. از نظر ژئومورفولوژی چشم‌انداز عمده منطقه را واحد کوهستان، دشت و دشت سیلابی در بر گرفته است. از نظر اقلیمی نیز با توجه به موقعیتی که دارای تابستان‌های گرم و معتدل و زمستان‌های سرد و معتدل است.



شکل ۱- نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی

۲-۲- روش پژوهش

در این تحقیق به منظور دستیابی به اهداف مورد نظر از روش‌های توصیفی-تحلیلی استفاده شده است. داده‌های تحقیق شامل مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر (SRTM)، ۲۷ تصویر راداری سستینل ۱ (جدول ۱)، تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ و لایه‌های اطلاعاتی دیگر می‌باشد. نرم‌افزارهای مورد استفاده در تحقیق شامل نرم‌افزار GMT (به منظور تهیه نقشه میزان جابجایی عمودی) ARCGIS (به منظور تهیه نقشه و خروجی‌های نهایی) و ENVI (تهیه نقشه کاربری اراضی) می‌باشد. در این تحقیق پس از جمع‌آوری داده‌های و اطلاعات، تجزیه و تحلیل داده در ۳ مرحله انجام شده که در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته شده است:

جدول ۱- مشخصات تصاویر مورد استفاده

ردیف	تاریخ	ردیف	تاریخ	ردیف	تاریخ
۱	۲۰۱۶/۰۱/۰۶	۱۰	۲۰۱۷/۰۲/۰۵	۱۹	۲۰۱۸/۰۱/۳۱
۲	۲۰۱۶/۰۲/۲۳	۱۱	۲۰۱۷/۰۳/۱۳	۲۰	۲۰۱۸/۰۳/۰۸
۳	۲۰۱۶/۰۴/۱۱	۱۲	۲۰۱۷/۰۴/۱۸	۲۱	۲۰۱۸/۰۵/۱۹
۴	۲۰۱۶/۰۵/۲۹	۱۳	۲۰۱۷/۰۵/۲۴	۲۲	۲۰۱۸/۰۶/۲۴
۵	۲۰۱۶/۰۷/۰۴	۱۴	۲۰۱۷/۰۶/۲۹	۲۳	۲۰۱۸/۰۷/۳۰
۶	۲۰۱۶/۰۸/۰۹	۱۵	۲۰۱۷/۰۸/۰۴	۲۴	۲۰۱۸/۰۹/۰۴
۷	۲۰۱۶/۰۹/۲۶	۱۶	۲۰۱۷/۰۹/۰۹	۲۵	۲۰۱۸/۱۰/۱۰
۸	۲۰۱۶/۱۱/۱۳	۱۷	۲۰۱۷/۱۱/۲۰	۲۶	۲۰۱۸/۱۱/۱۵
۹	۲۰۱۶/۱۲/۳۱	۱۸	۲۰۱۷/۱۲/۲۶	۲۷	۲۰۱۸/۱۲/۲۱

۲-۲-۱- ارزیابی میزان جابجایی عمودی منطقه

در این تحقیق به منظور ارزیابی میزان فرونشست منطقه از روش تداخل سنجی راداری و روش سری زمانی SBAS استفاده شده است. تداخل سنجی راداری ابزار نیرومند برای مطالعه پدیده‌های مختلف زمین‌شناسی همچون زلزله، نشست، زمین لغزش و ... می‌باشد (بابایی و همکاران، ۱۳۹۶). در روش تداخل سنجی راداری، بعد از تولید تداخل نگارها و تصحیح آن‌ها نسبت به خطاهای موجود در تداخل سنجی، یک مجموعه از تداخل نگارها از یک منطقه حاصل می‌شود که در بازه‌های زمانی مختلف می‌باشند. عدم همبستگی زمانی و مکانی بین تصاویر سبب می‌شود تا تقریباً هر تداخل نگار شامل مناطق بزرگی باشد که در آن‌ها همبستگی پایین است و اندازه‌گیری انجام شده در این مناطق قابل اطمینان نیست و یا اصلاً قابل انجام نیست. این محدودیت‌ها سبب می‌شود تا روش تداخل سنجی، به‌تنهایی ابزاری کامل جهت نظارت و اندازه‌گیری اعوجاجات سطح زمین و تغییرات توپوگرافی نباشد. تحلیل سری زمانی تداخل سنجی تا حدود زیادی باعث غلبه بر این محدودیت‌ها در تداخل سنجی می‌شود (هانسن^۱، ۲۰۰۱). با توجه به موارد مذکور، در این تحقیق با استفاده از ۲۷ تصویر راداری سنتینل ۱ و همچنین روش سری زمانی SBAS میزان جابجایی عمودی منطقه از تاریخ ۲۰۱۶/۰۱/۰۶ تا ۲۰۱۸/۱۲/۲۱ ارزیابی شده است.

۲-۲-۲- پتانسیل سنجی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش

در این تحقیق به منظور شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش از ۸ پارامتر و مدل تلفیقی منطق فازی و تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده شده است که در ادامه به تشریح روش این کار پرداخته شده است:

1 Hanssen

- تهیه لایه‌های مورد نظر: به منظور شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش، از ۸ پارامتر لیتولوژی، فاصله از خط گسل، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، کاربری اراضی، شیب، جهت شیب و ارتفاع استفاده شده است. انتخاب پارامترهای بر اساس مطالعات پیشین، وضعت منطقه و نظرات کارشناسان بوده است.
- فازسازی لایه‌ها: پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، به منظور انجام پهنه‌بندی نهایی، لایه‌های تهیه شده فازسازی شده است. فازسازی هر لایه بر مبنای پتانسیل وقوع زمین لغزش صورت گرفته است. بر این اساس، به مناطق نزدیک به جاده، رودخانه و گسل، مناطق دارای ارتفاع و شیب زیاد، جهات شیب شمالی، لیتولوژی سست و کاربری دارای پوشش گیاهی کم تراکم، ارزش نزدیک به ۱ داده شده است. همچنین به مناطق دور از جاده، رودخانه و گسل، مناطق دارای ارتفاع و شیب کم، جهات شیب جنوبی، لیتولوژی مقاوم و کاربری دارای پوشش گیاهی متراکم، ارزش نزدیک به صفر داده شده است.
- وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی: پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی و فازسازی آن‌ها، با استفاده از نظرات کارشناسان مربوطه و مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP)، به لایه‌های اطلاعاتی وزن داده شده است.
- تلفیق و ترکیب لایه‌های اطلاعاتی: پس از اعمال وزن‌های به دست آمده بر روی لایه‌های اطلاعاتی، لایه‌های اطلاعاتی با هم ترکیب شده و به این صورت نقشه نهایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین لغزش تهیه شده است.

۲-۲-۳- تحلیل نهایی نتایج روش کار

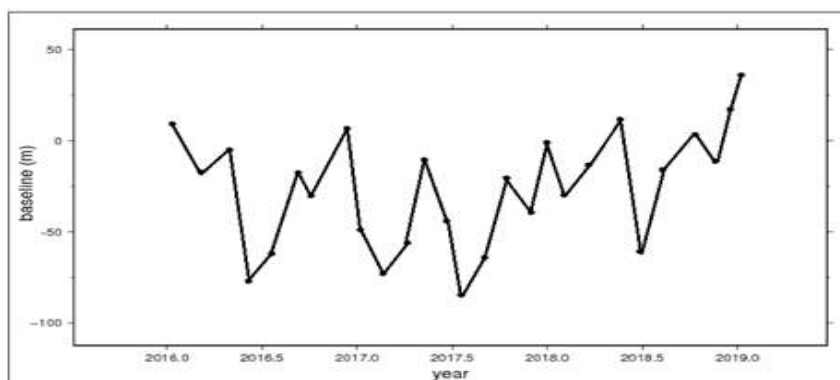
پس از ارزیابی میزان جابجایی عمودی منطقه و همچنین شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش، مناطق مخاطره‌آمیز در محدوده مطالعاتی شناسایی شده است. برای این منظور، ابتدا مناطقی که در طی دوره زمانی ۳ ساله دارای میزان جابجایی عمودی بیش از ۴۵ میلی‌متر بوده است و همچنین مناطقی که در کلاس خیلی زیاد از نظر پتانسیل وقوع زمین لغزش قرار دارد، شناسایی شده است؛ سپس مخاطرات منطقه در ۳ کلاس مناطق با جابجایی عمودی بیش از ۴۵ میلی‌متر، مناطق مستعد لغزش و همچنین مناطق مستعد لغزش و دارای جابجایی بیش از ۴۵ میلی‌متر مشخص شده است.

۳- بحث و نتایج

در این تحقیق با توجه به اهداف مورد نظر، به شناسایی مناطق مستعد مخاطره در محدوده مطالعاتی پرداخته شده است که برای این منظور، ابتدا به بررسی میزان جابجایی عمودی منطقه پرداخته شده است و سپس نواحی مستعد وقوع زمین لغزش ارزیابی شده است که در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته شده است:

۳-۱- ارزیابی میزان جابجایی عمودی در محدوده مطالعاتی

با توجه به اینکه محدوده مطالعاتی در دامنه‌های جنوبی البرز قرار دارد و همچنین به دلیل قرارگیری این منطقه در مجاور گسل‌های فعال از جمله گسل شمال تهران و گسل مشاء، این محدوده از نظر تکنیکی فعال است و به همین دلیل پتانسیل جابجایی عمودی زیادی دارد. با توجه به اینکه جابجایی عمودی حتی به صورت نامحسوس می‌تواند در تشدید مخاطرات نقش مستقیمی داشته باشد، ارزیابی و برآورد این جابجایی در مناطق مختلف بسیار حائز اهمیت خواهد بود. با توجه به اهمیت موضوع، در این تحقیق به منظور ارزیابی میزان جابجایی عمودی در محدوده مطالعاتی از ۲۷ تصویر راداری سنتینل ۱ (از تاریخ ۲۰۱۶/۰۱/۰۶ تا ۲۰۱۸/۱۲/۲۱) و روش سری زمانی SBAS استفاده شده است. به منظور انجام کار، ابتدا تصاویر مورد نظر تهیه شده و سپس پیش‌پردازش‌های لازم بر روی آن‌ها انجام شده است، پس از انجام پیش‌پردازش‌های لازم، بر مبنای بیس‌لاین زمانی تصاویر (شکل ۲ و جدول ۲)، جفت تصاویر مورد نظر برای ساخت اینترفروگرام انتخاب شده است.



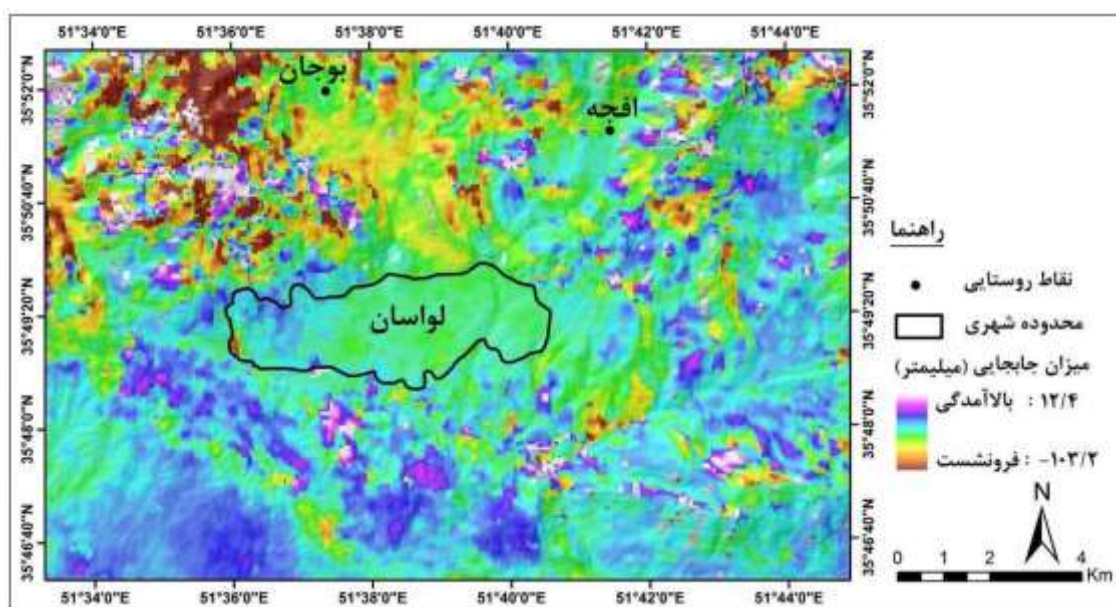
شکل ۲- بیس‌لاین زمانی و مکانی تصاویر

جدول ۲- زوج تصاویر انتخابی برای ساخت اینترفروگرام

ردیف	تاریخ	ردیف	تاریخ
۱	۲۰۱۶/۰۱/۰۶-۲۰۱۶/۰۲/۲۳	۱۴	۲۰۱۷/۰۶/۲۹-۲۰۱۷/۰۸/۰۴
۲	۲۰۱۶/۰۲/۲۳-۲۰۱۶/۰۴/۱۱	۱۵	۲۰۱۷/۰۸/۰۴-۲۰۱۷/۰۹/۰۹
۳	۲۰۱۶/۰۴/۱۱-۲۰۱۶/۰۵/۲۹	۱۶	۲۰۱۷/۰۹/۰۹-۲۰۱۷/۱۱/۲۰
۴	۲۰۱۶/۰۵/۲۹-۲۰۱۶/۰۷/۰۴	۱۷	۲۰۱۷/۱۱/۲۰-۲۰۱۷/۱۲/۲۶
۵	۲۰۱۶/۰۷/۰۴-۲۰۱۶/۰۸/۰۹	۱۸	۲۰۱۷/۱۲/۲۶-۲۰۱۸/۰۱/۳۱
۶	۲۰۱۶/۰۸/۰۹-۲۰۱۶/۰۹/۲۶	۱۹	۲۰۱۸/۰۱/۳۱-۲۰۱۸/۰۳/۰۸
۷	۲۰۱۶/۰۹/۲۶-۲۰۱۶/۱۱/۱۳	۲۰	۲۰۱۸/۰۳/۰۸-۲۰۱۸/۰۵/۱۹
۸	۲۰۱۶/۱۱/۱۳-۲۰۱۶/۱۲/۳۱	۲۱	۲۰۱۸/۰۵/۱۹-۲۰۱۸/۰۶/۲۴
۹	۲۰۱۶/۱۲/۳۱-۲۰۱۷/۰۲/۰۵	۲۲	۲۰۱۸/۰۶/۲۴-۲۰۱۸/۰۷/۳۰

ردیف	تاریخ	ردیف	تاریخ
۱۰	۲۰۱۷/۰۲/۰۵-۲۰۱۷/۰۳/۱۳	۲۳	۲۰۱۸/۰۷/۳۰-۲۰۱۸/۰۹/۰۴
۱۱	۲۰۱۷/۰۳/۱۳-۲۰۱۷/۰۴/۱۸	۲۴	۲۰۱۸/۰۹/۰۴-۲۰۱۸/۱۰/۱۰
۱۲	۲۰۱۷/۰۴/۱۸-۲۰۱۷/۰۵/۲۴	۲۵	۲۰۱۸/۱۰/۱۰-۲۰۱۸/۱۱/۱۵
۱۳	۲۰۱۷/۰۵/۲۴-۲۰۱۷/۰۶/۲۹	۲۶	۲۰۱۸/۱۱/۱۵-۲۰۱۸/۱۲/۲۱

پس از انتخاب زوج تصاویر، با استفاده از روش تداخل سنجی راداری، ایتروفروگرام‌های مورد نظر تهیه شده و در نهایت با استفاده روش سری زمانی SBAS، میزان جابجایی منطقه به دست آمده است (شکل ۳). نتایج حاصل از روش سری زمانی SBAS بیانگر این است که محدوده مطالعاتی در طی دوره زمانی ۳ ساله حدود ۱۲/۴ میلی‌متر بالآمدگی و همچنین ۱۰۳/۲ میلی‌متر فرونشست داشته است. بر اساس نتایج به دست آمده، بیش‌ترین میزان فرونشست مربوط به نواحی شمال غربی محدوده مطالعاتی شامل مناطق غربی روستای بوجان بوده است و همچنین کم‌ترین آن نیز مربوط به نواحی جنوبی محدوده مطالعاتی بوده است و در یک روند کلی میزان جابجایی عمودی از مناطق شمال غربی محدوده به سمت مناطق جنوب غربی کاهش می‌یابد. بررسی وضعیت جابجایی عمودی در ارتباط به وضعیت زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه بیانگر این است که عامل اصلی جابجایی صورت گرفته، عوامل تکتونیکی است. در واقع، با توجه به اینکه این محدوده از نظر تکتونیکی فعال است و همچنین به دلیل اینکه محدوده مطالعاتی در یک منطقه کوهستانی قرار دارد و با عواملی مانند افت آب زیرزمینی مواجه نشده است، بنابراین جابجایی صورت گرفته را می‌توان به عوامل تکتونیکی نسبت داد.



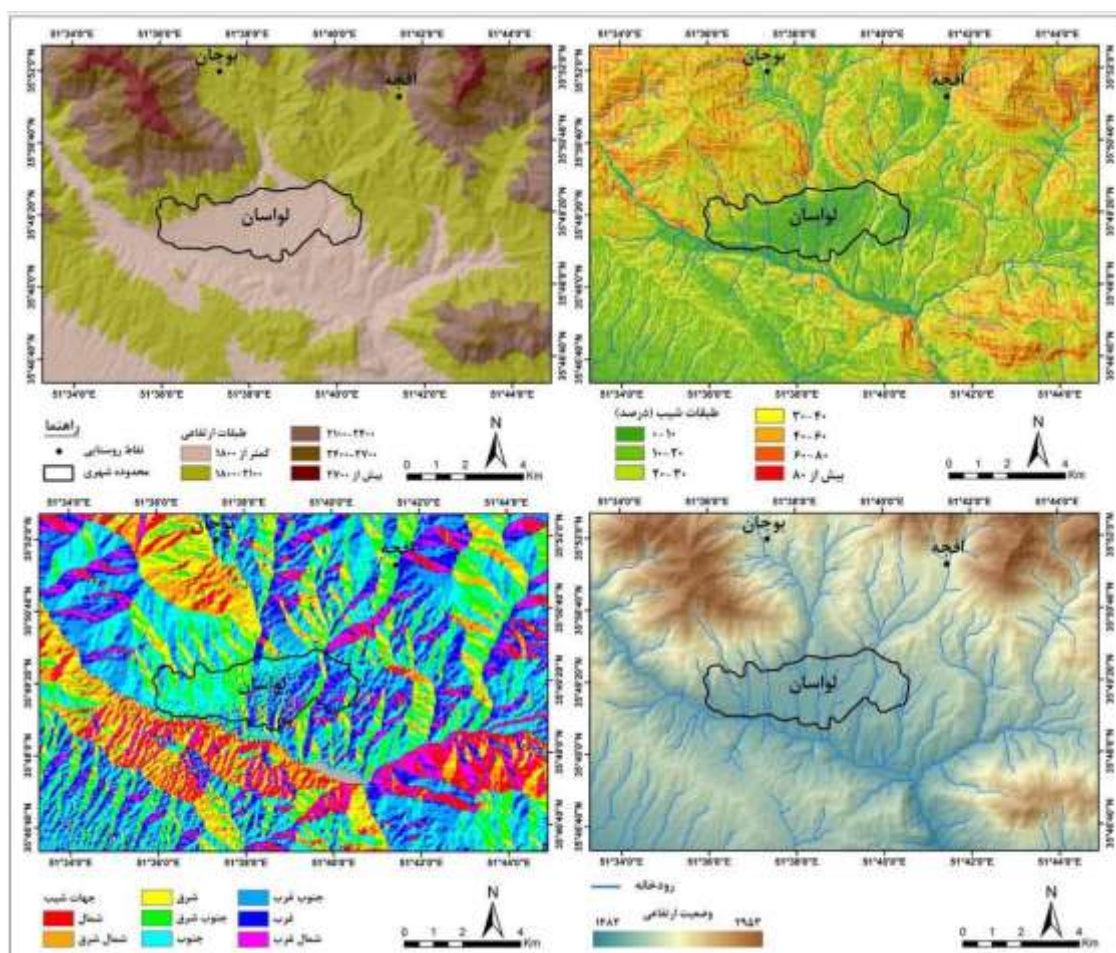
شکل ۳- نقشه میزان جابجایی عمودی محدوده مطالعاتی

۳-۲- ارزیابی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش در محدوده مطالعاتی

یکی دیگر از اهداف تحقیق حاضر، شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش است. قرارگیری محدوده مطالعاتی در دامنه‌های جنوبی البرز سبب شده تا بخش زیادی از محدوده را واحد کوهستان و دامنه‌های پرشیب در برگیرد. بررسی وضعیت ارتفاعی منطقه بیانگر این است که محدوده مطالعاتی بین ۱۴۸۲ تا ۲۹۵۳ متر از سطح دریا ارتفاع دارد که مناطق شمالی دارای بیشترین ارتفاع و مناطق جنوبی محدوده نیز دارای کمترین ارتفاع هستند. همچنین بررسی وضعیت طبقات شیب محدوده نیز بیانگر این است که بخش زیادی از محدوده را طبقات با شیب بالاتر از ۳۰ درصد در بر گرفته است و تنها در مناطق منطبق بر محدوده شهری لواسان، میزان شیب کم می‌باشد. با توجه به مواد مذکور، محدوده مطالعاتی به دلیل قرارگیری در یک منطقه کوهستانی، ارتفاع و شیب زیاد، پتانسیل زیادی جهت وقوع زمین لغزش دارد. با توجه به اینکه محدوده مطالعاتی، از نظر تکنیکی فعال است و همچنین در یک منطقه کوهستانی واقع شده است، پتانسیل زیادی از نظر وقوع زمین لغزش دارد، به همین دلیل در این تحقیق با استفاده از ۸ پارامتر، مناطق مستعد وقوع زمین لغزش شناسایی شد است که در ادامه به تشریح این پارامترها پرداخته شده است:

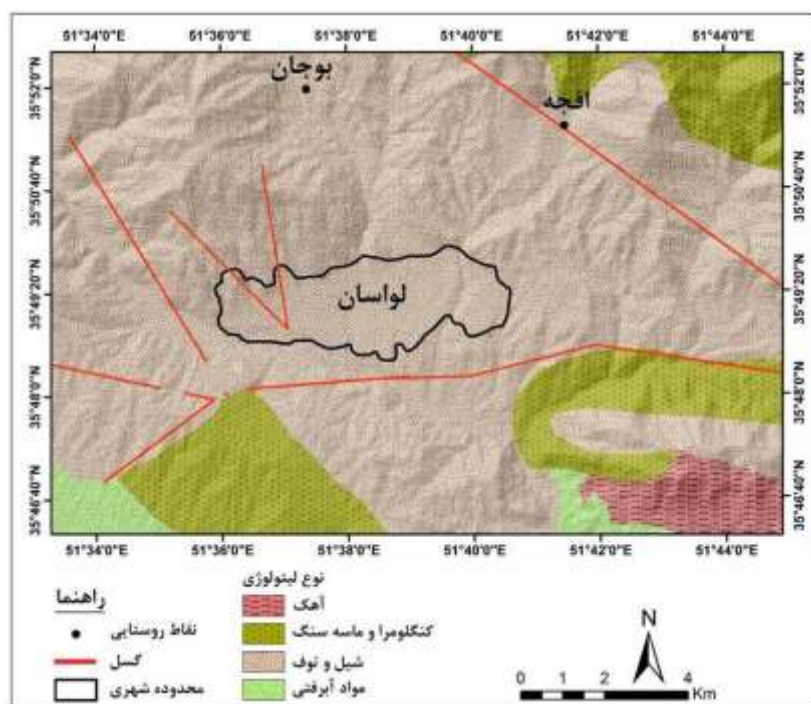
۳-۲-۱- پارامترهای مورد استفاده

الف) پارامترهای ژئومورفولوژیکی: پارامترهای ژئومورفولوژیکی مدنظر در تحقیق حاضر شامل ارتفاع، شیب، جهت شیب و رودخانه است که در روند حرکات توده‌ای منطقه مورد مطالعه می‌توانند بسیار زیادی داشته باشند. با توجه به اینکه محدوده مطالعاتی دارای اختلاف ارتفاع زیادی است، تفاوت دمایی قابل توجهی نیز بین مناطق مرتفع با مناطق کم ارتفاع وجود دارد به همین دلیل ارتفاع به‌طور غیرمستقیم می‌تواند احتمال وقوع لغزش را افزایش دهد. بدین صورت که با افزایش ارتفاع به‌ویژه بالاتر از ۲۰۰۰ متر مقدار ریزش برف افزایش یافته و با ذوب شدن آن در فصل بهار، آبراهه‌ها را پر آب و در زیربری دامنه‌های پرشیب در پادگانه‌های شنی نقش مهمی دارد به همین دلیل ارتفاع به‌عنوان یکی از پارامترهای مؤثر در نظر گرفته شده است. شیب نیز از عوامل بسیار مهم در وقوع زمین لغزش‌ها بوده است که در صورت مهیا بودن سایر شرایط، توده لغزشی در اثر نیروی ثقل به‌طرف پایین دامنه حرکت خواهد کرد (وستن^۱، ۲۰۰۰). همچنین با توجه به اینکه دامنه‌های شمالی انرژی کم‌تری از دامنه‌های جنوبی دریافت می‌کنند، میزان رطوبت در این دامنه‌ها بیشتر از سایر دامنه‌ها است و با توجه به اینکه وجود رطوبت می‌تواند تشدیدکننده لغزش باشد، جهات شیب نیز به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در نظر گرفته شده است. آخرین پارامتر ژئومورفولوژیکی رودخانه است. رودخانه‌ها نقش مهمی در برش پای شیب دارند و مانند جاده‌های ارتباطی در ناپایداری شیب دامنه تأثیرگذار هستند و مناطق نزدیک به آبراهه‌ها داری پتانسیل بالاتری جهت حرکات دامنه‌ای هستند. در شکل ۴ نقشه پارامترهای ژئومورفولوژی نشان داده شده است.



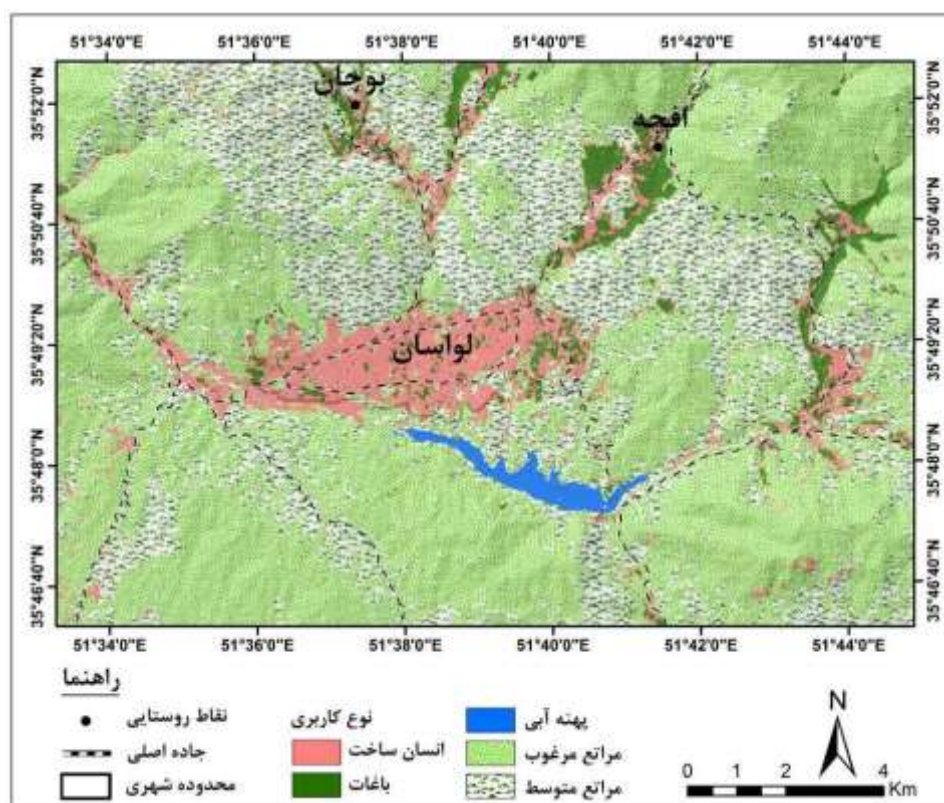
شکل ۴- نقشه پارامترهای ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه

ب) پارامترهای زمین‌شناسی: با توجه به تنوع ترکیب واحدهای زمین‌شناسی در منطقه و حساسیت متفاوت واحدهای زمین‌شناسی در لغزش، عامل لیتولوژی نقش مؤثری در پراکندگی حرکات توده‌ای در منطقه دارند. در منطقه مورد مطالعه رسوبات آبرفتی و مناطق شیلی، پتانسیل زیادی جهت حرکات دامنه‌ای دارند. همچنین از آنجایی که تراکم سیستم درزه‌ها، شکستگی‌ها و خوردشدگی‌ها نقش بسیار مهمی در ناپایدار دارند و گسل‌ها می‌توانند خوردشدگی را به وجود آورند، مناطق نزدیک به خط گسل پتانسیل بالایی جهت حرکات دامنه‌ای دارند. در شکل ۵ نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۵- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

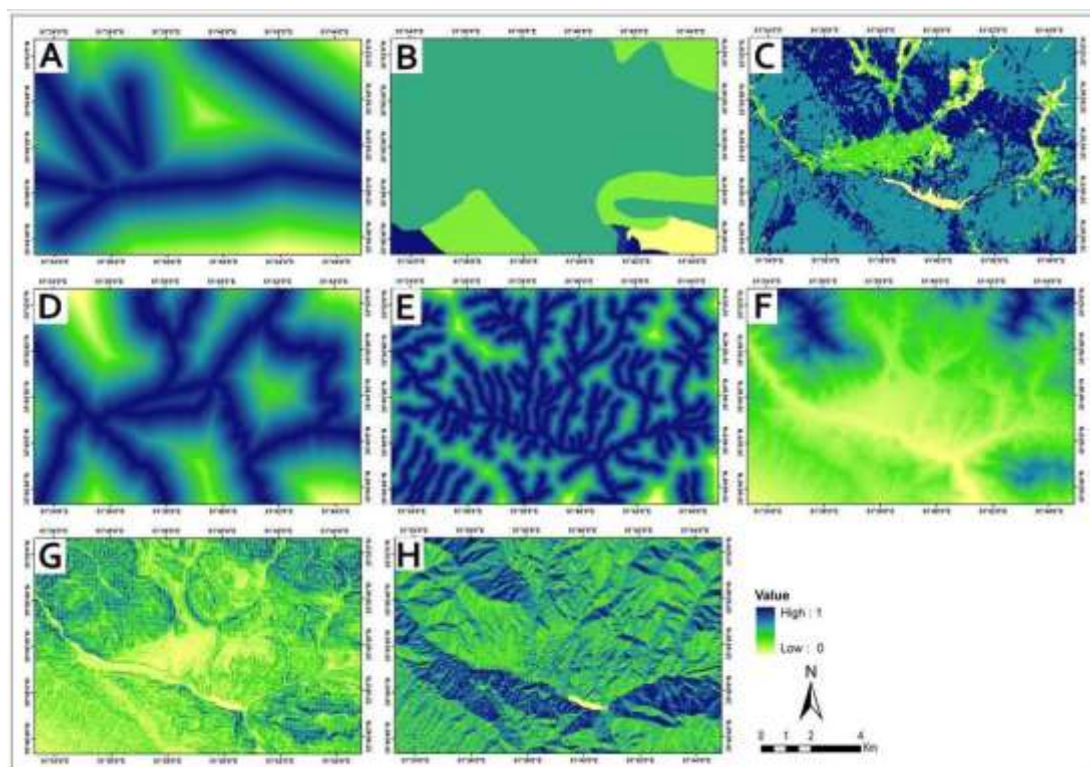
ج) معیار انسانی: با توجه به اینکه محدوده مورد مطالعه منطبق بر راه ارتباطی است، راه ارتباطی به عنوان یکی از پارامتر در نظر گرفته شده است. راه‌های ارتباطی در ایجاد و توسعه حرکات دامنه‌ای نقش مهمی دارند و حرکات دامنه‌ای یکی از مشکلات و چالش‌های پیش روی فعالیت‌های عمرانی در مناطق کوهستانی است (رجایی، ۱۳۸۲). تأثیر راه‌های ارتباطی به خصوص در مناطقی که دارای لیتولوژی سستی هستند بسیار تأثیرگذار است. معیار انسانی دیگر نوع کاربری اراضی است. کاربری اراضی می‌تواند در تشدید و یا کاهش حرکات دامنه‌ای مؤثر باشد. در محدوده مطالعاتی مناطقی که دارای مراتع ضعیف هستند، به دلیل پوشش گیاهی کم‌تر نسبت به سایر مناطق، دارای پتانسیل لغزش‌پذیری بیشتری هستند. در شکل ۶ نقشه پارامترهای انسانی نشان داده شده است.



شکل ۶- نقشه پارامترهای زمین‌شناسی

۳-۲-۲- فازسازی لایه‌های اطلاعاتی

پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، به منظور تهیه نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع زمین‌لغزش، ابتدا لایه‌های اطلاعاتی فازسازی شده است. به منظور فازسازی لایه‌های به مناطق که پتانسیل بالایی جهت وقوع زمین‌لغزش دارد، ارزش نزدیک به ۱ و به مناطقی که پتانسیل کم‌تری جهت وقوع زمین‌لغزش دارند، ارزش نزدیک به صفر داده شده است. بر این اساس، به مناطق نزدیک به جاده، رودخانه و گسل، مناطق دارای ارتفاع و شیب زیاد، جهات شیب شمالی، لیتولوژی سست و کاربری دارای پوشش گیاهی کم تراکم، ارزش نزدیک به ۱ داده شده است. همچنین به مناطق دور از جاده، رودخانه و گسل، مناطق دارای ارتفاع و شیب کم، جهات شیب جنوبی، لیتولوژی مقاوم و کاربری دارای پوشش گیاهی متراکم، ارزش نزدیک به صفر داده شده است (شکل ۷).



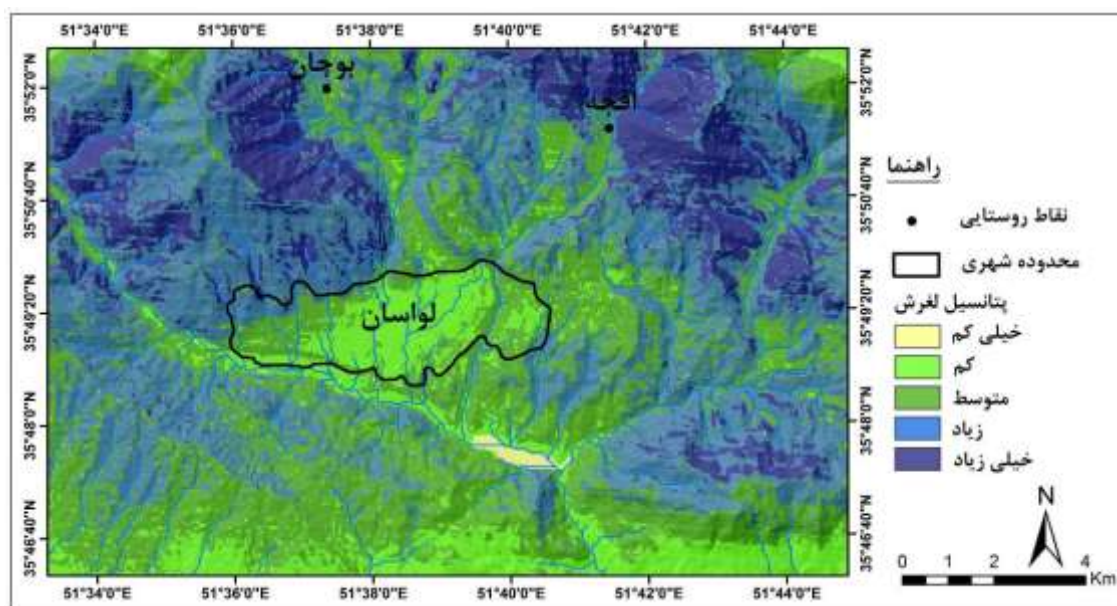
شکل ۷- نقشه فازی سازی شده لایه های اطلاعاتی (A) خطوط گسلی (B) لیتولوژی (C) کاربری اراضی (D) جاده اصلی (E) رودخانه (F) ارتفاع (G) شیب (H) جهت شیب

۳-۲-۳- وزن دهی و ترکیب لایه های اطلاعاتی

با توجه به اینکه ارزش و اهمیت لایه های اطلاعاتی مورد استفاده یکسان نیست، در این تحقیق به منظور ارزش گذاری لایه های اطلاعاتی از مدل تحلیل شبکه ای (ANP) استفاده شده است (جدول ۳). پس از ارزش گذاری لایه های اطلاعاتی، وزن به دست آمده بر روی لایه های اطلاعاتی اعمال شده است و در نهایت در محیط ARCGIS، لایه های اطلاعاتی با استفاده از گامای فازی با هم ترکیب شده و نقشه نهایی حاصل شده است (شکل ۸).

جدول ۳- وزن دهی به لایه های اطلاعاتی با استفاده از مدل ANP

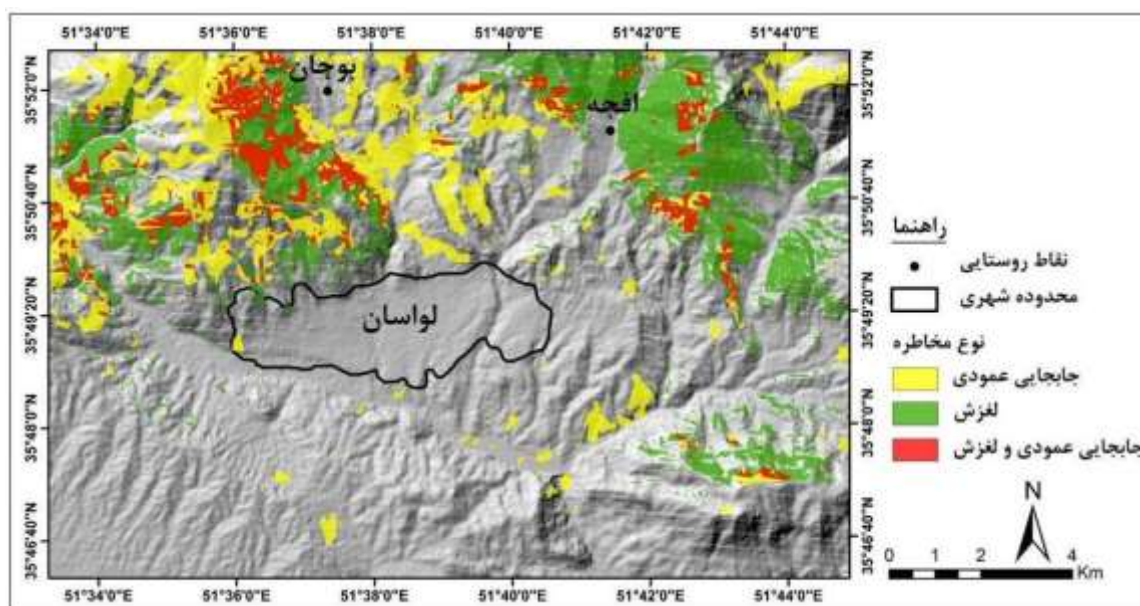
پارامتر	لیتولوژی	فاصله از گسل	فاصله از جاده	کاربری اراضی	شیب	جهت شیب	ارتفاع	فاصله از رودخانه
وزن	۰/۱۱۰	۰/۹۴	۰/۲۰۸	۰/۵۹	۰/۲۳۳	۰/۷۹	۰/۷۶	۰/۱۴۱



شکل ۸- نقشه نهایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش در محدوده مطالعاتی

۳-۳- تحلیل نتایج

بررسی وضعیت میزان جابجایی عمودی منطقه بیانگر این است که نواحی شمال غربی محدوده مطالعاتی دارای بیشترین پتانسیل جابجایی هستند. همچنین نتایج حاصل از پهنه‌بندی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش بیانگر این است که بخش‌های شمالی محدوده به دلیل دارای شرایط لازم، پتانسیل خیلی زیادی جهت وقوع زمین لغزش دارند. در این بخش به منظور شناسایی نواحی مخاطره‌آمیز، مناطق که دارای جابجایی عمودی بیش از ۴۵ میلی‌متر در طول ۳ سال بوده‌اند و همچنین مناطقی که در طبقه پتانسیل خیلی زیاد جهت وقوع زمین لغزش بوده‌اند، جدا شده و به عنوان نواحی مخاطره‌آمیز معرفی شده است (شکل ۷). با توجه به اینکه بین مناطقی که دارای میزان جابجایی عمودی بیش از ۴۵ میلی‌متر بوده است و همچنین مناطقی که در طبقه پتانسیل خیلی زیاد جهت وقوع زمین لغزش قرار دارند، پوشش مشترک وجود دارد، این مناطق نیز به صورت جدا مشخص شده است. با توجه به موارد مذکور، ۳ منطقه مخاطره‌آمیز شامل، مناطق با جابجایی عمودی بیش از ۴۵ میلی‌متر، مناطق مستعد لغزش و همچنین مناطق مستعد لغزش و دارای جابجایی بیش از ۴۵ میلی‌متر مشخص شده است. در جدول ۴ مساحت هر کدام از این طبقات نشان داده شده که بر اساس آن، مناطق مستعد لغزش ۳۰/۱ کیلومترمربع، مناطق دارای جابجایی بیش از ۴۵ میلی‌متر ۲۶/۲۷ کیلومترمربع و همچنین مناطق مستعد لغزش و دارای جابجایی بیش از ۴۵ میلی‌متر ۶/۹۷ کیلومترمربع از محدوده را دربرگرفته است.



شکل ۷- نقشه مناطق مستعد مخاطره در محدوده مطالعاتی

جدول ۴- مساحت طبقات مخاطره آمیز (کیلومتر مربع)

طبقات	مستعد لغزش	دارای جابجایی بیش از ۴۵ میلی متر	مستعد لغزش و دارای جابجایی بیش از ۴۵ میلی متر
مساحت	۳۰/۱	۲۶/۲۷	۶/۹۷

۴- جمع بندی و نتیجه گیری

شناسایی مناطق مخاطره آمیز به منظور پیش گیری از وقوع مخاطره و همچنین برنامه ریزی در راستای مقابله با آن بسیار حائز اهمیت است. با توجه به اهمیت موضوع، در این تحقیق به شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش و همچنین مناطق دارای جابجایی عمودی پرداخته شده است. در مورد مناطق مستعد وقوع زمین لغزش و همچنین جابجایی عمودی به صورت مجزا، تحقیقات مختلفی صورت گرفته است، اما در تحقیق حاضر این دو مخاطره با هم مورد ارزیابی قرار گرفته شده است. در واقع با توجه به اینکه جابجایی عمودی عمدتاً به صورت نامحسوس است ولی می تواند نقش مهمی در ناپایداری دامنه ها داشته باشد. این دو مخاطره با هم مورد ارزیابی قرار گرفته شده است. در این تحقیق به منظور ارزیابی میزان جابجایی عمودی محدوده مطالعاتی از ۲۷ تصویر ماهواره سستینال ۱ و روش سری زمانی SBAS استفاده شده است. نتایج حاصل از ارزیابی جابجایی عمودی محدوده مطالعاتی بیانگر این است که این محدوده در طی دوره زمانی ۳ ساله (از تاریخ ۲۰۱۶/۰۱/۰۶ تا ۲۰۱۸/۱۲/۲۱) بین ۱۲/۴ تا ۱۰۳/۲ میلی متر جابجایی داشته است. در واقع در طی این دوره این محدوده با ۱۲/۴ میلی متر بالآمدگی و ۱۰۳/۲ میلی متر فرونشست

مواجهه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین میزان فرونشست مربوط به نواحی شمال غربی محدوده مطالعاتی شامل مناطق غربی روستای بوجان بوده است و همچنین کمترین آن نیز مربوط به نواحی جنوبی محدوده مطالعاتی بوده است. با توجه به اینکه محدوده مطالعاتی در منطقه کوهستانی قرار دارد و با مسئله افت آب زیرزمینی مواجه نیست و به دلیل قرارگیری این محدوده در دامنه‌های جنوبی البرز، جابجایی صورت گرفته را می‌توان به عوامل تکتونیکی نسبت داد. در این تحقیق همچنین با استفاده مدل تلفیقی منطق فازی و ANP مناطق مستعد وقوع زمین‌لغزش نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است که نتایج حاصل از آن در ۵ کلاس طبقه‌بندی شده است. نتایج بیانگر این است که کلاس‌های با پتانسیل زیاد و خیلی زیاد عمدتاً شامل نواحی شمالی محدوده مطالعاتی است؛ زیرا که این مناطق دارای شیب و ارتفاع زیاد، تراکم آبراهه و خطوط ارتباطی هستند. کلاس با پتانسیل متوسط عمدتاً شامل مناطق حاشیه‌ای شهر لواسان و مناطق مجاور رودخانه است که دارای شیب و ارتفاع متوسط هستند. کلاس با پتانسیل کم عمدتاً شامل مناطق شهری لواسان و مناطق جنوبی محدود مطالعاتی است که این مناطق دارای شیب و ارتفاع کمی هستند و همچنین کلاس خیلی کم نیز شامل دریاچه سد لثیان می‌شود که به دلیل اینکه از نظر معیارهای مورد استفاده دارای ارزش کمی است، در این کلاس قرار گرفته شده است. نتایج کلی تحقیق حاضر بیانگر این است که مناطق شمالی محدوده مطالعاتی، به دلیل اینکه هم از نظر جابجایی عمودی و هم از نظر زمین‌لغزش، دارای پتانسیل زیادی است، مستعد وقوع مخاطره است. ارزیابی مناطق مخاطره‌آمیز در محدوده مطالعاتی بیانگر این است که مناطق مستعد لغزش ۳۰/۱ کیلومترمربع، مناطق دارای جابجایی بیش از ۴۵ میلی‌متر ۲۶/۲۷ کیلومترمربع و همچنین مناطق مستعد لغزش و دارای جابجایی بیش از ۴۵ میلی‌متر ۶/۹۷ کیلومترمربع از محدوده را دربرگرفته است.

کتابنامه

- بابایی، سیدساسان؛ خزایی، صفا؛ قاصرمبارکه، فروزان؛ ۱۳۹۶. پردازش سری زمانی تداخل سنجی تصاویر راداری COSMO-SkyMed به منظور محاسبه نرخ فرونشست در محدوده سازه‌های زمینی و زیرزمینی در شهر تهران. نشریه علوم و فنون نقشه برداری. دوره ۷. شماره ۱. صص ۶۷-۵۵
- بابایی، سیدساسان؛ موسوی، زهرا؛ روستایی، مه‌آسا؛ ۱۳۹۵. آنالیز سری زمانی تصاویر راداری با استفاده از روش‌های طول خط مبنای کوتاه (SBAS) و پراکنش کننده‌های دائمی (PS) در تعیین نرخ فرونشست دشت قزوین. نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری. دوره ۵. شماره ۴. صص ۱۱۱-۹۵
- بهاروند، سیامک؛ سارویی، حمزه؛ سوری، سلمان؛ ۱۳۹۶. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش ترکیب خطی وزن دار (مطالعه موردی: حوضه ده سفید لرستان). فصلنامه جغرافیای طبیعی. سال ۱۰. شماره ۳۵. صص ۸۶-۷۵
- پورطاهری، مهدی؛ حمدالله، سبجانی قیداری؛ صادقلو، طاهره؛ ۱۳۹۰. ارزیابی تطبیقی روش‌های رتبه‌بندی مخاطرات محیطی در مناطق روستایی (مطالعه موردی: استان زنجان). فصلنامه پژوهش‌های روستایی. سال ۲. شماره ۳. صص

- حسین آبادی، مهدی؛ موسوی، سیدمرتضی؛ ناظمی، محمد؛ ۱۳۹۸. پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه و زمین‌لغزش به روش منطق فازی در رشته‌کوه باقران (جنوب بیرجند). *فصلنامه جغرافیا و توسعه*. دوره ۱۷. شماره ۵۵. صص ۱۷۴-۱۵۳
- رجایی، عبدالحمید؛ ۱۳۸۲. کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط. چاپ دوم. تهران: نشر قومس.
- رنجبر، محسن؛ بیات، سارا؛ ۱۳۸۹. بررسی مخاطرات طبیعی شهرستان خمین با تاکید بر زلزله و مدیریت بحران. *فصلنامه جغرافیایی چشم‌انداز زاگرس*. سال ۲. شماره ۴. صص ۴۹-۳۷
- صالحی متعهد، فهیمه؛ حافظی مقدس، ناصر؛ لشکری پور، غلامرضا؛ دهقانی، مریم؛ ۱۳۹۸. ارزیابی فرونشست زمین به کمک تلفیق روش تداخل سنجی راداری و اندازه‌گیری‌های میدانی و مطالعه دلایل و اثرات آن بر شهر مشهد. *نشریه زمین‌شناسی مهندسی*. سال ۱۳. شماره ۳
- صفاری، امیر؛ جعفری، فرهاد؛ ۱۳۹۵. سنجش مقدار و پهنه‌بندی خطر فرونشست زمین با استفاده از روش تداخل سنجی راداری (مطالعه موردی: دشت کرج - شهریار). *فصلنامه علمی - پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران*. سال ۴. شماره ۴۸. صص ۱۸۸-۱۷۵
- علیجانی، بهلول؛ ۱۳۹۳. مبانی فلسفی مخاطرات محیطی. *فصلنامه تحلیل مخاطرات فضایی*. سال ۱. شماره ۱. صص ۱-۱۵
- ملکی، امجد؛ دهساری، مهین؛ رضائی، پیمان؛ ۱۳۹۴. تنگناهای ژئومورفولوژیک توسعه کالبدی شهر جوانرود با استفاده از مدل منطق فازی. *مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. دانشگاه تربیت مدرس. دوره ۱۹. شماره ۴. صص ۱۵۹-۱۸۳
- یمانی، مجتبی؛ پیرانی، پریسا؛ مرادی پور، فاطمه؛ شعبانی عراقی، عارفه؛ گورابی، ابوالقاسم؛ ۱۳۹۳. ارزیابی ژئومورفولوژیکی پتانسیل حرکات دامنه‌ای تاق‌دیس سیاه کوه، غرب ایران. *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. دوره ۱۸. شماره ۳. صص ۱۷۰-۱۴۷

- Abir, I. A., Khan, S.D., Ghulam, A., Tariq, S., Shah, M.T., 2015. Active tectonics of western Potwar Plateau-Salt Range, northern Pakistan from InSAR observations and seismic imaging. *Remote Sensing of Environment*, 168: 265-275.
- Bednarik, M., Magulova, B., Matys, M., Marschalko, M., 2010. Landslide Susceptibility Assessment of the Kral'ovany-Liptovsky' Mikulaš Railway Case Study, *Physics and Chemistry of the Earth*, Vol. 35, PP.162-171.
- Bronfman, N. C., Cisternas, P. C., Repetto, P. B., Castañeda, J. V., 2019. Natural disaster preparedness in a multi-hazard environment: Characterizing the sociodemographic profile of those better (worse) prepared, *PLoS One*, v.14(4); PMC6481794
- Cigna, F., Novellino, A., Colm, J., Sowter, A., 2014. Intermittent SBAS (ISBAS) InSAR with COSMO-SkyMed X-band high resolution SAR data for landslide inventory mapping in Piana degli Albanesi (Italy). In: *SPIE Proceedings: SAR Image Analysis, Modeling, and Techniques XIV* (2014), Amsterdam, Netherlands, 22 Sep.
- Hanssen, R. F., 2001. *Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers.
- Wang W., Zhang W., Xia Q., 2012. Landslide Risk Zoning Based on Contribution Rate Weight Stack Method, *International Conference on Future Energy, Environment, and Materials*

- Westen, J., Seijmonsbergen, A .C., Mantovani, F., 2000. Comparing Landslid Hazard Maps. Kluwer Academic Publishers. 26 pp
- Yalcin, A., 2008. GIS based landslide susceptibility maping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen(Turkey), Comparisons of result and confirmation Catena, 72: 1- 12.
- Zhao, Q., Ma. G., Wang. Q., Yang. T., Liu, M., Gao, W., Falabella, F., Mastro, P., Pepe, A., 2019. Generation of long-term InSAR ground displacement time-series through a novel multi-sensor data merging technique: The case study of the Shanghai coastal area, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume 154, August 2019, Pages 10-27



RESEARCH ARTICLE

DOI:10.22067/geoh.2021.69554.1038

Open access

Preparation and analysis of flood risk map using HEC RAS and RAS MAPPER hydraulic model (Case study: Sok Cham river of Kashan)

Daniyal Sayyad ^a, Reza Ghazavi ^{b*}, Ebrahim Omidvar ^c

^a PhD Student in Watershed Management Science and Engineering, Kashan University, Kashan, Iran

^b Professor in Watershed Management Engineering, Kashan University, Kashan, Iran

^c Assistant Professor in Watershed Management Engineering, Kashan University, Kashan, Iran

Received: 28 March 2021

Revise: 15 May 2021

Accepted: 8 June 2021

Abstract

Floods are a common natural disaster that can endanger urban and rural infrastructure. The purpose of this study was to prepare and analyze the flood risk map of Khancheh and Baronagh villages along a part of Suk Cham river. First, the topographic map was created using Google Earth and Global mapper. Then, using a topographic map made in AutoCAD Civil 3D software, the surface was created for the study interval. In the next step, using the constructed surface of cross sections, longitudinal profiles, river channel, right, and left flood banks of Suk Cham river were constructed in AutoCAD Civil 3D software environment. To simulate floods at return periods of 25, 50, 100, and 200 years, the cross sections were transferred to HEC RAS software. The Phil-Steiner method was used to convert the maximum daily flow rate to the maximum instantaneous flow rate according to the P-value of the Kolmogorov-Smirnov test (0.9). The results of flood frequency analysis showed that Pearson type 3 log distribution is the most suitable distribution. Based on the results, the flooding level for the return periods of 25, 50, 100, 200 years was 0.77, 0.9, 1.15, 1.47 km², respectively. According to the flood risk map in the 100-year return period (high risk area), about 41.5% and 4.5% of the two villages of Khancheh and Baronagh had at moderate to very high risk of flood, respectively. Establishing coastal walls and organizing the river along the river route through these two villages is essential, which can mitigate the risks of floods. The use of prepared plans for flood control measures, flood forecasting and warning systems, flood insurance and in general for structural and non-structural flood control measures in the region is recommended.

Keywords: Flood risk map, Khancheh and Baronagh villages, Hydraulic model, AutoCAD Civil 3D, Suk Cham River Watershed

*. Corresponding author: Reza Ghazavi E-mail: ghazavi@kashanu.ac.ir Tel: + 989171887058

How to cite this Article: Sayyad, D., Ghazavi, R., Omidvar, E. (2021). Preparation and analysis of flood risk map using HEC RAS and RAS MAPPER hydraulic model (Case study: Sok Cham river of Kashan). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(3), 19-37.

doi: 10.22067/geoh.2021.69554.1038



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

 <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.69554.1038> 

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۳۷-۱۹
مقاله پژوهشی

تهیه و تحلیل نقشه خطر سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC RAS و RAS MAPPER (مطالعه موردی: رودخانه سوک چم کاشان)

دانیال صیاد - دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری-آب، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

 رضا قضاوی^۱ - استاد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

ابراهیم امیدوار - استادیار مهندسی آبخیزداری، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۲/۲۵ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۳/۱۵

چکیده

سیل یکی از بلاهای طبیعی رایج است که می‌تواند زیرساخت‌های شهری و روستایی و جان و اموال را با خطر مواجه کند. هدف از انجام این پژوهش تهیه و تحلیل نقشه خطر سیل دو روستای خنچه و بارونق در امتداد بخشی از رودخانه سوک چم است. ابتدا نقشه توپوگرافی با استفاده از Google Earth و Global mapper ساخته شد. سپس با استفاده از نقشه توپوگرافی ساخته شده در محیط نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D برای بازه مطالعاتی سطح ایجاد گردید. سپس با استفاده از سطح ساخته شده مقاطع عرضی، پروفیل طولی، کانال رودخانه، سواحل سیل‌گیر راست و چپ رودخانه سوک چم در محیط نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D ساخته شد. برای شبیه‌سازی سیلاب در دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله، مقاطع عرضی ساخته شده به نرم‌افزار HEC RAS انتقال داده شد. برای تبدیل دبی حداکثر روزانه به دبی حداکثر لحظه‌ای با توجه به مقدار P-value آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (۰/۹) از روش فیل - استینر استفاده شد. نتایج حاصل از تحلیل فراوانی سیلاب نشان داد توزیع لوگ پیرسون

Email: ghazavi@kashanu.ac.ir

۱ نویسنده مسئول ۰۹۱۷۱۸۸۷۰۵۸

نحوه ارجاع به این مقاله :

صیاد، دانیال، قضاوی، رضا، امیدوار، ابراهیم. (۱۴۰۰). تهیه و تحلیل نقشه خطر سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC RAS و RAS MAPPER (مطالعه موردی: رودخانه سوک چم کاشان). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰(۳)، صص ۳۷-۱۹

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.69554.1038>

نوع ۳ مناسب‌ترین توزیع است. بر اساس نتایج حاصل، سطح سیل‌گیری برای دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله به ترتیب ۰/۷۷، ۰/۹، ۱/۱۵، ۱/۴۷ کیلومتر مربع به دست آمد. با توجه به نقشه خطر سیل در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله (پهنه پرخطر) به ترتیب حدود ۴۱/۵ و ۴/۵ درصد از دو روستای خنچه و بارونق در معرض خطر سیلاب متوسط تا خیلی زیاد قرار دارند. ایجاد دیواره‌های ساحلی و سامان‌دهی رودخانه در طول مسیر عبور رودخانه از این دو روستا امری ضروری است که می‌تواند خطرات ناشی از سیل را تعدیل نماید. استفاده از نقشه‌های تهیه شده برای انجام اقدامات کنترل سیل، سامانه‌های پیش‌بینی و هشدار سیل، بیمه سیل و به‌طور کلی جهت اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای مهار سیل در منطقه پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: نقشه خطر سیل، روستاهای خنچه و بارونق، مدل هیدرولیکی، AutoCAD Civil 3D، حوضه آبخیز رودخانه سوک چم.

۱- مقدمه

سیل به جریان‌های فراتر از ظرفیت رودخانه‌های طبیعی و یا کانال‌های مصنوعی گفته می‌شود که به اراضی اطراف گسترش پیدا کرده و می‌تواند ایجاد خسارت کند (آینالم^۱، ۲۰۲۰). سیل یکی از بلاهای طبیعی رایج است که می‌تواند تأثیر زیادی روی زیرساخت‌های شهری و روستایی و ساختمان‌ها و جان و اموال مردم داشته باشد و به‌طور غیرمستقیم روی اقتصاد کشور اثر بگذارد (ابراهیم^۲ و همکاران، ۲۰۱۴؛ کیم^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). در سال‌های اخیر سیلاب ۴۷ درصد از بلایای طبیعی را به خود اختصاص داده است که به یک فاجعه طبیعی در سطح جهان تبدیل شده است و بر اساس گزارش‌های دفتر سازمان ملل سیلاب‌ها باعث ۱۱/۱ درصد از تلفات انسانی در سطح جهان شده است (مهرورز و همکاران، ۱۳۹۹).

با توجه به پراکنش نامنظم بارندگی در اغلب نقاط کشور، هرساله در نقاط مختلف کشور سیلاب‌های شدید و ناگهانی ایجاد می‌شود که باعث ایجاد خسارات جانی و مالی فراوانی می‌گردد. برآورد دبی‌های حداکثر سیلابی و پهنه‌بندی خطر سیل برای رودخانه‌ها، یکی از روش‌هایی است که می‌تواند به مدیریت سیلاب و کاهش ریسک مناطق سیل‌گیر کمک کند. مدل‌سازی سیل یکی از روش‌های ارزیابی خطرات سیل برای نمایش بزرگی سیل در دوره بازگشت‌های مختلف است (آزواق^۴ و همکاران، ۲۰۱۸).

1 Aynalem

2 Ibrahim

3 KIM

4 Azouagh

لازمه تحلیل سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف، اندازه‌گیری و یا برآورد میزان دبی‌های اوج لحظه‌ای است. از آنجایی که در اکثر رودخانه‌های ایران خصوصاً در حوضه‌های خشک و نیمه‌خشک برآورد دبی‌های حداکثر لحظه‌ای ممکن نیست و با توجه به نقش این دبی‌ها در پهنه‌بندی سیل در دوره بازگشت‌های مختلف، آمار دبی‌های حداکثر لحظه‌ای با استفاده از روش‌های غیرمستقیم (فرمول‌های تجربی) از میانگین روزانه دبی در این حوضه‌ها محاسبه می‌شود (شعبانلو و همکاران، ۱۳۹۱). استفاده از مدل‌های هیدرولیکی بستگی به هدف مدل‌سازی می‌تواند یک‌بعدی یا دوبعدی باشد ولی استفاده از مدل‌های هیدرولیکی یک‌بعدی معمولاً رایج‌تر است. در مدل‌سازی یک‌بعدی مقاطع عرضی در طول شبکه جریان ترسیم می‌گردد و شبیه‌سازی جریان در طول مسیر رودخانه انجام می‌شود (وَجْتک^۱ و همکاران، ۲۰۱۹).

مدل HEC RAS^۲ یکی از پرکاربردترین مدل‌های تجزیه و تحلیل جریان در رودخانه‌ها و کانال‌ها و ترسیم نقشه‌های پهنه‌بندی سیل در دوره بازگشت‌های مختلف است (خِتاک^۳ و همکاران، ۲۰۱۶). تا به امروز پژوهش‌های متعددی در ایران و جهان در زمینه پهنه‌بندی و خطر سیل صورت گرفته است.

از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به پژوهش‌های زراعتکار و حسن‌پور (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان شبیه‌سازی سیلاب شهری بیرجند با استفاده از مدل HEC RAS و GIS به این نتیجه دست یافته‌اند که میزان دبی اوج سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲۵ و ۱۰۰ سال به ترتیب $۶۳/۶۳$ ، $۶۳/۵۶$ مترمکعب بر ثانیه به دست آمده است.

حجازی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب در حوزه آبریز ورکش چای با استفاده از مدل HEC RAS و HEC-GeoRAS به این نتایج دست یافته‌اند که سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲۵ و ۵۰ ساله به ترتیب ۶۳ و ۱۰۰ کیلومتر از مساحت کل حوزه آبریز را تحت پوشش قرار می‌دهند.

قنواتی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان شبیه‌سازی پهنه‌های سیل گیر در حوضه آبخیز کن در شهر تهران به این نتایج دست یافته‌اند که در بالادست پهنه‌های سیل گیر گسترش عرضی کم‌تر و دبی زیادتری (ارتفاع سطح آب) دارند اما در بخش‌های کم شیب دبی کم‌تر (ارتفاع سطح آب) ولی پهنه‌های سیل گیر گسترش عرضی بیشتری دارند.

مهرورز و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان شبیه‌سازی سیلاب‌های رودخانه دره اثورت با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC RAS در محیط GIS رودخانه ارس به این نتیجه دست یافته‌اند که حداکثر عرض پهنای سیل گیر برای سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ سال حدود ۸۹۶ متر است و حدود ۱۷۴۳ هکتار از اراضی دشت سیلابی زیر آب

1 Vojtek

2 Hydrologic Engineering Center's River Analysis System

3 Khattak

فرو می‌رود. اشاره کرد. دورجی^۱ و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی باهدف مدل‌سازی سیل رودخانه آموچو با استفاده از HEC RAS و GIS به این نتایج دست یافته‌اند که شهر فونتشو لینگ در برابر سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲۵، ۱۰۰ ساله آسیب‌پذیرند.

اونگدز^۲ و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی باهدف تولید نقشه‌های خطر سیل در قزاقستان بیان کردند که روستای ولگو در رویداد سیل ۱۰۰ ساله سیل‌زده شد. آینالم^۳ و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی در رودخانه موگا مساحت‌های سیل گیر برای دوره بازگشت‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ به ترتیب ۱۸، ۲۱، ۲۶، ۳۴، ۴۳ کیلومترمربع گزارش کردند. تهیه و تحلیل پهنه‌های خطر سیل با توجه به نقش آن در مدیریت سیلاب‌ها امری ضروری در جهت مدیریت سیلاب دشت‌ها است. همچنین نقشه‌های خطر سیل برای اقدامات سازه‌ای و غیر سازه‌ای و کنترل سیل ضرورت دارد. هدف از انجام این پژوهش تعیین پهنه‌های سیل گیر، تولید نقشه خطر سیل و تحلیل خطر عناصر در معرض خطر سیل دو روستای خنچه و بارونق با استفاده از نرم‌افزارهای^۴ HEC RAS، Auto CAD Civil 3D، Global Mapper و RAS Mapper است.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

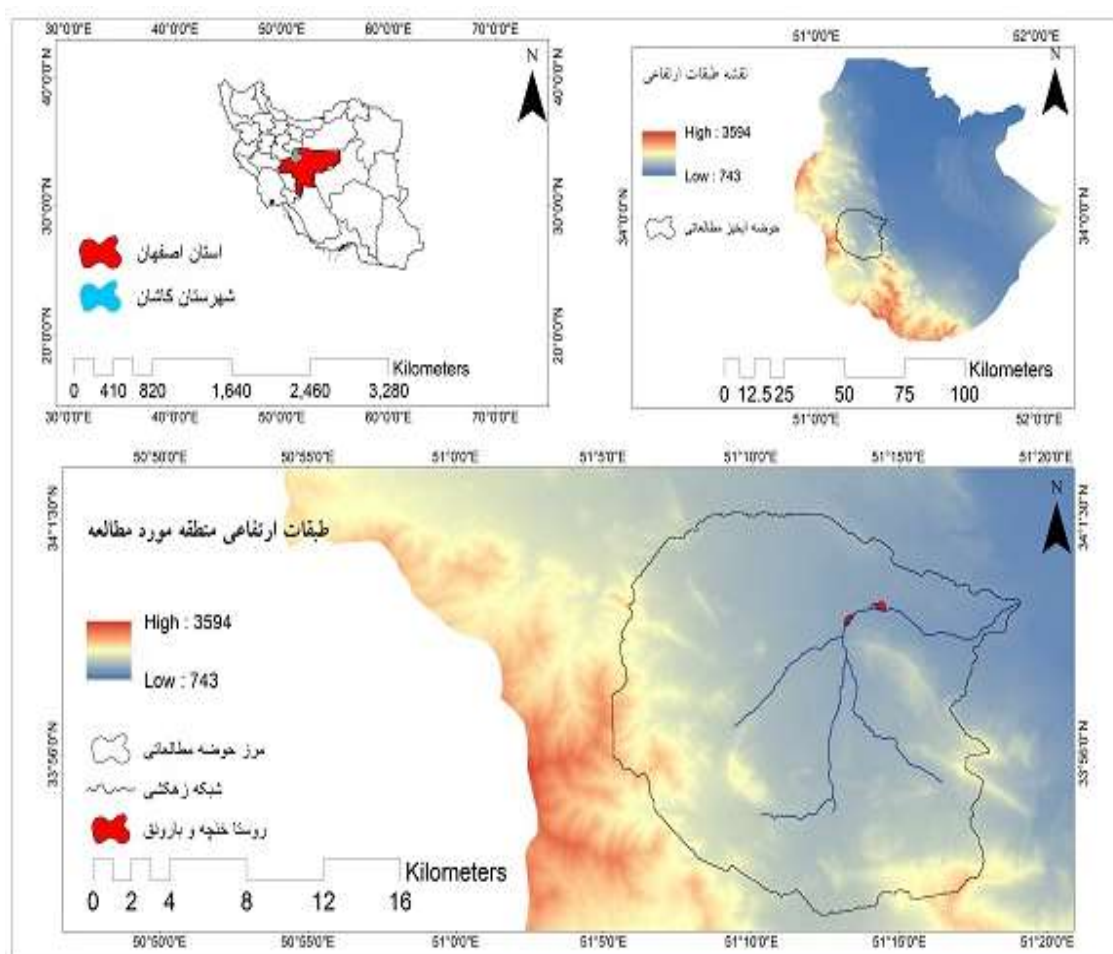
حوضه آبخیز رودخانه سوک چم با مساحت حدود ۲۶۵/۸۳ کیلومترمربع یکی از حوضه‌های مشرف به شهر کاشان است که در استان اصفهان و مرکزی ایران واقع شده است. این منطقه بین طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۹ دقیقه و ۵ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۸ دقیقه و ۳۷ ثانیه شمالی واقع شده است. رودخانه سوک چم مهم‌ترین رودخانه این حوضه بوده و مسر حرکت آن از بالادست به پایین‌دست شهر کاشان و سرانجام به دریاچه نمک در کویر مرکزی ایران ختم می‌شود. روستاهای خنچه و بارونق در مجاورت بخشی از این رودخانه واقع شده است. همچنین طول بازه مطالعاتی در این پژوهش از بالادست به پایین‌دست حدود ۱۱ کیلومتر است. در شکل ۱ موقعیت منطقه و بازه مطالعاتی آمده است.

1 Dorji

2 Ongdas

3 Aynalem

4 civil engineering design software



شکل ۱- موقعیت منطقه و بازه مطالعاتی

۲-۲- روش تحقیق

۲-۲-۱- دبی‌های حداکثر لحظه‌ای

ایستگاه هیدرومتری بازه مورد مطالعه فقط دبی‌های حداکثر روزانه را قرائت می‌کند ولی برای شبیه‌سازی سیل با دوره بازگشت‌های مختلف در مدل HEC RAS به دبی‌های حداکثر لحظه‌ای نیاز است. در این پژوهش برای برآورد دبی‌های حداکثر لحظه‌ای با استفاده از آمار دبی‌های حداکثر روزانه ایستگاه هیدرومتری خنچه از دو روش تجربی فیل-استینر و سنگال به ترتیب رابطه ۱ و ۴ استفاده شد (فیل و استینر^۱، ۲۰۰۳؛ سنگال^۲، ۱۹۸۳).

$$Q_{\max} = \left((0.8Q_2 + 0.25)Q_1 + Q_3 \right) / k \quad (\text{رابطه ۱})$$

1 Fill & Steiner

2 Sangal

K فاکتور تصحیح است که از رابطه ۲ و ۳ به دست می‌آید:

$$K=0.9123 X+0.36 \quad (\text{رابطه ۲})$$

$$X=(Q_1+Q_3)/2Q_2 \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$Q_{\max}=(4Q_2-Q_1-Q_3)/2 \quad (\text{رابطه ۴})$$

در روابط فوق $Q_{\max}$ دبی حداکثر لحظه‌ای برحسب مترمکعب بر ثانیه، Q_2 میانگین دبی روزانه (برحسب مترمکعب بر ثانیه) روزی که دبی حداکثر در آن رخ داده است و Q_1 و Q_3 به ترتیب میانگین دبی روزانه (برحسب مترمکعب بر ثانیه) روز قبل و بعد از روز دبی حداکثر است.

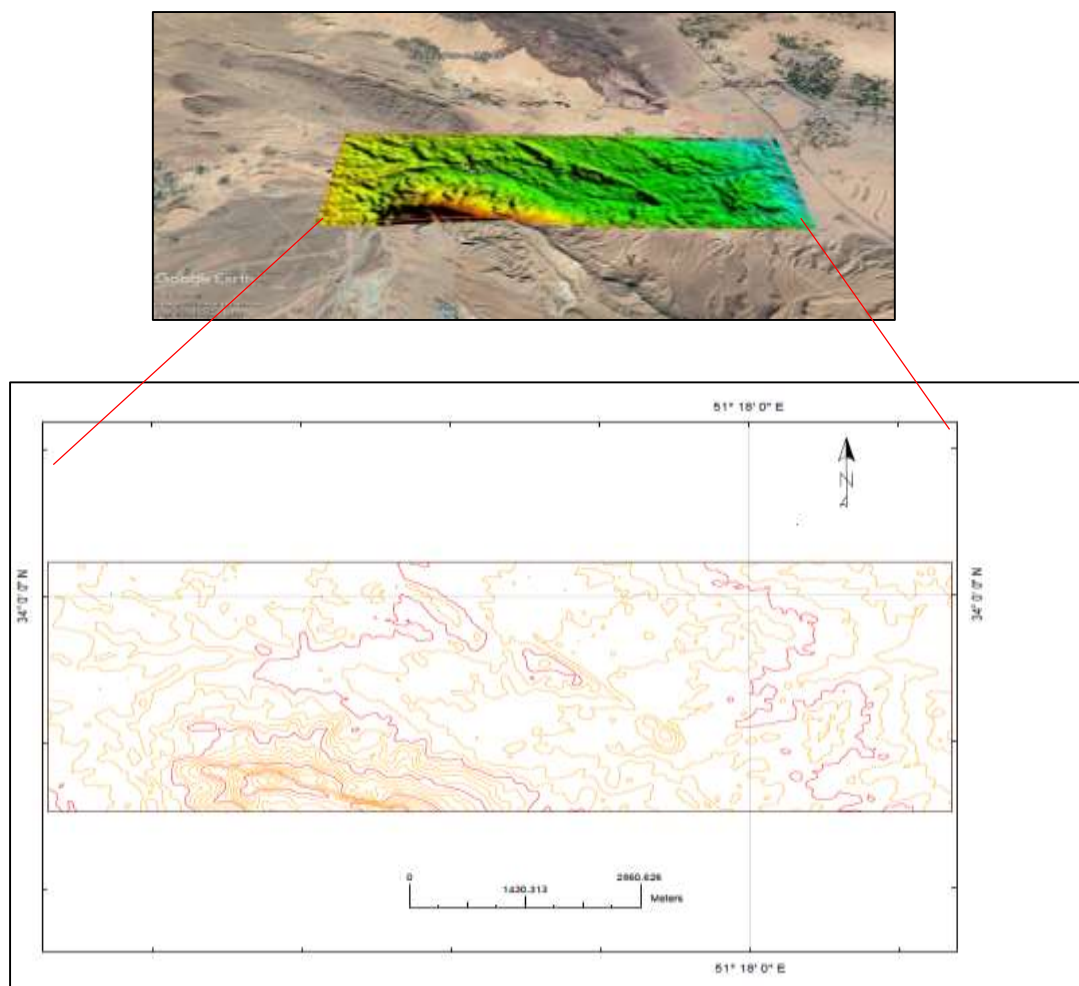
۲-۲-۲- تحلیل فراوانی سیلاب

آنالیز فراوانی سیلاب با توجه به مقادیر دبی‌های حداکثر لحظه‌ای برآورد شده از فرمول‌های تجربی فیل-استینر و سنگال با استفاده از ۵ توزیع آماری نرمال، لوگ نرمال، لوگ نرمال ۳ پارامتر، مقادیر حد و لوگ پیرسون تیپ ۳ در نرم‌افزار EasyFit برازش داده شد و با توجه به آزمون کلموگروف اسمیرنوف و مقادیر P-value (در سطح اعتماد ۵ درصد) بهترین توزیع و روش تجربی انتخاب شد. سپس دبی با دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ساله برحسب مترمکعب بر ثانیه با استفاده از بهترین توزیع آماری و داده دبی حداکثر لحظه‌ای حاصل روش تجربی برآورد شد.

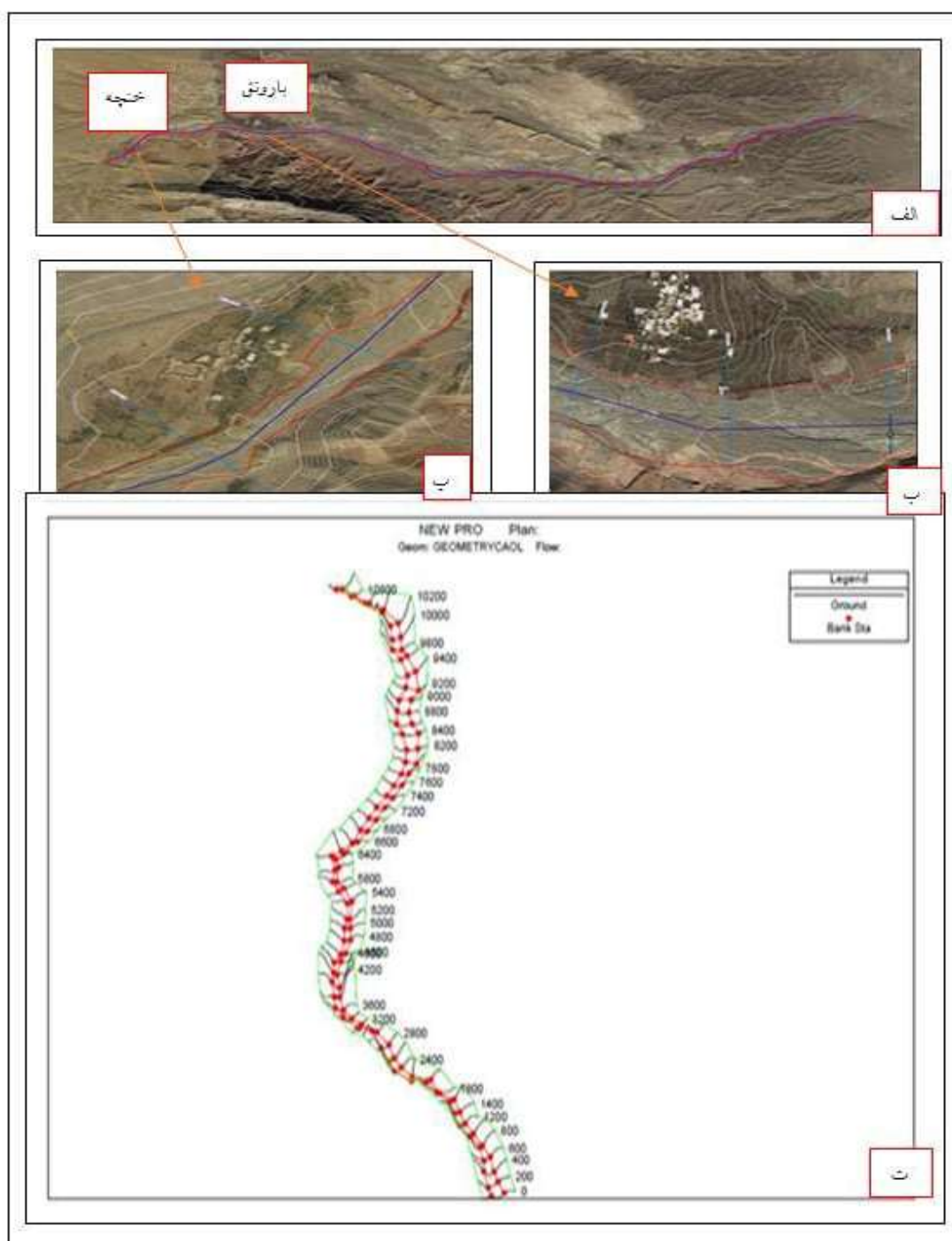
۳-۲-۲- ساخت داده‌های هندسی

ساخت داده‌های هندسی (ترسیم کانال رودخانه، پروفیل طولی رودخانه، سواحل دشت سیلابی چپ و راست و ترسیم مقطع عرضی و جهت جریان) اولین گام شبیه‌سازی سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از مدل HEC RAS است. در این پژوهش برای ساخت داده‌های هندسی از نرم‌افزارهای Google Earth، Global Mapper، AUTO CAD civil 3D (نرم‌افزار مهندسی در ارتباط با طراحی مسیر) استفاده شد. در ابتدا با استفاده از نرم‌افزار google earth و global mapper نقشه توپوگرافی برای منطقه مورد مطالعه ساخته شد. در شکل ۲ نقشه توپوگرافی و سطح ساخته شده در نرم‌افزار AUTO CAD civil 3D نشان داده شده است. سپس با انتقال نقشه توپوگرافی ساخته شده به نرم‌افزار AUTO CAD civil 3D سطحی از منطقه مورد مطالعه ساخته شد و از روی سطح ساخته شده رودخانه و کانال آن و مشخصات هندسی رودخانه (مسیر رودخانه، جهت جریان، سواحل سیل گیر چپ و راست، مقاطع عرضی) ترسیم شد. سپس از داده‌های هندسی ترسیم شده در نرم‌افزار AUTO CAD civil 3D خروجی گرفته و به نرم‌افزار HEC RAS انتقال داده شد. در شکل ۳ داده‌های هندسی ترسیم شده (مسیر رودخانه، جهت جریان، سواحل سیل گیر چپ و راست، مقاطع عرضی) در نرم‌افزار AUTO CAD civil 3D نشان داده شده است.

مزیت این نوع ترسیم از داده‌های هندسی با استفاده از نرم‌افزار 3D AUTO CAD civil 3D دقت بالایی این نرم‌افزار در ترسیم داده‌های هندسی است.



شکل ۲ - ساخت نقشه توپوگرافی ساخته شده (سطح) با استفاده از Auto CAD Civil 3D



شکل ۳- الف) موقعیت دو روستا خنچه و باروتق ب و پ) داده‌های هندسی ایجاد شده در نرم‌افزار
 ت) ترسیم سه‌بعدی کانال و مقاطع عرضی در HEC RAS Auto CAD Civil 3D

۲-۲-۴- تعیین ضریب زبری مانینگ

برای تعیین ضریب زبری مانینگ روش‌های مختلفی از جمله قضاوت کارشناسی، بازدیدهای میدانی، جداول پیشنهادی بر اساس پژوهش‌های سایر محققین وجود دارد. در این پژوهش ضریب زبری مانینگ بر اساس جدول پیشنهادی چو جدول ۱ و بازدید صحرایی به دست آمد (چو^۱، ۱۹۵۹).

جدول ۱- جدول چو برای ضریب زبری مانینگ

ردیف	گروه	ضریب زبری			توضیحات
		حداقل	متوسط	حداکثر	
۱	کانال اصلی	۰/۰۲۵	۰/۰۳	۰/۰۳۳	تمیز و مستقیم و فاقد مخزن ذخیره
۲		۰/۰۳	۰/۰۳۵	۰/۰۴	همانند شماره ۱ با سنگ و علف هرز بیشتر
۳		۰/۰۳۳	۰/۰۴	۰/۰۴۵	تمیز و مارپیچ و بعضاً دارای مخزن ذخیره
۴		۰/۰۳۵	۰/۰۴۵	۰/۰۵	همانند شماره ۳ همراه با علف هرز و سنگ
۵	سیلاب دشت	۰/۰۲۵	۰/۰۳	۰/۰۳۵	مرتفع با علف‌های کوتاه
۶		۰/۰۳	۰/۰۳۵	۰/۰۵	مرتفع با علف‌های بلند

۲-۲-۵- اجرای مدل یک‌بعدی HEC RAS در شرایط ماندگار

مدل HEC RAS یا تحلیل سیستم رودخانه در مرکز مهندسی هیدرولوژی ساخته شد. این مدل توانایی تحلیل‌های هیدرولیکی جریان ۱ بعدی و ۲ بعدی در حالت‌های ماندگار و غیر ماندگار را دارد (رنگری^۲، ۲۰۱۹). در این پژوهش برای محاسبه پروفیل‌های سطح آب، پروفیل سرعت آب، طغیان سیلاب و عمق آب و محدوده پهنه‌های سیل گیر در دوره بازگشت‌های مختلف از تحلیل هیدرولیکی ۱ بعدی در حالت ماندگار در نرم‌افزار HEC RAS نسخه ۶ استفاده شد. سپس با توجه به سیلاب‌های آنی در منطقه، شرایط مرزی برای سیستم رودخانه (بالادست و پایین‌دست) با توجه به عمق نرمال از نوع مختلط تعیین گردید. سپس مدل برای محاسبه پروفیل سطح آب در دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال اجرا گردید.

۲-۲-۶- تحلیل نتایج مدل HEC RAS با ابزار RAS mapper

در نسخه‌های جدید مدل HEC RAS، ابزاری تحت عنوان RAS mapper به مدل اضافه شده است. این ابزار توانایی تحلیل نتایج حاصل از مدل‌سازی ۱ بعدی و ۲ بعدی HEC RAS برای هر دو حالت ماندگار و غیر ماندگار را دارد. از این‌رو در این پژوهش برای تحلیل نتایج (تعیین محدوده پهنه‌های سیل گیر و نقشه‌های خطر سیلاب در

1 Chow

2 Rangari

دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله) از ابزار RAS mapper استفاده گردید. در شکل ۴ نمودار مراحل انجام این پژوهش آمده است.



شکل ۴- روند نمای مراحل انجام این پژوهش

۳- نتایج

۳-۱- انتخاب بهترین توزیع و برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای

با توجه به نتایج حاصل جدول ۲ توزیع لوگ پی‌رسون نوع ۳ (LP3) برای هر دو روش تجربی فیل - استینر و سنگال با توجه به آزمون کلموگروف اسمیرنوف برازش بهتری یافته است. در جدول ۲ نتایج حاصل از آزمون نکویی برازش جهت انتخاب بهترین توزیع آماری برای برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای از دبی روزانه در نرم‌افزار EasyFit5.6 نشان داده شده است. هر چه مقدار آماره آزمون کلموگروف اسمیرنوف کمتر باشد، نشان از برازش مناسب تابع

توزیع نسبت به داده‌ها است (تان^۱ و همکاران، ۲۰۲۱). نتایج حاصل از مقایسه مقدار p-value توزیع لوگ پیرسون نوع ۳ برای هر دو روش تجربی فیل - استینر و سنگال نشان می‌دهد که روش تجربی روش فیل - استینر با بالاترین مقدار p-value (معادل ۰/۹) مناسب‌ترین روش برای تبدیل دبی‌های حداکثر روزانه به دبی‌های حداکثر لحظه‌ای در ایستگاه هیدرومتری خنچه است. دلیران فیروز و همکاران (۱۳۹۴) نیز در مطالعه خود در حوضه آبخیز قمصر روش تجربی فیل - استینر را بهترین روش تجربی برای تبدیل دبی‌های حداکثر روزانه به دبی‌های حداکثر لحظه‌ای بیان کردند؛ بنابراین در این مطالعه برای تبدیل دبی‌های حداکثر روزانه به حداکثر لحظه‌ای از روش تجربی فیل - استینر و توزیع لوگ پیرسون نوع ۳ استفاده شد. در جدول ۳ مقادیر برآورد شده دبی‌های حداکثر لحظه‌ای با روش تجربی فیل - استینر و توزیع لوگ پیرسون نوع ۳ آمده است.

جدول ۲- نتایج حاصل برآورد دبی‌های حداکثر لحظه‌ای و تحلیل فراوانی سیلاب

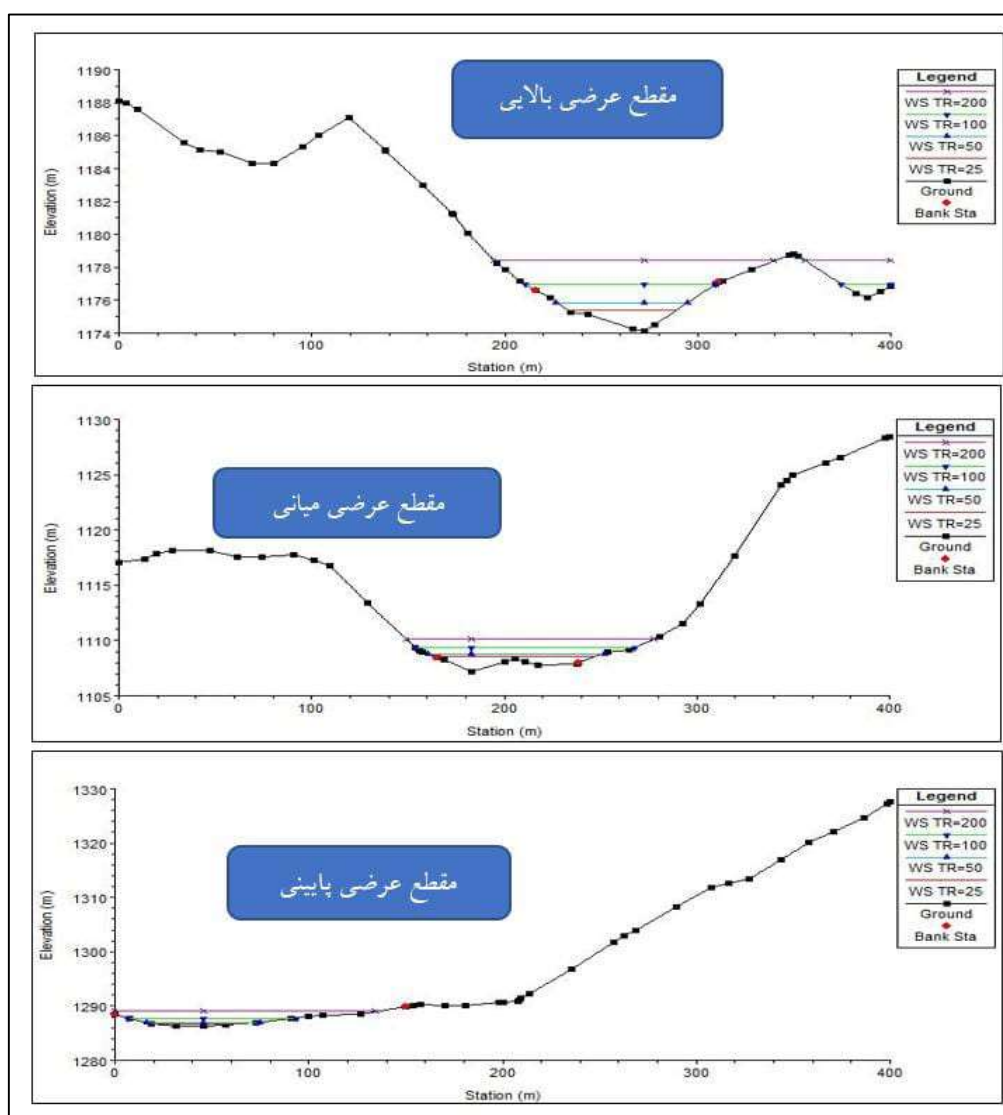
ردیف	روش برآورد دبی لحظه‌ای	توزیع آماری	آماره آزمون کلمو گروف اسمیرنوف	رتبه	p- value
۱	روش فیل - استینر	لوگ پیرسون نوع ۳	۰/۱۳	۱	۰/۹
		پیرسون	۰/۱۹	۲	۰/۵۴
		گاما	۰/۴۳	۳	۰/۰۰۳
		نرمال	۰/۴۵	۴	۰/۰۰۲
		پیرسون نوع ۳	۰/۵۵	۵	۰/۰۰۰۰۶
۲	روش سنگال	لوگ پیرسون نوع ۳	۰/۱۵	۱	۰/۸
		گاما	۰/۴۴	۲	۰/۰۰۳
		پیرسون نوع ۳	۰/۴۵۵	۳	۰/۰۰۲۲
		نرمال	۰/۴۵۹	۴	۰/۰۰۲
		پیرسون	۰/۵۹	۵	۰/۰۰۰۰۱

جدول ۳- نتایج برآورد دبی‌های حداکثر لحظه‌ای با روش فیل - استینر و توزیع لوگ پیرسون نوع ۳

ردیف	روش برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای	توزیع	دوره بازگشت			
			۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
۱	فیل - استینر	LP3	۲۴/۱	۴۳/۳	۱۰۹/۵	۲۶۶/۷

۳-۲- شبیه‌سازی سیلاب در HEC RAS

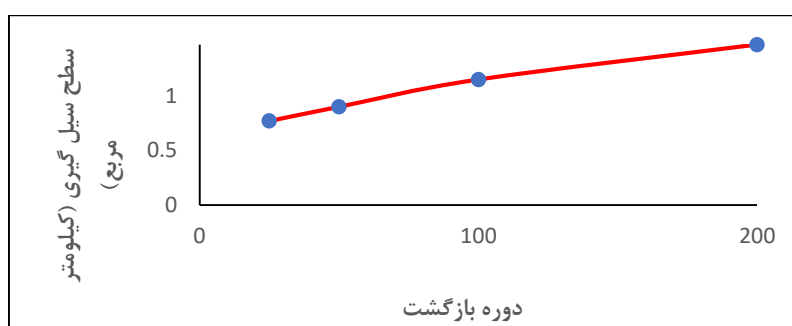
در شکل ۵ پروفایل سطح آب در دوره بازگشت ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله برای سه مقطع بالایی، میانی و پایینی رودخانه سوک چم به ترتیب در مقاطع عرضی شماره‌های ۱۰۸۰۰ و ۶۰۰۰ و ۲۰۰ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصل می‌توان نتیجه گرفت که از بالادست به سمت پایین‌دست شیب کم‌تر شده و بر سطح سیل گیری افزوده شده است، و پهنه‌های سیل گیر از دو طرف سواحل چپ و راست خارج می‌شود.



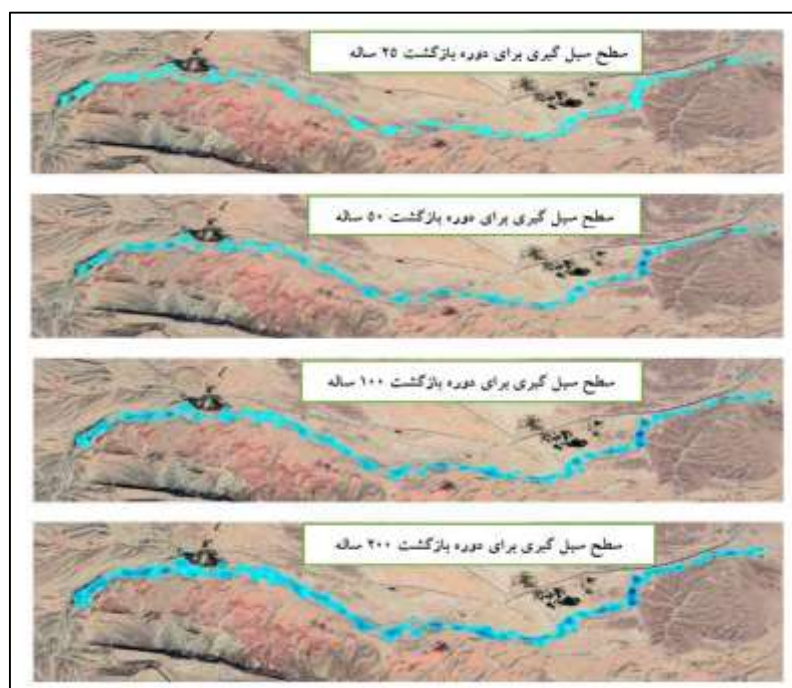
شکل ۵- پروفیل سطح آب برای سه مقطع (بالایی، میانی، پایینی) در دوره بازگشت (۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰) ساله

۳-۳- تعیین سطح سیل گیری در دوره بازگشت های مختلف

با توجه به شکل ۶ مساحت پهنه های سیل گیر در دوره بازگشت های مختلف ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال به ترتیب برابر است با ۰/۷۷، ۰/۹، ۱/۱۵ و ۱/۴۷ کیلومتر مربع به دست آمد. در شکل ۷ نقشه های پهنه های سیل گیر در دوره بازگشت های مختلف (۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله) در نرم افزار RAS mapper آمده است. بر اساس نتایج حاصل، از سراب به سمت پایاب رودخانه، با کاهش شیب و عریض شدن بستر بر مساحت سطح سیل گیری افزوده شده است.



شکل ۶- مساحت عرصه های سیل گیر با دوره بازگشت های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله



شکل ۷- پهنه های سیل گیر در دوره بازگشت های (۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله) در محیط RAS mapper

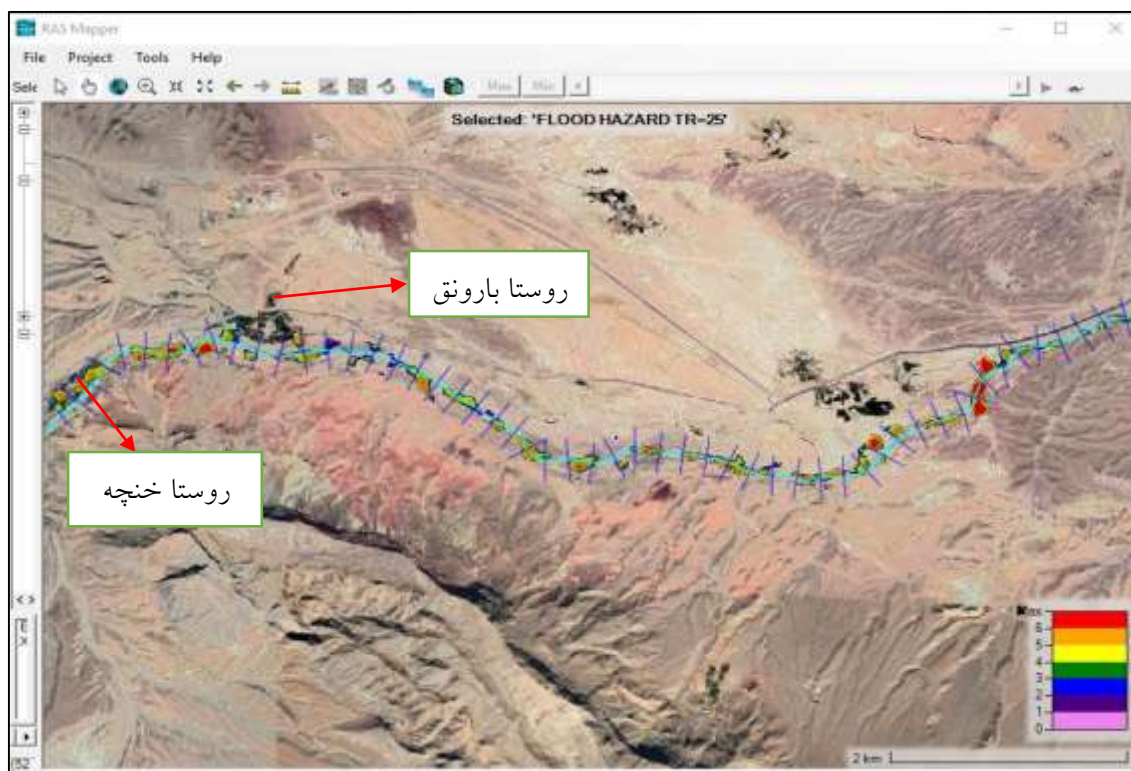
۳-۴- تولید نقشه خطر سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف

نقشه خطر سیل برای دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله در محیط RAS mapper برای بازه‌ای به طول ۱۱ کیلومتر ترسیم شد؛ که نتایج آن در شکل‌های ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است. مناطق در معرض خطر سیل در ۶ کلاس ($H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6$) که به ترتیب نشان‌دهنده وضعیت امن، امنیت بسیار کم، کم، متوسط، خطر زیاد و خطر خیلی زیاد است تقسیم‌بندی شد (مک لاک‌ی، ۲۰۱۴). در جدول ۴ طبقه‌بندی کلاس و میزان خطر سیلاب آمده است. همچنین در نشریه شماره ۳۰۷ راهنمای پهنه‌بندی سیل و تعیین حد بستر و حریم رودخانه دوره بازگشت ۱۰۰ ساله به‌عنوان پهنه سیل پرخطر معرفی گردید.

نتایج حاصل از تهیه نقشه‌های خطر به دست آمده در این پژوهش نشان می‌دهد که در تمام دوره بازگشت‌ها سیل، دو روستای خنچه و بارونق در معرض سیل قرار گرفته و در کلاس‌بندی متوسط تا خیلی زیاد (H_4-H_6) (ناامن برای وسیله نقلیه و مردم و ساختمان‌ها و زمین‌های در معرض خطر سیلاب) قرار دارند. لذا اقدامات آب‌خیزداری و کنترل سیل در این دو روستا ضروری است. همچنین بین سال‌های ۱۳۳۰-۱۳۸۰ در شهرستان کاشان تعداد ۱۹ سیلاب رخ داده است که خسارت‌های زیادی به همراه داشته است (معیری و انتظار، ۱۳۸۷). از آنجایی که هیچ‌گونه عملیات کنترل سیلاب و آب‌خیزداری در جهت مهار سیل برای این دو روستا صورت نگرفته، لذا از کل مساحت دو روستای خنچه و بارونق به ترتیب ۹/۸۸ و ۱۴/۶۳ هکتار حدود ۴/۱ و ۰/۶۶ هکتار به ترتیب ۴/۵ و ۴/۵ درصد از اراضی این دو روستا در معرض خطر سیلاب با دوره بازگشت‌های ۱۰۰ ساله (پرخطر) قرار دارند.

جدول ۴- طبقه‌بندی کلاس و میزان خطر سیلاب (مک لاک‌ی، ۲۰۱۴)

ردیف	کلاس خطر	میزان خطر	توصیف
۱	H_1	امن	به‌طور کل ایمن برای مردم و وسیله نقلیه و ساختمان‌ها
۲	H_2	بسیار کم	ناامن برای وسیله نقلیه کوچک
۳	H_3	کم	ناامن برای وسیله نقلیه و بچه‌ها و افراد سالخورده
۴	H_4	متوسط	ناامن برای وسیله نقلیه و مردم
۵	H_5	زیاد	ناامن برای وسیله نقلیه و مردم و بعضی از ساختمان‌های در معرض خطر
۶	H_6	خیلی زیاد	ناامن برای وسیله نقلیه و مردم و همه ساختمان‌های در معرض خطر



شکل ۸ - نقشه خطر سیل برای دوره بازگشت ۲۵ ساله در محیط RAS mapper



شکل ۹ - نقشه خطر سیل برای دوره بازگشت ۵۰ ساله در محیط RAS mapper



شکل ۱۰- نقشه خطر سیل برای دوره بازگشت ۱۰۰ ساله در محیط RAS mapper



شکل ۱۱- نقشه خطر سیل برای دوره بازگشت ۲۰۰ ساله در محیط RAS mapper

۴- جمع‌بندی

در این پژوهش برای تولید نقشه‌های خطر سیل در دوره بازگشت‌های مختلف، ابتدا نقشه توپوگرافی منطقه با استفاده از نرم‌افزار google earth و Global mapper تهیه گردید. سپس برای ترسیم مقاطع عرضی، پروفیل طولی رودخانه و ایجاد سطح از منطقه نقشه توپوگرافی تهیه شده، به نرم‌افزار AutoCAD Civil 3D انتقال داده شد. سپس مقاطع عرضی ساخته شده به نرم‌افزار HEC RAS انتقال داده شد. همچنین از آنجایی که منطقه مورد مطالعه در منطقه خشک واقع شده است و فاقد آمار دبی‌های حداکثر لحظه‌ای است و تنها دارای آمار دبی‌های حداکثر روزانه است برای تبدیل دبی‌های حداکثر روزانه به حداکثر لحظه‌ای با توجه به مقدار آماره آزمون کلموگروف اسمیرنوف ($0/13$) و مقدار p -value ($0/9$) می‌توان نتیجه گرفت روش فیل - استینر روشن مناسبی است. سپس آنالیز فراوانی سیلاب با استفاده از ۵ توزیع (لوگ پیرسون نوع ۳، پیرسون، گاما (حداکثر)، نرمال، پیرسون نوع ۳) در نرم‌افزار EasyFit مورد تحلیل قرار گرفت.

با توجه به نتایج آنالیز فراوانی سیلاب از توزیع لوگ پیرسون نوع ۳ برای ایجاد دبی در دوره بازگشت‌های (25 ، 50 ، 100 ، 200) ساله استفاده گردید. سپس با استفاده از نتایج شبیه‌سازی سیلاب در دوره بازگشت‌های فوق در RAS mapper نقشه‌های خطر سیل در دوره بازگشت‌های 25 ، 50 ، 100 ، 200 ساله برای بازه مطالعاتی به طول 11 کیلومتر رودخانه سوک چم تهیه گردید. از آنجایی که نشریه شماره 307 برای پهنه‌بندی سیل و تعیین حد بستر رودخانه، دوره بازگشت 100 ساله را به عنوان پهنه‌های سیل پرخطر معرفی شده است لذا در این پژوهش برای تحلیل عناصر در معرض خطر سیلاب دو روستای (خنچه و بارونق) برای دوره بازگشت 100 ساله محاسبه گردید و برای سایر دوره بازگشت‌ها (25 ، 50 ، 200) ساله تنها نقشه‌های خطر تولید گردید. از آنجایی که دو روستای خنچه و بارونق در امتداد بازه مطالعاتی قرار دارند و هیچ‌گونه عملیات کنترل سیلاب و آبخیزداری برای این دو روستا صورت نگرفته و همراه در تمامی دوره بازگشت‌ها در معرض خطر سیل قرار دارند باین وجود از نتایج تحلیل خطر سیلاب برای دوره بازگشت 100 ساله (پرخطر) برای این دو روستا نشان از این دارد که از کل مساحت دو روستای خنچه و بارونق به ترتیب با $9/88$ و $14/63$ هکتار حدود $4/1$ و $0/66$ هکتار در معرض سیلاب قرار می‌گیرند و در کلاس خطر سیلاب متوسط تا خیلی زیاد (نامن برای وسیله نقلیه و مردم و ساختمان‌های در معرض خطر) قرار دارند. همچنین مساحت سیل گیری برای دوره بازگشت‌های 25 ، 50 ، 100 ، 200 ساله به ترتیب $0/77$ ، $0/9$ ، $1/15$ ، $1/47$ کیلومتر مربع به دست آمده است. لذا ایجاد دیواره‌های ساحلی و سامان‌دهی رودخانه در طول مسیر عبور رودخانه از این دو روستا امری ضروری است که می‌تواند خطرات ناشی از سیل را تعدیل نماید. استفاده از نقشه‌های تهیه شده برای انجام اقدامات کنترل سیل، سامانه‌های پیش‌بینی و هشدار سیل، بیمه سیل و به‌طور کلی جهت اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای مهار سیل در منطقه پیشنهاد می‌شود.

کتابنامه

- حجازی، اسد اله؛ خدائی قشلاق، فاطمه؛ خدائی قشلاق، لیلا؛ ۱۳۹۸. پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب در حوضه‌ی آبریز ورکش چای با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS و الحاقیه HEC-GEO-RAS. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، شماره ۵۳. صص ۵۶-۱۳۷.
- دلیران فیروز، هدی؛ مختار خوزانی، فهیمه؛ سلطانی، سعید؛ موسوی، سید علیرضا؛ ۱۳۹۴. ارزیابی خسارات ناشی از سیل در حوزه‌های آبخیز قمصر و قهرود با استفاده از نرم‌افزار HEC-FIA. *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. علوم آب‌ونخاک*، شماره ۷۴. صص ۶۳-۷۶.
- زراعتکار، زهرا؛ حسن‌پور، فرزاد؛ ۱۳۹۵. شبیه‌سازی سیلاب شهری بیرجند با استفاده از مدل HEC-RAS و ARC-GIS. *پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)*، شماره ۱۱۲. صص ۴۱-۵۶.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، وزارت نیرو؛ ۱۳۸۴. راهنمای پهنه‌بندی سیل و تعیین حد بستر و حریم رودخانه. نشریه شماره ۳۰۷.
- شعبانلو، سعید؛ رجبی، احمد؛ اسلامیان، سید سعید؛ موسوی، سید فرهاد؛ ۱۳۹۱. ارزیابی روابط تجربی برآورد دبی اوج لحظه‌ای سیلاب در حوضه‌های آبریز غرب ایران. *پژوهش آب/ایران*، شماره ۱۰. صص ۲۱۵-۲۱۹.
- قنات‌ی، عزت اله؛ احمد آبادی، علی؛ غلامی، معصومه؛ ۱۳۹۸. شبیه‌سازی پهنه‌های سیل گیر در حوضه‌های آبریز کلان شهر تهران (حوضه کن). *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، شماره ۴. صص ۹۵-۱۰۸.
- معیری، مسعود؛ انتظاری، مژگان؛ ۱۳۸۷. سیلاب و مروری بر سیلاب‌های استان اصفهان. *فصلنامه چشم‌انداز جغرافیایی*، شماره ۶. صص ۱۱۱-۱۲۴.
- مهرورز، ارسلان؛ مددی، عقیل؛ اسفندیاری در آباد، فربیا؛ رحیمی، مسعود؛ ۱۳۹۹. شبیه‌سازی سیلاب‌های رودخانه دره ائورت با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط GIS (محدوده مورد مطالعه: از روستای شورستان تا تلاقی رودخانه ارس). *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، شماره ۴. صص ۱۳۱-۱۴۶.

- Aynalem SB., 2020. Flood Plain Mapping and Hazard Assessment of Muga River by Using ArcGIS and HEC-RAS Model Upper Blue Nile Ethiopia. *Landscape Architecture and Regional Planning* 5: 74-85.
- Azouagh AEI, Bardai R, Hilal I, El Messari JS., 2018. Integration of GIS and HEC-RAS in Floods Modeling of Martil River (Northern Morocco). *Eur. Sci. J* 14: 130-142.
- Chow VT. 1959. Open-channel hydraulics. McGraw-Hill civil engineering series.
- Dorji K, Dorji K, Choosumrong S., 2019. River Flood modeling of Amochu River using GIS and HEC-RAS: A case study in Phuntsholing city, Chukha, Bhutan. Naresuan University.
- Fill HD, Steiner, AA., 2003. Estimating instantaneous peak flow from mean daily flow data. *Journal of Hydrologic Engineering* 8: 365-369.
- Ibrahim NF, Zardari NH, Shirazi SM, Mohd Haniffah M, Mat Talib S, Yusop Z, Mohd Yusoff S., 2017. Identification of vulnerable areas to floods in Kelantan River sub-basins by using flood vulnerability index. *International Journal of GEOMATE* 12: 107-114.
- Khattak MS, Anwar F, Saeed TU, Sharif M, Sheraz K, Ahmed A., 2016. Floodplain mapping

- using HEC-RAS and ArcGIS: A case study of Kabul River. *Arabian Journal for Science and Engineering* 41: 1375- 1390.
- Kim V, Tantanee S, Suparta W., 2020. GIS-BASED Flood Hazard Mapping Using HEC-RAS Model: A Case Study of Lower Mekong River, Cambodia. *Geographia Technica* 15: 16-26.
- McLuckie D, Babister M, Smith G, Thomson R., 2014. Updating national guidance on best practice flood risk management. Paper presented at the Proc. Floodplain Management Association Annual Conference. Deniliquin, Australia.
- Ongdas N, Akiyanova F, Karakulov Y, Muratbayeva A, Zinabdin N., 2020. Application of HEC-RAS (2D) for flood hazard maps generation for Yesil (Ishim) river in Kazakhstan. *Water* 12 : 1-20.
- Rangari VA, Sridhar V, Umamahesh N, Patel AK., 2019. Floodplain mapping and management of urban catchment using HEC-RAS: a case study of Hyderabad City. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A* 100: 49-63.
- Sangal BP. 1983. Practical method of estimating peak flow. *Journal of Hydraulic Engineering*, 109: 549-563.
- Tan WL, Liew WS, Ling L., 2021. Statistical modelling of extreme rainfall in Peninsular Malaysia. Paper presented at the ITM Web of Conferences 36: 1-12.
- Vojtek M, Petroselli A, Vojteková J, Asgharinia S., 2019. Flood inundation mapping in small and ungauged basins: sensitivity analysis using the EBA4SUB and HEC-RAS modeling approach. *Hydrology Research*, 50: 1002-1019.



Identification and zoning of landslide prone areas using object-oriented method and network analysis (ANP)

(Case study: Shahroudchai catchment area of Khalkhal city)

Siran Bahmani ^{a*}, Zahra Zanganeh Tabar ^b, Sara Mohammadi ^c, Sara Matai ^d

^a Master in Hydrogeomorphology, University of Tabriz, Iran

^b PhD Student in Geomorphology, University of Tabriz, Iran

^c PhD Student in Geomorphology, Kharazmi University, Tehran, Iran

^d PhD Student in Geomorphology, University of Tabriz, Iran

Received: 4 April 2021

Revise: 10 June 2021

Accepted: 20 June 2021

Abstract

Mass movements, especially landslides, are among the most dangerous and harmful environmental hazards that have accelerated in recent decades along with human manipulation of natural systems. The aim of this study was to evaluate the efficiency of Sentinel 2A object-oriented image processing technique in identifying, detecting and zoning landslides in Shahroudchai catchment area of Khalkhal city. For this reason, landslides occurred in the region were first identified using object-oriented processing and then the study area was zoned in terms of landslide risk using the network analysis (ANP) method. Elevation, slope, flow direction, vegetation index and Sentinel 2A image were used to extract landslides; Field studies have shown that the existing landslides (81 landslides) in the region have been identified and extracted with 94% accuracy and 91% kappa coefficient by object-oriented method. This indicates the high ability of object-oriented processing to identify areas prone to landslides. Then, using network analysis method and using 11 parameters of elevation, slope, slope direction, land use, geology, slope length index (LS), topographic moisture index (TWI), canal power index (SPI), distance from fault Distance from the road and distance from the waterway, zoning of the study area in terms of landslide risk was done that according to the results, 39.13% of the lands in the study area have a very high potential for landslides. Also, a significant percentage of landslides are in the high-sensitivity class of 50 landslides (61.72). Therefore, it can be said that the accuracy of the model used in landslide susceptibility zoning is acceptable and good.

Keywords: Landslide, GLCM, Shahroud Chai, Object Oriented Processing, Network Analysis

*. Corresponding author: Siran Bahmani E-mail: Sbahmani910@gmail.com Tel: + 989361178171

How to cite this Article: Bahmani, S., Zangeneh Tabar, Z., Mohammadi, S., Mataee, S. (2021). Identification and zoning of landslide prone areas using object-oriented method and network analysis (ANP) (Case study: Shahroudchai catchment area of Khalkhal city). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(3), 39-58.

doi: 10.22067/geoh.2021.67924.1006



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.67924.1006>



جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۵۸-۳۹

مقاله پژوهشی

شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد زمین‌لغزش با استفاده از روش شیء‌گرا و تحلیل شبکه (ANP)

(مطالعه موردی: حوضه آبریز شاهرودچایی شهرستان خلخال)

سیران بهمنی^۱ - کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

زهرا زنگنه تبار - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

سارا محمدی - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

سارا مطاعی - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۳/۲۰ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۳/۳۰

چکیده

حرکت‌های دامنه‌ای به‌ویژه زمین‌لغزش در زمره پرخطرترین و زیان‌بارترین مخاطرات محیطی است که همگام با دست‌کاری بشر در سیستم‌های طبیعی در دهه‌های اخیر شتاب فزاینده‌ای یافته است. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی میزان کارایی تکنیک پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای سنتینل 2A در شناسایی، آشکارسازی و پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش‌ها در حوضه آبریز شاهرودچایی شهرستان خلخال صورت گرفت. به همین دلیل ابتدا با استفاده از پردازش شیء‌گرا زمین‌لغزش‌های رخ داده در منطقه شناسایی گردیدند و سپس با استفاده از روش تحلیل شبکه (ANP) منطقه مورد مطالعه از نظر خطر وقوع زمین‌لغزش پهنه‌بندی گردید. جهت استخراج زمین‌لغزش‌ها از لایه ارتفاع، شیب، جهت جریان، شاخص پوشش گیاهی و تصویر سنتینل 2A استفاده گردید؛ با بررسی‌های میدانی صورت گرفته مشخص گردید

Email: Sbahmani910@gmail.com

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۳۶۱۱۷۸۱۷۱

نحوه ارجاع به این مقاله :

بهمنی، سیران، زنگنه تبار، زهرا، محمدی، سارا، مطاعی، سارا. (۱۴۰۰). شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد زمین‌لغزش با استفاده از روش شیء‌گرا و تحلیل شبکه (ANP) (مطالعه موردی: حوضه آبریز شاهرودچایی شهرستان خلخال). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰(۳)، صص

۵۸-۳۹.

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.67924.1006>

که زمین لغزش‌های موجود (۸۱ زمین لغزش) در منطقه با دقت ۹۴ درصد و ضریب کاپای ۹۱ درصد با روش شیء‌گرا شناسایی و استخراج گردیده‌اند که نشان‌دهنده توانایی بالای پردازش شیء‌گرا در شناسایی مناطق مستعد زمین لغزش است. در ادامه با استفاده از روش تحلیل شبکه و به‌کارگیری ۱۱ پارامتر ارتفاع، شیب زمین، جهت شیب، کاربری زمین، زمین‌شناسی، شاخص طول شیب (LS)، شاخص رطوبت توپوگرافیک (TWI)، شاخص قدرت آبراهه (SPI)، فاصله از گسل، فاصله از جاده و فاصله از آبراهه، پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از نظر خطر وقوع زمین لغزش انجام گرفت که با توجه به نتایج به دست آمده ۳۹/۱۳ درصد از اراضی محدوده مورد مطالعه از پتانسیل بسیار بالایی برای وقوع زمین لغزش برخوردار می‌باشند. همچنین، درصد قابل توجهی از زمین لغزش‌ها در طبقه با حساسیت زیاد تعداد ۵۰ زمین لغزش (۶۱/۷۲) قرار دارند؛ لذا می‌توان گفت دقت مدل بکار رفته در پهنه‌بندی حساسیت وقوع زمین لغزش قابل قبول و خوب است.

کلیدواژه‌ها: زمین لغزش، GLCM، شاهرود چایی، پردازش شیء‌گرا، تحلیل شبکه.

۱- مقدمه

در حوضه‌های مناطق کوهستانی جهت اجرای طرح‌های مربوط به عمران آب و مدیریت محیط و توسعه شبکه‌های ارتباطی و توسعه مراکز و تأسیسات صنعتی و سکونتگاهی آنچه قبل از انجام هر پروژه‌ای ضرورت دارد، شناسایی خطرات مربوط به حرکات مواد در سطح زمین است. از جمله وقوع پدیده‌های ژئومورفولوژیک همچون زمین لغزش، فراهم آوردن نقشه خطر وقوع و پهنه‌بندی آن را می‌طلبند تا مشکلاتی نظیر آسیب‌های وارده بر زیرساخت‌های اقتصادی، صنعتی و کشاورزی تکرار نشود (روستایی و علیزاده، ۱۳۹۱). حرکات دامن‌های و به‌ویژه زمین لغزش در زمره پرخطرترین و زیان‌بارترین مخاطرات محیطی است که همگام با دست‌کاری بشر در سیستم‌های طبیعی در دهه اخیر شتاب فزاینده‌ای یافته است (شادفر، ۱۳۸۴). مخاطرات ناشی از انواع فرم‌های زمین لغزش همه‌ساله منجر به خسارات جانی و مالی در سراسر جهان می‌شود (عابدینی و طولابی^۱، ۲۰۱۸).

زمین لغزش یکی از فرآیندهای ژئومورفیک تأثیرگذار بر تکامل چشم‌انداز مناطق کوهستانی است (روئرینگ و همکاران^۲، ۲۰۰۵). وقوع زمین لغزش اثرات زیادی را در مقیاس محلی و جهانی در اقتصاد داشته و همه‌ساله هزاران نفر در سرتاسر جهان زندگی‌شان را به خاطر زمین لغزش از دست می‌دهند (یالچین^۳، ۲۰۱۱). زمین لغزش‌ها زندگی انسان‌ها را با تخریب محیط، منابع و دارایی آن‌ها با خطر جدی روبه‌رو می‌کنند (سان وی و همکاران^۴، ۲۰۱۲). در مقایسه با انواع مخاطرات طبیعی همچون آتش‌فشان و سیل، زمین لغزش آسیب‌های قابل توجهی را به جهت مالی و

1 Abedini & Tulabi

2 Roering et al

3 Yalcin

4 Sanwei et al

جانی منجر می‌شود (گوزتی^۱، ۲۰۰۵)؛ به‌طوری‌که زمین‌لغزش ۹٪ از کل بلایای طبیعی را در دهه گذشته شامل شده و این آهنگ رو به رشد در دهه‌های آتی ادامه دارد (ییلماز^۲، ۲۰۰۹). ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع اقلیمی و زمین‌شناسی، عمده شرایط طبیعی را برای ایجاد طیف وسیعی از لغزش‌ها داراست؛ بنابراین به همان اندازه که از موهبت کوهستانی بودن و تنوع آب و هوایی بهره‌مند هستیم در معرض خطرات ناشی از آن نیز قرار داریم (نصیری، ۱۳۸۳). زمین‌لغزش در ایران نیز به‌عنوان یک بلای طبیعی، سالیانه خسارات فراوانی به کشور وارد می‌سازد. براساس یک برآورد اولیه، سالیانه ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت‌های مالی از طریق لغزش زمین‌ها بر کشور تحمیل می‌شود (نادری به نقل از روستایی، ۱۳۹۸). در ایران به دلیل تعدد توپوگرافی کوهستانی، فعالیت‌های دوره‌ای زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، تنوع اقلیمی و زمین‌شناختی، افزایش جمعیت و فشار بی‌رویه بر منابع طبیعی و تغییرات کاربری در دهه‌های اخیر، شرایطی طبیعی برای بروز طیف گسترده‌ای از خطرات زمین‌لغزش‌ها فراهم می‌باشد (یمانی و همکاران، ۱۳۹۱). شهرستان خلخال نیز به لحاظ وضعیت منطقه مانند توپوگرافی، شیب زیاد، مواد سطحی سست بر روی سازندهای مقاوم و شرایط اقلیمی از پتانسیل بالایی برای وقوع لغزش برخوردار است؛ بنابراین مطالعه عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش و پهنه‌بندی جهت ارائه راه‌حل جهت کنترل لغزش ضروری به نظر می‌رسد. ازجمله مطالعاتی که در رابطه با شناسایی و استخراج زمین‌لغزش‌ها با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور به‌ویژه پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای و همچنین پهنه‌بندی زمین‌لغزش صورت گرفته است، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

مارتا و همکاران^۳ (۲۰۱۰) اقدام به آشکارسازی و شناسایی زمین‌لغزش‌ها با استفاده از روش شیء‌گرا نمودند. به همین منظور منطقه‌ای با مساحت ۸۱ کیلومترمربع در بخشی از حوضه آبریز رودخانه منداکینی^۴ هیمالیا در پیرامون شهر اوخیمات^۵ ایالت اوتاراخند^۶ هند برای این مطالعه انتخاب شد. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از این روش سرعت بسیار بالایی در شناسایی زمین‌لغزش‌ها دارد و می‌تواند تجزیه و تحلیل وقوع مخاطرات و نحوه مواجهه با آن و مدیریت بلایای طبیعی بعد از وقوع یک رخداد طبیعی همانند زلزله و یا یک بارندگی شدید را به‌خوبی انجام دهد و اثرات مخرب آن را تقلیل دهد.

هوبلینگ و همکاران^۷ (۲۰۱۴) به بررسی تغییرات زمین‌لغزش توسط روش شیء‌گرا در تایلند پرداخته‌اند. اساس کار این پژوهش ایجاد دستورات طبقه‌بندی مناسب جهت استخراج زمین‌لغزش با استفاده از ویژگی‌های طیفی

1 Guzzetti

2 Yilmaz

3 Martha & et al

4 Mandakini river

5 Okhimath

6 Uttarakhand

7 Hobling & et al

تصاویر و تفاوت ارزش پیکسلی جهت تفکیک آن‌ها می‌باشد. در این مطالعه یک روش مبتنی بر شیء‌گرا برای طبقه‌بندی جریان آوار و نیز تغییر زمین‌لغزش در شمال تایوان پیشنهاد گردید. زمین‌لغزش و مناطق آوار / حمل‌ونقل رسوبات ایجاد شده توسط دو توفان بزرگ، آئر و مستا^۱، که عمدتاً بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی متفاوت بودند، شناسایی گردید. این تغییرات با مقایسه مقادیر ویژگی اشیا تصویری ت تصاویر ماهواره اسپات سری پنج در قبل و بعد از رویداد مشخص شد.

کامرت^۲ و همکاران (۲۰۱۹)، در مطالعه خود، زمین‌لغزش‌های کم‌عمق در منطقه دریای سیاه ترکیه را با استفاده از تجزیه و تحلیل شیء‌گرای تصاویر بررسی کردند. آن‌ها در این مطالعه از داده‌ها و عکس‌های هوایی تهیه شده با استفاده از هواپیمای بدون سرنشین (UAV) استفاده کرده و زمین‌لغزش‌ها را با استفاده از رویکرد طبقه‌بندی مبتنی برشی استخراج نمودند. در این مطالعه، یک مدل نیمه اتوماتیک با استفاده از تجزیه و تحلیل تصویر مبتنی برشی برای نقشه‌برداری سریع زمین‌لغزش‌های کم‌عمق از داده‌های به دست آمده از پهپادها پس از حوادث عمده رانش زمین در منطقه دریای سیاه ترکیه ایجاد گردید. داده‌های لغزش به دست آمده با مدل‌های توسعه یافته با داده‌های میدانی لغزش مقایسه گردید. روند مقایسه نشان داد که زمین‌لغزش‌های استخراج شده با توجه به تعداد و پراکندگی مکانی زمین‌لغزش‌ها، دقت بیش از ۸۶٪ دارند.

عابدی قشلاقی و فیضی زاده^۳ (۲۰۱۷) با استفاده از روش ANP و منطق فازی، خطر زمین‌لغزش را در حوضه آذرشهر مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه عوامل شیب، جهت شیب، ارتفاع، لیتولوژی، کاربری، چگالی گیاه، بارش، فاصله از گسل، فاصله از جاده و فاصله از رودخانه به عنوان عوامل مؤثر در نظر گرفته شدند و ۲۳،۲۲ درصد از منطقه در طبقه پرخطر قرار گرفت.

فیضی زاده و بلاشک^۴ (۲۰۱۴)، به بررسی پدیده زمین‌لغزش با استفاده از روش نیمه اتوماتیک تصویر پایه در حوضه آبریز دریاچه ارومیه پرداختند. در این تحقیق از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالای اسپات و IRS و ترکیب آن‌ها با مدل ارتفاع رقومی زمین و لایه‌های توپوگرافی شیب، جهت شیب و انحنا استفاده نمودند. دقت ارزیابی نتایج ۹۳،۰۷ درصد به دست آمد که بیانگر قابل اعتماد بودن نقشه نهایی زمین‌لغزش‌های به دست آمده هست؛ که این نشانگر قدرت بالای روش‌های شیء‌گرا و تصویر پایه و کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در ایجاد و پهنه‌بندی نقشه‌های زمین‌لغزش می‌باشد.

عابدینی و پیروزی (۱۳۹۸) در مقاله‌ای به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از تلفیق روش‌های Hot Spot، ANP و WIC در شهرستان خلخال پرداخته‌اند. در این پژوهش عوامل مؤثر لغزش در منطقه شناسایی و لایه‌های

1 Aere & Matsa

2 Comert

3 Abedi Gheshlaghi & Feizizadeh

4 Feizizadeh & Blaschke

اطلاعاتی در سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه شده و در مرحله بعد وزن‌دهی عوامل موردبررسی، با روش ANP و در محیط نرم‌افزار Super Decision انجام شده و تحلیل با روش تحلیل لکه‌های داغ به‌عنوان روش آمار فضایی و روش WIC به‌عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره صورت گرفته. نتایج نشان داد که عوامل شیب، کاربری اراضی، بارش و لیتولوژی به ترتیب با ضریب وزنی ۰/۶۶۳، ۰/۶۴۶، ۰/۶۳۹، ۰/۳۷۹ بیشترین تأثیر را در ایجاد زمین‌لغزش شهرستان خلخال دارند.

معزز و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله‌ای به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز نهندچای با استفاده از مدل ANP و تکنیک سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداخته‌اند. لایه اطلاعاتی مربوط به ۸ فاکتور مؤثر در وقوع زمین‌لغزش شامل شیب، جهت شیب، ارتفاع، زمین‌لغزش، کاربری اراضی، فاصله از آبراهه، فاصله از گسل و بارش در سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه شده و در نرم‌افزار Super Decision وزن‌دهی صورت گرفته. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد بیش از ۴۰ درصد از مساحت منطقه پتانسیل بالایی از نظر وقوع زمین‌لغزش را داراست که مطابق بر کاربری مرتع، حاشیه آبراهه‌ها و مناطق دارای سازند مارن است. ارزیابی دقت نقشه پهنه‌بندی تهیه شده از مدل ANP با نقاط لغزشی رخ داده در منطقه نشان می‌دهد که بیش از ۸۰ درصد لغزش‌ها در مناطق با خطر زیاد و خیلی زیاد اتفاق افتاده که نشان دهنده دقت خوب این مدل است.

عابدینی و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای به شناسایی و طبقه‌بندی انواع زمین‌لغزش با استفاده از ویژگی‌های طیفی و مکانی با رویکرد شیء‌گرا در حوضه نصیرآباد تا سد ستارخان اهر پرداخته‌اند. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل تصاویر رنگی کاذب مستخرج از داده‌های ماهواره Resourcesat-1 با قدرت تفکیک مکانی ۵٫۸ متر و مدل رقومی ارتفاع با قدرت تفکیک ۱۰ متری حاصل از تصاویر ۲٫۵ متری ماهواره Cartosat استفاده گردیده است. ۷۰ درصد زمین‌لغزش‌ها برای اجرای مدل و ۳۰ درصد دیگر برای اعتبارسنجی به کاررفته است. نتایج نشان می‌دهد ۳۴/۰۲ درصد از اراضی محدوده مورد مطالعه به‌عنوان منطقه‌ای با پتانسیل خیلی زیاد و زیاد برای وقوع زمین‌لغزش در نظر گرفته شده‌اند و درصد قابل توجهی از لغزش‌ها در طبقه با حساسیت زیاد و خیلی زیاد ۵۷/۰۵ قرار دارند؛ و در مجموع ۳ لغزش با دقت شناسایی ۷۱٫۱۱ درصد و دقت کلاس‌بندی ۹۱٫۴ درصد تشخیص داده شده است و نشان دهنده این است که دقت مدل به کاررفته در پهنه‌بندی حساسیت وقوع زمین‌لغزش قابل قبول و خوب است. مددی و همکاران (۱۳۹۸)، پتانسیل وقوع زمین‌لغزش در حوضه آبریز کندیرق‌چای را با استفاده از مدل تحلیل شبکه ANP، مورد مطالعه و ارزیابی قرار دادند. در همین راستا، ۱۰ عامل مؤثر در رخ داد زمین‌لغزش‌های حوضه آبریز کندیرق‌چای شامل لیتولوژی، کاربری اراضی، بارش، شیب، جهت شیب، فاصله از جاده، فاصله از گسل و فاصله از آبراهه، شاخص قدرت آبراهه (SPI) و شاخص حمل رسوب، شناسایی و مورد استفاده قرار گرفتند. نقشه نهایی نشان داد که پهنه‌های با خطر متوسط و خطر خیلی زیاد بیشترین مساحت حوضه را به خود اختصاص داده‌اند. تطبیق

سطوح لغزش یافته و پهنه‌های مواجه با خطر نشان می‌دهد که مناطقی که در رده خطر خیلی زیاد و متوسط قرار دارند دارای بیشترین مساحت از سطوح لغزشی هستند. به‌طوری‌که پهنه با خطر خیلی زیاد ۳۵ درصد (۷۹ کیلومتر مربع) و پهنه با خطر زیاد ۳۲/۶ درصد (۷۲ کیلومتر مربع) از زمین‌لغزش‌ها را به خود اختصاص داده‌اند؛ به عبارت دیگر بیش از ۷۷ درصد زمین‌لغزش‌ها با پهنه‌های خطر خیلی زیاد و متوسط مطابقت دارند. همچنین عوامل سنگ‌شناسی، شیب و فاصله از آبراهه بیشترین تأثیر را در وقوع زمین‌لغزش داشته‌اند.

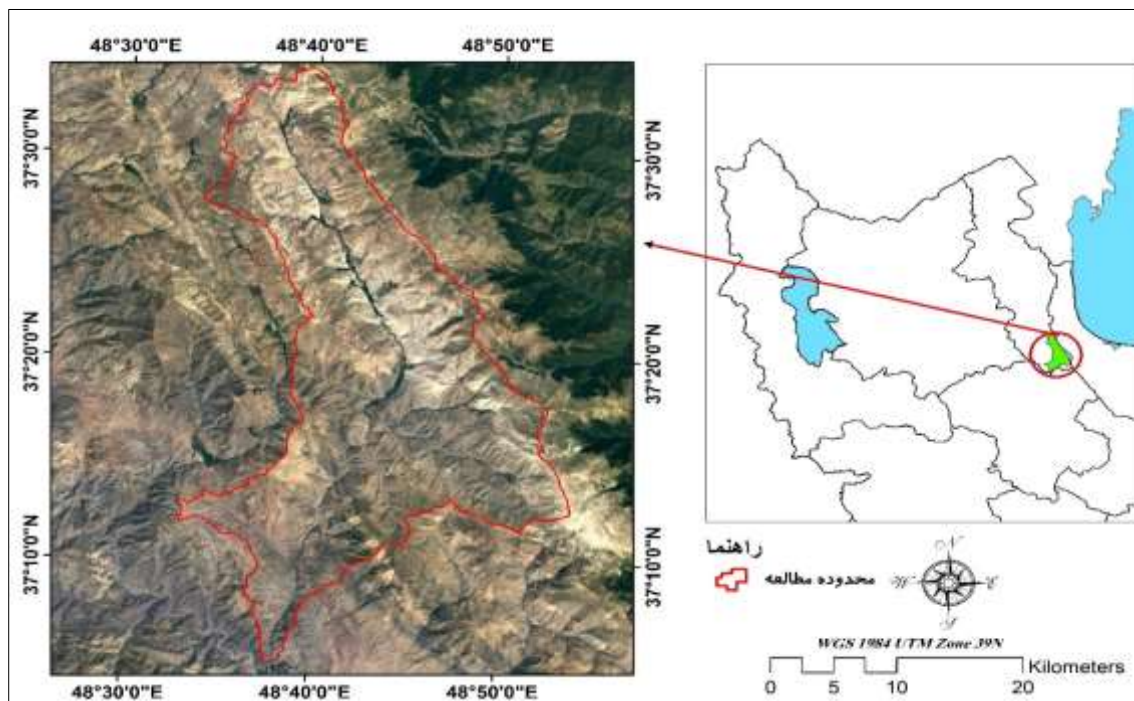
در تحقیقات ارائه شده، هر محقق یک جنبه از مخاطرات را مورد تأکید قرار داده و با یک روش خاص این موضوع را بررسی نموده است. بررسی این تحقیقات نشان می‌دهد که در هیچ‌کدام از مطالعات تلفیقی از روش پردازش شیء‌گرا و تحلیل شبکه (ANP) بکاربرده نشده و این می‌تواند از نقاط قوت این تحقیق نیز باشد. مخاطره زمین‌لغزش همواره موجب ایجاد خسارت‌هایی در سطح کشور بخصوص در نواحی کوهستانی شده و از طرفی بسیاری از دامنه‌ها در نواحی کوهستانی در شرایط ناپایداری قرار دارند و رخداد پدیده‌هایی همچون بارش و زلزله، دامنه‌های ناپایدار را مجبور به سقوط می‌نمایند به‌طوری‌که این حرکات دامنه‌ای در برخی مناطق موجب ایجاد تلفات و خسارات گسترده‌ای می‌گردد. از آنجایی که شهرستان خلخال نیز از این قضیه مستثنی نبوده و با توجه به اینکه حوضه آبریز شاهرود چایی واقع در شهرستان خلخال از جمله مناطقی است که به دلیل بارندگی نسبتاً فراوان و وجود سازندهای زمین‌شناسی مساعد، رویداد زمین‌لغزش‌های متعددی در آن گزارش شده است و مطالعه در خصوص این مخاطره در حوضه مورد نظر صورت نگرفته است؛ بنابراین تحقیق حاضر با هدف شناسایی و آشکارسازی زمین-لغزش‌ها و همچنین پهنه‌بندی منطقه از نظر وقوع زمین‌لغزش با استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا و روش پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای صورت می‌گیرد. هدف کلی تحقیق حاضر، تهیه نقشه وضعیت موجود زمین‌لغزش‌ها در کوتاه‌ترین زمان ممکن جهت پاسخگویی برای طرح‌های مدیریت بحران حاصل از مخاطرات محیطی با استفاده از جدیدترین تصاویر ماهواره‌ای و آماده‌سازی پایگاه اطلاعاتی زمین‌لغزش می‌باشد.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شهرستان خلخال در جنوب استان اردبیل واقع شده است و مرکز آن شهر خلخال است. این شهرستان یک منطقه کوهستانی است که ارتفاع آن از شرق به غرب و از شمال به جنوب کاهش می‌یابد و از لحاظ آب‌وهوا دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های سرد است. منطقه مورد مطالعه در این پژوهش حوضه آبریز شاهرودچایی می‌باشد که در بخش شاهرود در جنوب شهرستان خلخال واقع گردیده است. رودخانه شاهرود که در بخش شاهرود و به سمت جنوب در جریان است و پس از طی مسیر پر پیچ‌وخم خود به قزل‌اوزن می‌پیوندد. حوضه آبریز شاهرود

چای با مساحت ۶۸۸ کیلومترمربع، بین $33^{\circ}50'48''$ تا $34^{\circ}54'48''$ طول و شرقی $37^{\circ}34'18''$ تا $37^{\circ}5'37''$ عرض شمالی قرار دارد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده‌ی مورد مطالعه

۲-۲- مشخصات ماهواره‌ها، سنجنده‌ها و تصاویر مورد استفاده

ماهواره ستینل 2A به‌عنوان سری دوم ماهواره‌های ستینل آژانس فضایی اروپا می‌باشد که در روز ۲۳ ژوئیه سال ۲۰۱۵ از پایگاه آژانس فضایی اروپا در گویان فرانسه توسط موشک وگا پرتاب شد. مدار این ماهواره خورشید آهنگ و قطبی و در ارتفاع ۷۸۶ کیلومتر می‌باشد. منطقه تحت پوشش این ماهواره از عرض ۸۴ درجه شمالی تا ۵۶ درجه جنوبی می‌باشد. ستینل 2A یک سنجنده چند طیفی با ۱۳ باند (بین طول‌موج‌های ۴۴۳ تا ۲۱۹۰ نانومتر) است. ۴ باند مرئی و مادون‌قرمز نزدیک با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر، ۶ باند مادون‌قرمز کوتاه با قدرت تفکیک مکانی ۲۰ متر و ۳ باند تصحیح اتمسفری با قدرت تفکیک ۶ متر دارد. پهنای تصویربرداری این ماهواره ۲۹۰ کیلومتر می‌باشد (فایل متادیتای تصویر ستینل 2A). در این پژوهش داده‌های ماهواره‌ای ستینل 2A برای شناسایی زمین‌لغزش‌ها و همچنین برای برآورد مشخصات طیفی زمین‌لغزش‌ها مانند NDVI و روشنایی مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۳- پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای

روش طبقه‌بندی شیء‌گرا به‌عنوان روشی جامع‌تر در تعریف پدیده‌ها، از هر دو دسته اطلاعات مکانی پیکسل پایه و شیء پایه^۱ در کنار داده‌های طیفی در فرایند طبقه‌بندی استفاده می‌نماید (فیضی‌زاده، ۱۳۹۶). در این روش اطلاعات بسیار زیادی می‌تواند بر اساس اشیاء تصویری استخراج شوند، علاوه بر تن، شکل، بافت، زمینه، از سایر لایه‌های اطلاعاتی اشیاء استفاده می‌شود. استفاده از این اطلاعات منجر به تمایز معنایی بهتر و صحیح‌تر و موجب ایجاد نتایج خاصی می‌شود (راهنمای اکونیشن، ۲۰۱۲^۲). همچنین روش طبقه‌بندی شیء‌گرا به دلیل استفاده از توابع عضویت در ارزیابی پدیده‌ها در کلاس‌ها، جزء روش‌های طبقه‌بندی نرم به شمار می‌رود. مزیتی که طبقه‌بندی شیء‌گرا نسبت به طبقه‌بندی پیکسل مبنا دارد این است که اشیاء تصویر حاوی اطلاعات بیشتری نسبت به تک‌تک پیکسل‌هاست. چراکه در طبقه‌بندی شیء پایه، علاوه بر اطلاعات طیفی از اطلاعات بافت و محتوا نیز برای طبقه‌بندی استفاده می‌شود (جیمز^۳، ۲۰۰۶).

۲-۳-۱- سگمنت سازی

یک گام مهم قبل از توصیف ویژگی‌های تشخیصی در عوارض مورد نظر، مانند زمین‌لغزش، ایجاد اشیاء-بخش‌هایی است که به‌تنهایی یا به‌صورت گروهی، مرز عوارض داده شده را مشخص کند. این کار با استفاده از تقسیم‌بندی تصویر صورت می‌گیرد که شامل روند تقسیم تصویر به اشیاء یا نواحی بر اساس همگنی مقادیر پیکسل است. سگمنت به معنی گروهی از پیکسل‌های همسایه در داخل یک ناحیه است که شباهت (نظیر ارزش عددی و بافت) مهم‌ترین معیار مشترک آن‌هاست (فیضی‌زاده و میر رحیمی، ۲۰۰۷). در پردازش شیء‌گرا از تصاویر، اشیاء به‌وسیله گروهی از پیکسل‌ها مطابق با معیار همگنی و ناهمگنی شکل می‌گیرند که مهم‌ترین فرایند در پردازش شیء‌گرای تصاویر محسوب می‌شود. در فرایند سگمنت سازی مفسر می‌تواند عوامل تفسیر بصری تصاویر ماهواره-ای شامل، شکل، رنگ و الگو را دخالت دهد. در پژوهش حاضر سگمنت‌سازی با مقیاس ۲۵ و ضرایب شکل و فشردگی به ترتیب ۰,۴ و ۰,۶ انجام گرفت؛ که در شکل (۲) نتیجه حاصل نمایش داده شده است.

1 Object based

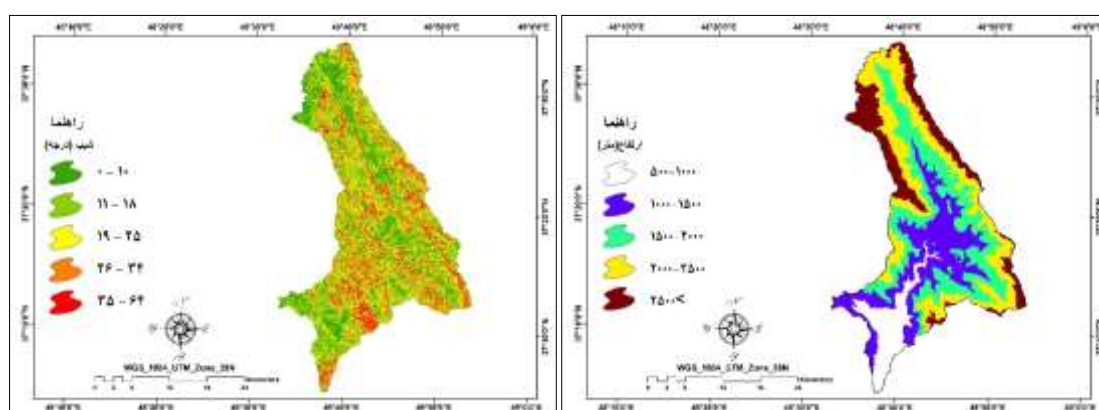
2 Recognitions user guide

3 James



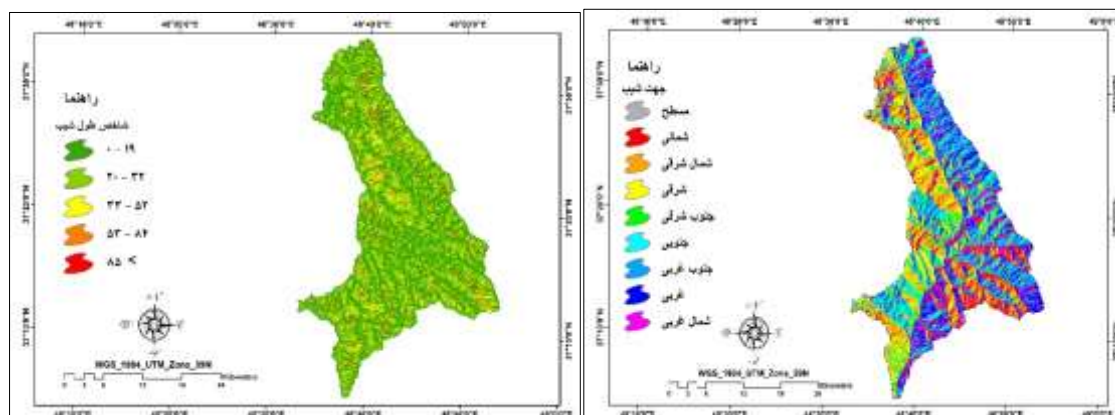
شکل ۲- ایجاد واحدهای پردازش (قطعه‌بندی چند تفکیکی)، مأخذ: نگارندگان

امکان دسترسی به نقشه‌های ریسک و خطر زمین‌لغزش برای شناسایی مناطق بالقوه خسارات زمین‌لغزش و به حداقل رساندن تأثیر اجتماعی آن ضروری است. یکی از اولین گام‌ها برای این منظور، تهیه نقشه حساسیت زمین‌لغزش است، که حساسیت نسبی زمین برای وقوع زمین‌لغزش را نشان می‌دهد و هنگامی که با اطلاعات زمانی ترکیب شود، می‌تواند به نقشه خطر زمین‌لغزش تبدیل شود، که می‌تواند به همراه عناصر اطلاعات خطر برای برآورد خسارات بالقوه زمین‌لغزش در آینده مورد استفاده قرار گیرد، و به مدیریت بلندمدت احتمال وقوع زمین‌لغزش در مناطق کوهستانی کمک کند. به همین منظور در این تحقیق، در کنار پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای در راستای استخراج زمین‌لغزش‌های موجود در منطقه، از روش‌های تحلیل شبکه (ANP) نیز برای پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از نظر پتانسیل وقوع خطر زمین‌لغزش استفاده گردید. جهت انجام این مدل ۱۱ فاکتور مهم از جمله؛ ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، کاربری اراضی، لیتولوژی، شاخص طول شیب (LS)، شاخص رطوبت توپوگرافیک (TWI) و شاخص قدرت آبراهه‌ای (SPI) بکار برده شد. لازم به ذکر است که لایه‌های طول شیب، شاخص رطوبت توپوگرافیک و شاخص قدرت آبراهه‌ای در محیط متن‌باز SAGA GIS به صورت خودکار از روی لایه رقومی ارتفاع به دست آمده است. شکل‌های ۳ تا ۱۴ این فاکتورها را نشان می‌دهد.



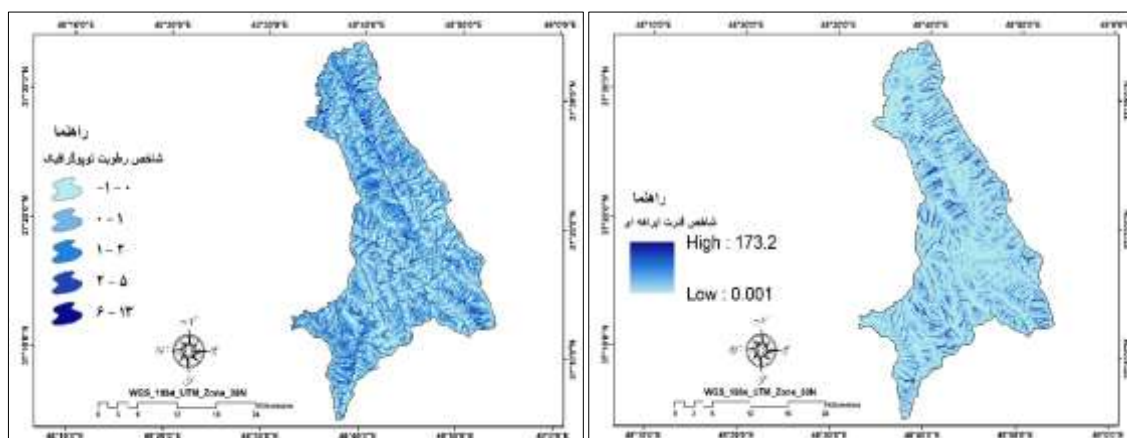
شکل ۳- طبقات ارتفاعی منطقه

۴- طبقات شیب منطقه



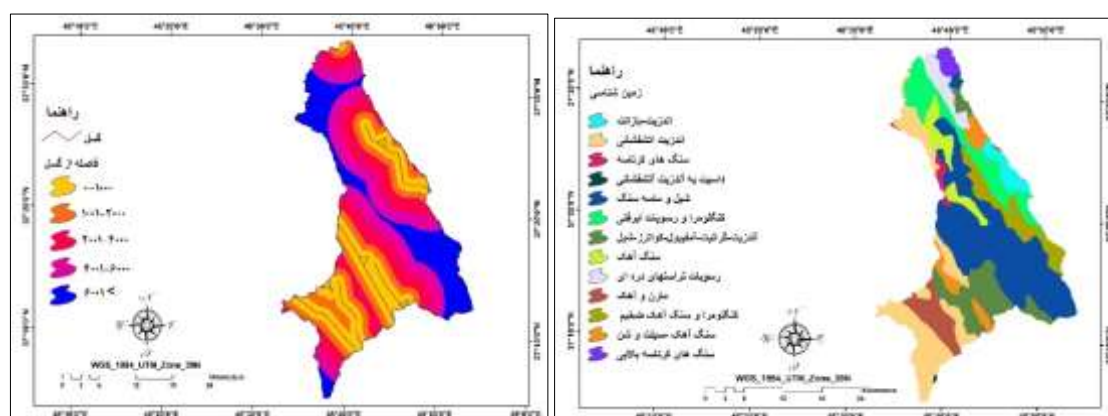
شکل ۵- جهات شیب در منطقه شکل

۶- شاخص طول شیب



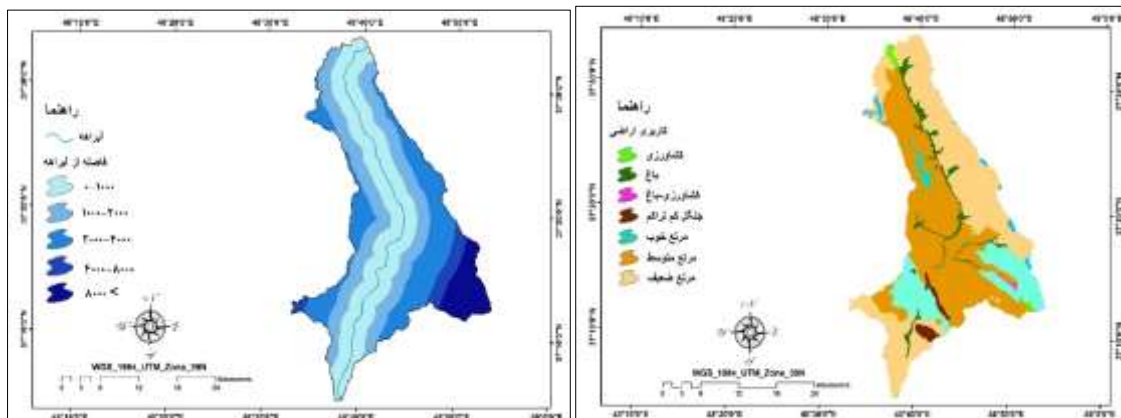
شکل ۷- شاخص قدرت آبراهه‌ای

شکل ۸- شاخص رطوبت توپوگرافیک



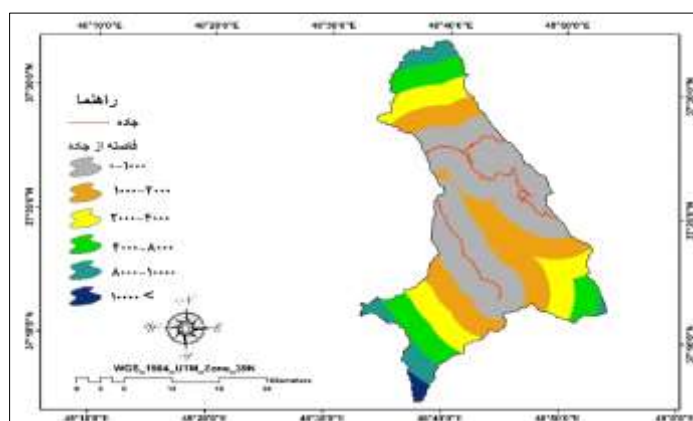
شکل ۹- زمین‌شناسی منطقه مطالعه

شکل ۱۰- فاصله از گسل



شکل ۱۱- کاربری اراضی منطقه شکل

۱۲- فاصله از آبراهه‌ها



شکل ۱۳- فاصله از جاده‌ها

۲-۴- مدل تحلیل شبکه (ANP)

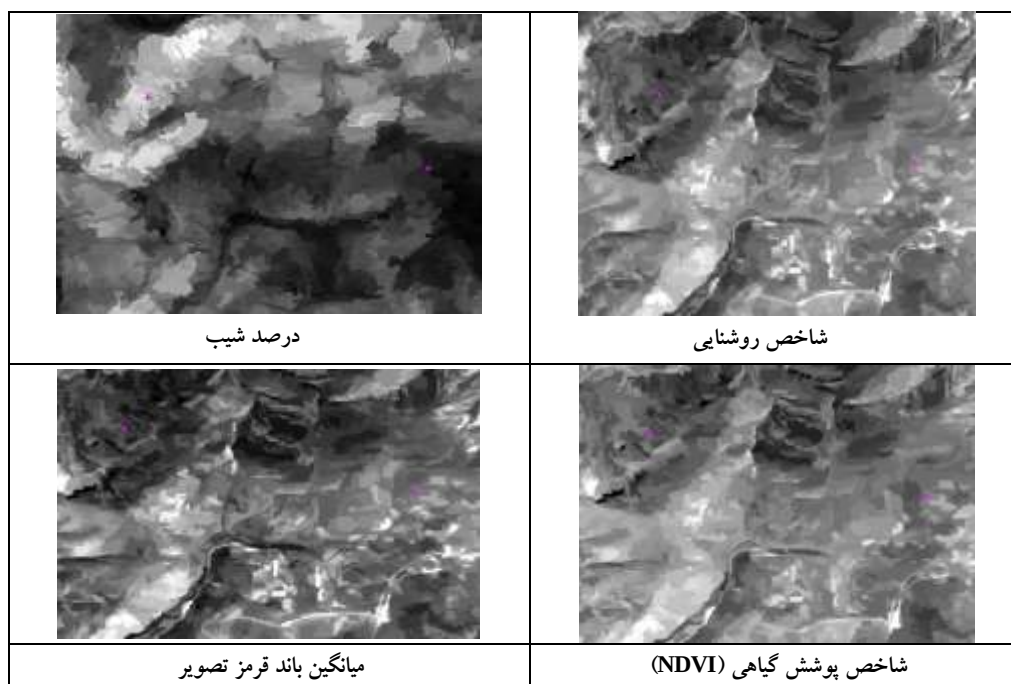
فرایند تحلیل شبکه‌ای یکی از جدیدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که به‌وسیله پرفسور ساعتی ارائه شده است. این مدل بر مبنای فرایند تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده است و شبکه را جایگزین سلسله‌مراتب کرده است (فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۳۱). روش ANP دارای سه قسمت است: بخش اول، سلسله‌مراتب کنترل برای شبکه معیارها و زیرمعیارها، بخش دوم شبکه‌ای از روابط میان عناصر و خوشه‌ها و بخش سوم بازخورد بین خوشه‌های مختلف و عناصر داخل یک خوشه است (ایحسان و متین^۱، ۲۰۰۷).

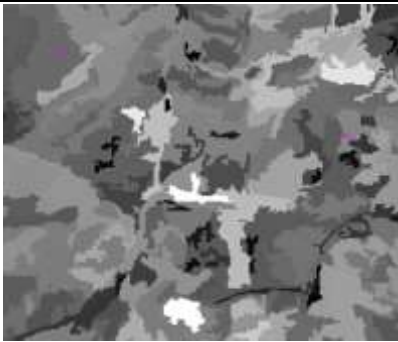
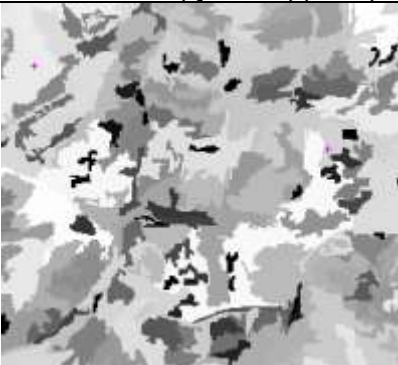


شکل ۱۴- فرآیند تحلیل شبکه

۳- نتایج و بحث

در پژوهش حاضر از توابع مختلف و قابلیت‌های متنوع تکنیک‌های OBIA جهت استخراج مناطق مستعد زمین‌لغزش با دقت بالا استفاده شده است؛ از جمله این توابع می‌توان به اطلاعاتی بافتی (GLCM)، میانگین باندهای تصویر، شاخص روشنایی، شاخص پوشش گیاهی (NDVI)، شیب، ارتفاع و سایر اطلاعات اشاره کرد. نتایج حاصل از اعمال برخی از این توابع به صورت موردی در شکل شماره ۳ نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که در این پژوهش از نرم‌افزار eCognition استفاده شده است.



	
GLCM Contrasts (Quick 8/11) (all dir.)	GLCM StdDev (Quick 8/11) (all dir.)
	
GLCM Correlation (Quick 8/11) (all dir.)	GLCM Entropy (Quick 8/11) (all dir.)

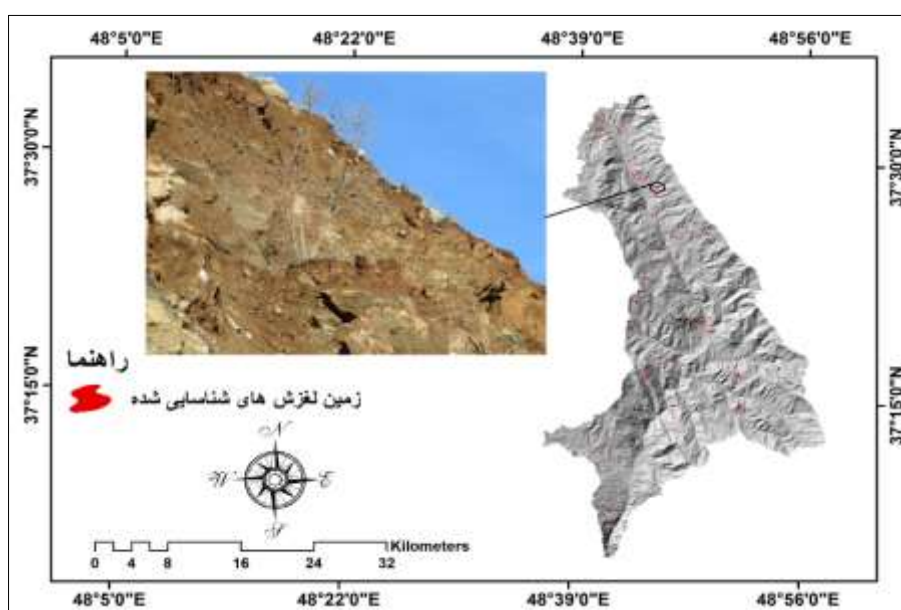
شکل ۱۵- نتایج برخی توابع اعمال‌شده بر روی تصویر

جهت مشخص نمودن زمین‌لغزش‌ها از پارامترهای مانند: NDVI، بافت (GLCM)، روشنایی (Brightness)، شیب، جهت جریان، ضریب انحنای زمین و شبکه جریان به‌طور خودکار با استفاده از الگوریتم‌های موجود در نرم‌افزار و پردازش تصویر استفاده شد. با توجه به اینکه مناطق وقوع زمین‌لغزش با تن روشن‌تری و با پوشش گیاهی کمتر در روی تصاویر ماهواره‌ای ظاهر می‌شوند، شاخص‌های روشنایی و پوشش گیاهی (NDVI) جزء معیارهای مناسب جهت شناسایی زمین‌لغزش‌ها می‌تواند مطرح باشند و از طرفی یکی دیگر از پارامترهای مهم در تشخیص و شناسایی زمین‌لغزش‌ها، استفاده از ویژگی‌های بافتی می‌باشد که این قابلیت مهم نیز در نرم‌افزار eCognition تحت الگوریتم با نام GLCM مطرح است. مشخصات بافت جهت بررسی بافت اشیاء تصویری استفاده می‌شوند و مشخصاتی را شامل می‌شوند که بر اساس تجزیه تحلیل زیر اشیاء (اشیاء فرعی) برای بررسی داده‌هایی با دقت بالا برای بافت مفید است. GLCM (ماتریس هم رخداد سطوح خاکستری) عبارت است از چگونگی ترکیب‌های مختلف از سطوح خاکستری پیکسل که در یک صحنه رخ می‌دهد. ماتریس‌های هم رخدادی مختلفی برای هر ارتباط فضایی وجود دارد. در پژوهش حاضر جهت شناسایی و استخراج زمین‌لغزش‌ها در منطقه مورد مطالعه،

شاخص‌ها و معیارهای مختلفی استفاده گردید. این معیارها و الگوریتم‌های مناسب جهت استخراج زمین‌لغزش‌ها، مطابق جدول ۱ به دست آمد.

جدول ۱- معیارها و الگوریتم‌های مناسب جهت استخراج زمین‌لغزش‌ها

شاخص	آستانه
پوشش گیاهی (NDVI)	$< ۰,۰$
روشنایی (Brightness)	> ۳۴۲
GLCM Correlation (Quick 8/11) (all dir.)	$> ۰,۵۷$
GLCM Contrasts (Quick 8/11) (all dir.)	> ۳۶۱
GLCM Entropy (Quick 8/11) (all dir.)	> ۸
GLCM StdDev (Quick 8/11) (all dir.)	$> ۴,۷۵$
ارتفاع	$۱۳۷۰ > \text{و} < ۲۶۰۰$
درصد شیب	$> ۰,۷\%$ و $< ۲۸\%$



شکل ۱۶- زمین‌لغزش‌های شناسایی شده با روش شیء‌گرا در محدوده‌ی مورد مطالعه

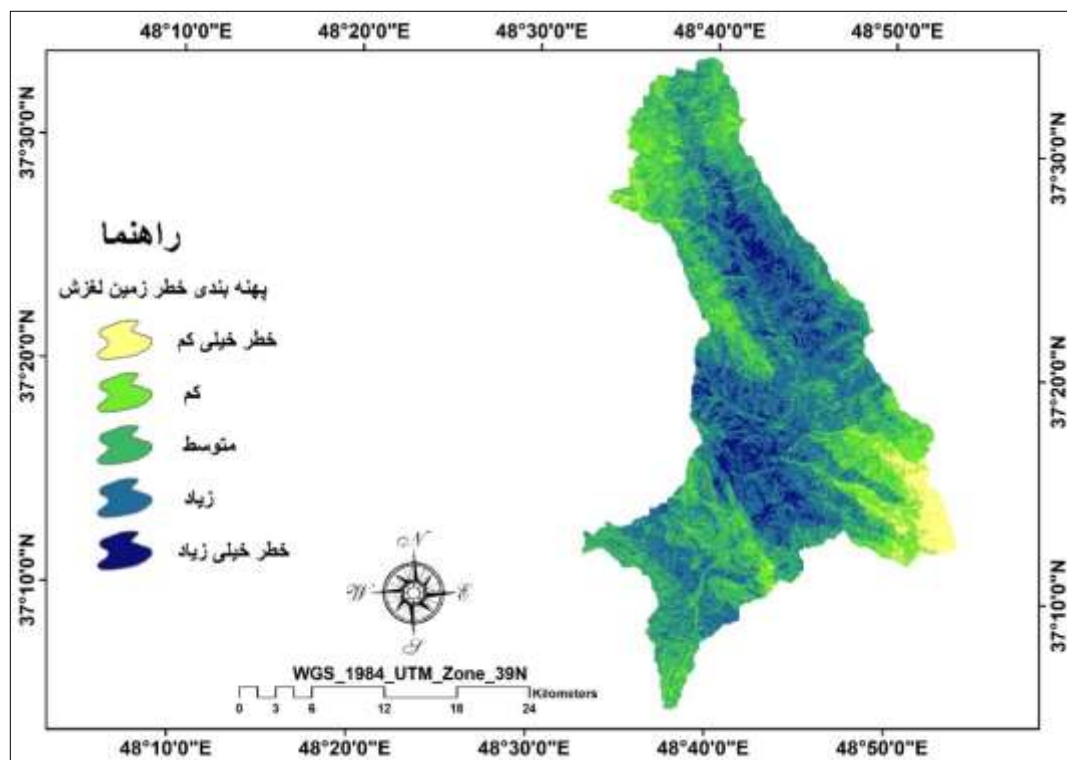
با پردازش شیء‌گرای تصویر ماهواره‌ای سستینل 2A تعداد ۸۱ زمین‌لغزش در منطقه شناسایی گردید که نسبت به زمین‌لغزش‌های ثبت شده (۷۳ زمین‌لغزش) در این منطقه، تعداد ۸ زمین‌لغزش بیشتر استخراج گردیده است. علاوه بر این از مجموع ۸۱ زمین‌لغزش، بیش از ۶۸ زمین‌لغزش (معادل ۸۳ درصد) شناسایی شده با روش شیء‌گرا برابر با ۹۳

درصد زمین‌لغزش‌های ثبت‌شده مربوط به منطقه مطابقت کامل دارند که نشان‌دهنده دقت بالای پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای در شناسایی زمین‌لغزش‌ها می‌باشد. در ادامه برای اجرای مدل ANP ابتدا بر اساس ماهیت داده‌ها و ارتباطات موجود بین آن‌ها، پارامترها در چهار خوشه اصلی ۱) پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی (۲) پارامترهای زمین‌شناسی (۳) پارامترهای انسانی و پوشش زمین و در نهایت ۴ پارامترهای ژئومورفولوژیکی دسته‌بندی شدند. در ادامه با مشخص شدن خوشه‌ها، ساختار شبکه‌ای بین خوشه‌ها و پارامترهای در نظر گرفته‌شده تشکیل شد؛ و در نهایت پس از محاسبه و تشکیل سوپرماتریس‌ها، وزن نهایی هر یک از پارامترها به دست می‌آید. بر اساس جدول شماره (۲)، لایه فاصله از گسل با ۰/۱۸۴ و شیب با ۰/۱۵۰۵ بیشترین ضریب تأثیر را در پهنه‌بندی پتانسیل زمین‌لغزش دارند. در مقابل لایه‌های رقومی ارتفاع با ۰/۰۳۲۱ و فاصله از جاده با ۰/۰۲۱۴۴ کمترین ضریب تأثیر را دارا هستند.

جدول ۲- جدول پارامترها وزن هر یک از کلاس‌ها بر اساس تحلیل شبکه

Alternatives	Raw	Normal	Ideal	Ranking
Aspect	۰/۰۲۷	۰/۰۴۷	۰/۲۷	۹
distance to river	۰/۰۲۳	۰/۰۷۳۷	۰/۲۶۴	۷
distance to road	۰/۰۱۱۸	۰/۰۲۱۴۴	۰/۱۳۲	۱۱
distance to fault	۰/۰۷۴۱۲	۰/۱۸۴۲	۱	۱
land use	۰/۰۴۱۸	۰/۱۰۳۵	۰/۵۰۵۸	۴
Lithology	۰/۰۶۲۵	۰/۱۳۸	۰/۷۷	۳
Slope	۰/۰۶۰۲۶	۰/۱۵۰۵	۰/۷۳۴۹	۲
DEM	۰/۰۲۱۱	۰/۰۳۲۱	۰/۲۵۳۶	۱۰
SPI	۰/۰۴۷۵	۰/۰۹۵۷	۰/۵۷۱	۵
LS	۰/۰۴۵۳	۰/۰۸۸۱	۰/۵۳۲۶	۶
TWI	۰/۰۲۳۵۲	۰/۰۶۵۷	۰/۲۶۸۷	۸

سپس با استفاده از ضرایب به‌دست‌آمده، اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش بر اساس مدل تحلیل شبکه‌ای گردید. بدین منظور ابتدا در محیط Arc Gis لایه‌های اطلاعاتی که از قبل تهیه و رقومی شده بودند به فرمت رستری تبدیل گردیده و سپس طبقه‌بندی مجدد شدند و نهایتاً ضرایب به‌دست‌آمده از مدل تحلیل شبکه‌ای ANP با استفاده از تابع Weighted Overlay اعمال گشته و نقشه نهایی پهنه‌بندی زمین‌لغزش به دست آمد. نقشه به‌دست‌آمده در پنج کلاس خطر خیلی کم، خطر کم، متوسط، زیاد و خطر خیلی زیاد طبقه‌بندی شد. شکل ۱۷ نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷- نقشه نهایی پهنه‌بندی حساسیت وقوع زمین‌لغزش به روش تحلیل شبکه (ANP)

جدول ۳- درصد مساحت پهنه‌های لغزشی در حوضه آذرشهر چای با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای

کلاس زمین‌لغزش	مساحت به Km2	مساحت به درصد
خطر خیلی کم	۲۴/۸۵۴	۳/۶۳
کم	۸۲/۸۹۶	۱۲/۱۳
متوسط	۲۶۲/۸۱۵	۳۸/۴۶
زیاد	۲۶۷/۳۶۹	۳۹/۱۳
خطر خیلی زیاد	۴۵/۳۲۶	۳۹/۱۳
مجموع	۶۸۳/۲۷۳	۱۰۰

۳-۱- ارزیابی دقت

دقت طبقه‌بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده بوده، در نقشه‌های کاربری اراضی به دست آمده از تصاویر سنجش از دور بایستی حداقل ۸۵ درصد باشد. در این مرحله از پژوهش، برای کسب اطمینان از صحت طبقه‌بندی انجام شده اقدام به ارزیابی دقت طبقه‌بندی کرده و در طی عملیات میدانی به‌طور تصادفی نقاط کنترل با GPS از سطح منطقه برداشت شده تعداد ۴۹ نقطه مرجع (برداشت زمینی) و پارامترهای ارزیابی دقت طبقه‌بندی

ضرایب آماری کاپا و دقت کلی طبقه‌بندی استخراج شد. در این پژوهش مقادیر ضریب کاپا و دقت کلی به ترتیب ۰,۹۱۳ و ۰,۹۴۶ به دست آمد که نشان‌دهنده دقت بالای تکنیک‌های شیء‌گرا در شناسایی و استخراج زمین‌لغزش‌ها می‌باشند. جدول (۴) مشخصات زمین‌لغزش‌های شناسایی شده و مطابقت آن با نقشه نهایی پهنه‌بندی زمین‌لغزش را نشان می‌دهد.

جدول ۴- مشخصات زمین‌لغزش‌های شناسایی شده و تطابق آن با نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش در منطقه

پتانسیل خطر وقوع زمین‌لغزش	تعداد زمین‌لغزش	درصد زمین‌لغزش	مساحت زمین‌لغزش به هکتار
خطر خیلی کم	۱	۱/۲۳	۵/۴۶
خطر کم	۶	۷/۴	۲۱/۶۹
متوسط	۲۴	۲۹/۶۲	۱۲۹/۳
زیاد	۳۵	۴۳/۲	۱۹۲/۲۱
خیلی زیاد	۱۵	۱۸/۵۱	۴۰/۰۶
مجموع	۸۱	۱۰۰	۳۸۸/۷۲

امروزه، تصاویر حاصله از سنجش‌ازدور جدیدترین اطلاعات در جهت مطالعه رخدادهای روی زمین شناخته شده است. در این تحقیق تصویر ماهواره سستینل با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر، به‌منظور شناسایی زمین‌لغزش‌ها (در حوضه آبریز شاهرود چایی)، با دقت‌های بالاتر کلاس‌بندی، به روش شیء‌گرا در محیط نرم‌افزار ۹,۱ eCognition Developer مورد پردازش قرار گرفتند. مناطق آسیب‌دیده از زمین‌لغزش‌ها، در یک تصویر با روشنایی بیشتری ظاهر می‌گردند. این ویژگی در زمین‌لغزش تازه رخ داده، توسط داده‌های سنجش‌ازدور به‌خوبی ثبت شده و به‌عنوان اولین معیار برای تشخیص تفسیر بصری تصویر استفاده می‌گردد. این تغییرات پوشش زمین را می‌توان برحسب NDVI، بهتر نشان داد که دارای سطوح پایین پوشش گیاهی است؛ بنابراین، NDVI به‌عنوان یکی دیگر از معیارها برای شناسایی مناطق مستعد زمین‌لغزش و جدا کردن آن‌ها از سایر مناطق مانند زمین جنگل، باغ و زمین محصول استفاده گردد. عوامل ناپایداری با سهم متفاوت در وقوع حرکات توده‌ای، به‌خصوص در وقوع زمین‌لغزش‌ها نقش دارند. نقش هرکدام از عوامل یاد شده با توجه به شرایط توپوگرافی، زمین‌شناسی و فعالیت‌های انسانی کاملاً متفاوت است. توپوگرافی نقش مهمی در میزان دسترسی افق‌های خاک به رطوبت دارد و روی میزان نفوذ آب و سرعت رواناب و حالت اشباع یا غیر اشباع بودن لایه‌های خاک تأثیر می‌گذارد. بیشتر حرکات دامنه‌ای در شیب‌های بالای ۷ درصد در ارتفاعات بالای ۱۳۷۰ متر رخ داده است، به نظر می‌رسد در شیب‌های کمتر از ۷ درصد و ارتفاعات کمتر از ۱۳۷۰ متر به دلیل کاهش تأثیر نیروی جاذبه بر دامنه‌ها و در شیب‌های بیشتر از ۲۸ درصد و در ارتفاعات بیشتر از ۲۶۰۰ متر به دلیل تضعیف فرایند خاک‌زایی به‌تبع آن عدم وجود مواد مستعد برای وقوع لغزش احتمال آن کاهش می‌یابد.

همچنین وجود جاده و رودخانه نقش افزایشی در وقوع زمین لغزش‌های منطقه داشته‌اند، به این دلیل که جاده‌سازی در دامنه‌های با شیب تندتر (بیش از ۱۵ درصد) به دلیل زیربری ناهمواری‌ها و رودخانه به دلیل فراهم کردن رطوبت کافی و افزایش قدرت تخریبی و فرسایش باعث کاهش پایداری دامنه‌ها شده و وقوع زمین لغزش را تسهیل می‌بخشد. همچنین ساختارهای زمین‌شناسی به‌ویژه گسل‌ها در شکل‌گیری و وقوع زمین لغزش‌ها نقش اساسی دارند. در اغلب موارد در کنار هر زمین لغزش و یا با فاصله کمی از توده لغزنده گسلی قرار دارد که ورود آب را به درون توده دارای پتانسیل لغزش تسهیل می‌کند. لازم به ذکر است که شاخص‌های پوشش گیاهی NDVI و شاخص روشنایی (Brightness) اهمیت بیشتری در شناسایی مناطق مستعد زمین لغزش دارند.

۴- جمع‌بندی

با مروری بر تحقیقات قبلی و مقایسه‌ی نتایج آن‌ها با یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان دریافت که تحلیل‌های صورت گرفته و خروجی حاصل از این مقاله، نشان‌دهنده‌ی توانایی و کارایی بسیار زیاد تکنیک‌های شیء‌گرا تصاویر ماهواره‌ای در استخراج زمین لغزش‌های منطقه موردنظر می‌باشد. با استفاده از تکنیک شیء‌گرا زمین لغزش‌های رخ داده در منطقه با دقت ۹۴ درصد و ضریب کاپای ۹۱ درصد شناسایی گردیدند. این دقت بالا بیشتر به این دلیل است که در این روش، علاوه بر استفاده از اطلاعات طیفی، از اطلاعات مربوط به محتوا، شکل، بافت و تن نیز برای طبقه‌بندی استفاده می‌شود؛ بنابراین با بهره‌گیری از اطلاعاتی غیر از ارزش‌های عددی در طبقه‌بندی تصاویر، موجبات افزایش دقت طبقه‌بندی می‌شود. نتایج این تحقیق با نتایج حاصله از پژوهش‌های صورت پذیرفته‌شده توسط فیضی زاده و بلاشکا (۲۰۱۳)، مارتا و همکاران (۲۰۱۰)، هولینگ و همکاران (۲۰۱۵) که همگی بر کارایی و توانایی بالای تکنیک پردازش شیء‌گرا در استخراج و آشکارسازی زمین لغزش‌های یک منطقه تأکید داشته‌اند، مطابقت دارد؛ و در ادامه کار جهت پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از نظر خطر وقوع زمین لغزش مدل تحلیل شبکه (ANP) مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس نقشه تهیه شده بخش‌های مرکزی منطقه مورد مطالعه از نظر وقوع زمین لغزش بیشترین پتانسیل وقوع زمین لغزش را دارد. با توجه به اطلاعات جدول شماره ۳، ۳۹/۱۳ درصد از اراضی محدوده مورد مطالعه به‌عنوان منطقه‌ای با پتانسیل خیلی زیاد برای وقوع زمین لغزش در نظر گرفته شده‌اند. از طرفی بررسی نتایج به دست آمده نشان داد که در مجموع تعداد ۸۱ زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای استخراج گردید که از این تعداد ۶۸ مورد با زمین لغزش‌های ثبت‌شده مطابقت کامل داشتند که نشان از دقت بالای پردازش شیء‌گرا در استخراج و شناسایی زمین لغزش‌ها می‌باشد و در ادامه مطابق جدول (۴)، مشاهده می‌گردد که از مجموع ۸۱ زمین لغزش شناسایی شده، تعداد ۵۰ زمین لغزش معادل ۶۱/۷۲ درصد زمین لغزش‌های رخ داده در پهنه‌های خطر زیاد و خیلی زیاد رخ داده‌اند؛ و این نتیجه نیز دلالت بر کارایی مدل تحلیل شبکه در پهنه‌بندی منطقه مورد نظر از نظر وقوع خطر زمین لغزش می‌باشد.

کتابنامه

- روستایی، شهرام؛ عزیزاده، راحله؛ ۱۳۹۱. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه صوفی چای (مراغه) با استفاده از روش آنالگان. *فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی*. ۳۹۱۲. صص. ۱۷-۳۵.
- شادفر، صمد؛ ۱۳۸۴. ارزیابی تحلیلی مدل‌های کمی زمین‌لغزش به‌منظور دستیابی به مدلی مناسب برای حوضه آبخیز چالکرو. رساله دکتری تخصصی. دانشگاه تهران. دانشکده جغرافیا. ص ۲۲۵.
- عابدینی، موسی؛ پیروزی، الناز؛ ۱۳۹۸. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از تلفیق روش‌های Hot Spot, ANP, WIC (مطالعه موردی: شهرستان خلخال) *مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره ۳۲. صص ۱۹-۳۶.
- عابدینی، موسی؛ روستایی، شهرام؛ فتحی، محمدحسین؛ ۱۳۹۷. شناسایی و طبقه‌بندی انواع زمین‌لغزش با استفاده از ویژگی‌های طیفی و مکانی با رویکرد شیء‌گرا (نصیرآباد تا سد ستارخان اهر، نشریه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی. سال ۲۲. شماره ۶۶. صص ۱۸۷-۲۰۵.
- فرجی سبکبار، حسن علی؛ بدری، سیدعلی؛ مطیعی لنگرودی، سیدحسن؛ شرفی، حجت‌الله؛ ۱۳۸۹. سنجش میزان پایدار نواحی روستایی بر مبنای مدل تحلیل شبکه، با استفاده از تکنیک بردار مطالعه موردی: نواحی روستایی شهرستان فسا. *پژوهش‌های جغرافیای انسانی (پژوهش‌های جغرافیایی)*. دوره ۴۲. شماره ۷۲. صص ۱۵۵-۱۳۵.
- فیضی زاده، بختیار؛ حاجی میررحیمی، سید محمود؛ ۱۳۸۶. آشکارسازی تغییرات فضای سبز شهر تبریز با استفاده از روش‌های شیء‌گرا.
- فیضی‌زاده، بختیار؛ ۱۳۹۶. ارزیابی تطبیقی تکنیک‌های پردازش پیکسل پایه و شیء‌گرا در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای Aster برای استخراج نقشه‌های اراضی کشاورزی و باغی در حاشیه شرقی دریاچه ارومیه. *فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی*. دوره ۲۸. شماره ۱۰۹. صص ۱۸۳-۱۶۷.
- مددی، عقیل؛ بهشتی جاوید، ابراهیم؛ آقازاده، نازفر؛ ۱۳۹۸. پهنه‌بندی و ارزیابی پتانسیل وقوع زمین‌لغزش در حوضه آبریز کندیرق چای با استفاده از مدل ANP. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*. سال بیست و یکم. شماره ۶۲. پاییز ۱۴۰۰. صص ۲۶۰-۲۴۳.
- معزز، سمیه؛ روستایی، شهرام؛ رحیم‌پور، توحید؛ ۱۳۹۸. پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش در حوضه آبخیز نهندچای با استفاده از مدل ANP و تکنیک GIS، *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*. سال ۸. شماره ۲. صص ۲۷-۲۳.
- نادری، فتح‌الله؛ ۱۳۹۸. امکان‌سنجی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز کلارود با استفاده از GIS. *فصلنامه جغرافیایی سرزمین*. سال شانزدهم. شماره ۶۳. صص ۱۴۵-۱۳۲.
- نصیری، شهرام؛ ۱۳۸۳. نگرشی بر زمین‌لغزش‌های ایران (بررسی موردی: ناپایداری شیب‌ها در جاده هراز). *پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور*. صفحه ۱.
- یمانی، مجتبی؛ احمدآبادی، علی؛ زارع، غلامرضا؛ ۱۳۹۱. به کارگیری الگوریتم ماشین‌های پشتیبان بردار در پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش (مطالعه موردی: حوضه آبریز درکه). *جغرافیا و مخاطرات محیطی* - دانشگاه فردوسی مشهد. سوم. صص ۱۲۵-۱۴۲.

- Abedi Gheshlaghi H., & Feizizadeh B., 2017. An integrated approach of analytical network process and fuzzy based spatial decision making systems applied to landslide risk mapping. *Journal of African Earth Sciences* 133: 15-24.
- Abedini, M., & Tulabi, S., 2018. Assessing LNRF, FR, and AHP models in landslide susceptibility mapping index: a comparative study of Nojian watershed in Lorestan province, Iran. *Enviro Earth Sci* 77:405. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7524-1>.
- Comert, R., Avdan, U., Gorum, T., & Nefeslioglu, H. A. (2019). Mapping of shallow landslides with object-based image analysis from unmanned aerial vehicle data. *Engineering Geology*, 260, 105264.
- eCognition Developer 2012: Userguide, eCognition Developer Imaging.
- Feizizadeh, B., & Thomas B., 2014. An uncertainty and sensitivity analysis approach for GIS-based multicriteria landslide susceptibility, *International Journal of Geographical Information Science*, 2014 Vol. 28, No. 3, 610–638, <http://dx.doi.org/10.1080/13658816.2013.869821>.
- Guzzetti, F., 2005. Landslide hazard and risk assessment. Ph. D Dissertation, Bonn.
- Hölbling, D., Friedl, B., Eisank, C., 2014. Object-based change detection for landslide monitoring based on SPOT imagery. In EGU General Assembly Conference Abstracts, 16(3), 10634.
- Ihsan, Y., Metin D. d., 2007. Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis – A case study for a textile firm, *Information Sciences* 177, 3364–3382.
- James D, H., Daniel L, C., Martha S, G., Sandy, p., Emily H, W., 2006. Tidal Wetland Classification From Landsat Imagery Using An Integrated Pixel-based and Object-based Classification Approach. ASPRS 2006 Annual Conference Reno, Nevada. May 1-5, 2006.
- Martha, T. R., Kerle, N., Jetten, V., van Westen, C. J., Kumar, K. V., 2010. Characterising spectral, spatial and morphometric properties of landslides for semi-automatic detection using object-oriented methods. *Geomorphology*, 116(1), 24-36.
- Roering, J. J., Kirchner, J. W., Dietrich, W. E., 2005. Characterizing structural and lithologic controls on deep-seated landsliding: Implications for topographic relief and landscape evolution in the Oregon Coast Range, USA. *Geological Society of America Bulletin*, 117(5-6), 654-668.
- Sanwei He, S., Pan, P., Dai, L., Wang, H., Liu, J., 2012. Application of kernel-based Fisher discriminant analysis to map landslide susceptibility in the Qinggan River delta, Three Gorges, China. *Geomorphology*, 171, 30-41.
- Yalcin, A., 2011. GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): comparisons of results and confirmations. *Catena*, 72(1), 1-12.
- Yilmaz, I., 2009. Landslide susceptibility mapping using frequency ratio, logistic regression, artificial neural networks and their comparison: a case study from Kat landslides (Tokat—Turkey). *Computers & Geosciences*, 35(6), 1125-1138.



Synoptic and Thermodynamic Analysis of Thunder Storms in Plateau of Iran

Seyed Asaad Hosseini ^{a*}, Alireza Karbalaee ^b

^a Department of Climatology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

^b Department of Climatology, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Received: 16 April 2021

Revise: 24 May 2021

Accepted: 20 June 2021

Abstract

Iran is a country that is faced with storms, thunderstorms, hail and floods every year. Therefore, in the present study, the temporal and spatial distribution and synoptic and thermodynamic analysis of the thunder storm occurrence in a large part of the Iran have been addressed. For this purpose, the data related to days with a thunderstorm of 20 synoptic stations in the eastern part of the Iran and geopotential heights (hgt), omega and specific moisture content (shum) data were used during the statistical period (2010-2015). After extraction of days with thunderstorms, ArcGIS software and IDW method were used for the temporal and spatial distribution maps. Then, using GrADS software synoptic maps were prepared and analyzed for different levels of atmosphere. Also, for the thermodynamic analysis, the Skew-t charts and CAPE and PWAT indices were used. The results of the temporal and spatial distribution have showed that from Jiroft city in the province of Kerman to the high latitudes in April and May, the highest frequency of thunder storms is observed and to the lower latitudes from December to February, there are a lot of thunder storms. In the northern part of the study area, the most frequent occurrence is in the spring and in the southern part of the region, the most occurrences occur in the winter. In total, in all the study areas throughout the year, there is shortly thunderstorm event. The results of the synoptic analysis also showed that during the days with thunderstorms, the negative omega and the ascending and unstable air, and on the other hand, the influence of moisture on the atmosphere of the area and the placement under the cut of low and the front of the Trough, conditions for the occurrence of this Provides a phenomenon. Investigating the skew-t charts and the CAPE and PWAT indices also indicate that there is more humidity in storm day than the day before the storm and the instability resulting from a severe convective rise (about twice) on the day of thunderstorm.

Keywords: Iran, Temporal and Spatial Distribution, Thunder storm, Synoptic analysis, Thermodynamic analysis, skew-t

*. Corresponding author: Seyed Asaad Hosseini E-mail: Hosseini.asad8@gmail.com Tel:+98937840280

How to cite this Article: Hosseini,S.,Karbalaee,A.(2021). Synoptic and Thermodynamic Analysis of Thunder Storms in Plateau of Iran. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(3), 59-81.
doi: 10.22067/geoh.2021.70450.1061



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

doi : <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70450.1061>

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۸۱-۵۹
مقاله پژوهشی

واکاوی همدیدی و ترمودینامیکی وقوع طوفان‌های تندری در فلات ایران

سید اسعد حسینی^۱ - دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
علیرضا کربلایی درئی - دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۲۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۳/۳ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۳/۳۰

چکیده

ایران کشور است که هر ساله با طوفان‌های تندری زیادی روبه‌رو است. لذا در پژوهش حاضر به توزیع زمانی و مکانی و همچنین واکاوی همدیدی و ترمودینامیکی وقوع طوفان‌های تندری در بخش وسیعی از فلات ایران پرداخته شد. بدین منظور از داده‌های مربوط به روزهای همراه با طوفان تندری، ۲۰ ایستگاه همدید در فلات ایران با تأکید بر نیمه شرقی کشور و همچنین داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل (hgt)، امگا (Omega) و رطوبت ویژه (Shum) در طول دوره آماری ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ استفاده شد. پس از استخراج روزهای همراه با طوفان تندری، با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS و روش IDW نقشه‌های توزیع زمانی و مکانی تهیه گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار GrADS نقشه‌های همدیدی لازم در ترازهای مختلف جو تهیه و تحلیل گردید. بررسی‌های ترمودینامیکی نیز با استفاده از نمودارهای Skew-t و شاخص‌های CAPE و PWAT انجام شد. نتایج حاصل از توزیع زمانی و مکانی نشان داد که در مقیاس ماهانه، از ایستگاه جیرفت در استان کرمان به سمت عرض‌های بالا در ماه‌های آوریل و می، بیشترین فراوانی طوفان تندری وجود داشته و به طرف عرض‌های پایین‌تر از ماه دسامبر تا فوریه فراوانی طوفان‌های تندری بیشتر می‌گردد. در مقیاس فصلی نیز در نیمه شمالی منطقه مورد مطالعه بیشترین رخداد طوفان‌های تندری در فصل بهار دیده می‌شود؛ در حالی که در نیمه جنوبی بیشترین فراوانی مربوط به فصل زمستان است. در مجموع در همه

Email: Hosseini.asad8@gmail.com

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۳۷۸۴۰۲۸۰۴

نحوه ارجاع به این مقاله :

حسینی، سید اسعد، کربلایی، علیرضا. (۱۴۰۰). واکاوی همدیدی و ترمودینامیکی وقوع طوفان‌های تندری در فلات ایران. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰(۳)، صص ۸۱-۵۹.
<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70450.1061>

مناطق مورد مطالعه در طول سال کم و بیش پتانسیل رخداد طوفان تندری وجود دارد. نتایج حاصل از واکاوی همدیدی نیز نشان داد که در روزهای همراه با طوفان تندری، اُمگای منفی و صعود و ناپایدار هوا حاکم بوده و از سوی دیگر، نفوذ رطوبت به جو منطقه و قرارگیری در زیر سرد چال‌ها و جلوی ناوه، شرایط را برای رخداد این پدیده فراهم می‌کند. بررسی نمودارهای skew-t و شاخص‌های CAPE و PWAT نیز بیانگر وجود رطوبت بیشتر در روز طوفان نسبت به روز قبل از طوفان و ناپایداری ناشی از صعود همرفتی شدید (حدود دو برابر) در روز رخداد طوفان تندری است.

کلیدواژه‌ها: ایران، توزیع زمانی و مکانی، طوفان تندری، تحلیل همدیدی، تحلیل ترمودینامیکی، Skew-t

۱- مقدمه

طوفان تندری یکی از مخاطرات آب و هوایی است که ویژگی آن حضور آذرخش و اثر صوتی آن در جو زمین به نام تندر است. طوفان‌های تندری یکی از جلوه‌های خشن طبیعت هستند که هم برای هواپیماها و کشتی‌ها و هم برای ساکنین روی خشکی خطرناک هستند. تمام خصوصیات بارز یک طوفان تندری مانند باد شدید، تگرگ، رعدوبرق و رگبار بسیار شدید تماماً حاصل ایجاد یک سلول همرفتی بزرگ در جو است. نتیجه قابل رؤیت این سلول تنوره‌ای از ابرهای کومولونیمبوس است که ابتدا از یک ابر کومولوس شروع شده و به سرعت صعود نموده و به ابر کومولونیمبوس تبدیل می‌گردد. قسمت فوقانی این ابر تا بخش تحتانی آن ممکن است چندین کیلومتر فاصله داشته باشد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۲). امروزه این پدیده‌های حدی در مقیاس محلی به‌ویژه در مناطقی که وقوع آن‌ها معمول نیست، گسترش یافته و می‌تواند از مظاهر تغییر اقلیم به شمار آید (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۲). بدین لحاظ بررسی این پدیده از اهمیت ویژه برخوردار است. بررسی‌ها نشان داده است که علاوه بر شرایط همدیدی، محل وقوع و دمای سطح دریا که دو عامل اصلی تشکیل طوفان می‌باشند رشد و تکامل و مسیر حرکت طوفان‌ها، می‌توان به شدت تحت تأثیر دینامیک و ترمودینامیک طوفان قرار گیرد (صلاحی، ۱۳۸۹). بنابراین روش‌های پیش‌بینی مرسوم مانند روش‌های همدیدی در بیشتر موارد قادر به تشخیص این نوع پدیده‌ها نبوده و نیاز به استفاده از روش‌های دیگر مانند تحلیل‌های ترمودینامیکی و تحلیل شاخص‌های ناپایداری نیز ضروری به نظر می‌رسد (ایرانپور و همکاران، ۱۳۹۴). در زمینه طوفان‌های تندری پژوهش‌های زیادی در داخل و خارج کشور صورت گرفته است. به نظر می‌رسد اولین بار چانگنون و سو^۱ (۱۹۸۴) به واکاوی مکانی و زمانی روزهای تندری در جهان پرداخته‌اند. هدف اصلی پژوهش آنان توصیف نوسان‌های فصلی و سالانه بوده است. ولی در مورد ناپایداری، قبل از چانگنون و سو (۱۹۸۴) نیز پژوهش‌هایی انجام شده است. شوالتر^۲ (۱۹۵۳) شاخصی را برای تعیین میزان ناپایداری و پیش‌بینی وقوع

1 Changnon and Hsu

2 Showalter

رعدوبرق و تگرگ معرفی کرد که به نام شاخص شوالتر^۱ مشهور است. مطالعات گالوی^۲ (۱۹۵۶) منجر به معرفی شاخص صعود (LI)^۳ شد که با تفاوت کمی به شیوه شاخص شوالتر محاسبه می‌شود. جرج^۴ (۱۹۶۰) به وسیله یک فرمول ساده شاخص K را با استفاده از دما و نقطه شبنم سطوح مختلف جو تعیین و معرفی کرد. میلر^۵ (۱۹۷۵) پس از انجام مطالعاتی با ترکیب چندین متغیر، شاخص‌های جدیدی به نام شاخص خطر هوای مخرب^۶ و شاخص مجموع مجموعه‌ها^۷، برای پیش‌بینی ناپایداری‌های منجر به طوفان تندری و تورنادو معرفی کرد. مانکریف و میلر^۸ (۱۹۷۶) شاخص جامع و بسیار با ارزش انرژی پتانسیل در دسترس همرفتی^۹ را معرفی کردند که نشانگر میزان احتمال و شانس فعالیت طوفان‌های تندری است. هنری^{۱۰} (۲۰۰۰)، کراوس و سانتوس^{۱۱} (۲۰۰۴) و کورالتو^{۱۲} (۲۰۰۷) نیز شناسایی ناپایداری‌های جوی را برای برخی پدیده‌های جوی نظیر رگبارها، طوفان‌های تندری و تورنادوها ضروری می‌دانند. گوتلیب^{۱۳} (۲۰۰۹) مجموعه‌ای از شاخص‌های ناپایداری را در محیط طوفان‌های تندری به‌طور ویژه برای شمال شرق ایالات متحده محاسبه و آزمون کرد و نشان داد طوفان‌های تندری در ماه‌های ژوئن تا اوت رخ داده‌اند و بهترین پیش‌بینی کننده در اغلب موارد شاخص صعود و شاخص CAPE عنوان شد. چاودری و میدی^{۱۴} (۲۰۱۴) با مقایسه ویژگی‌های دینامیکی و ترمودینامیکی طوفان‌های تندری در عرض‌های میانه و حاره‌ای پرداختند و نشان دادند که توده‌های هوا و فعالیت‌های جبهه‌ای باعث ایجاد سامانه همرفتی شدید حتی با انرژی همرفتی کم روی دنور (ایستگاه معرف عرض‌های میانه) می‌شود؛ درحالی‌که تحریک رطوبت و دینامیک جو^{۱۵} بال، طوفان‌های تندری شدید را در کلکته (ایستگاه معرف عرض‌های حاره‌ای) ایجاد می‌کند. تامپسون^{۱۵} (۲۰۰۴) با استفاده از تفاضل شاخص K و شاخص صعود، شاخص جدیدی را به نام خود معرفی و مقادیر این شاخص را به‌صورت تجربی بر روی شرق و غرب کوه‌های راکی بررسی کرد. لانز^{۱۶} (۲۰۲۰) به تحلیل لاگرانژی طوفان‌های تندری در سوئیس پرداخت و با استفاده از مدل WRF مسیرهای طوفان تندری را برای ماه می سال ۲۰۱۸ شبیه‌سازی نمود.

1 Showalter Index (SI)

2 Galway

3 Lifted Index (LI)

4 GEORGE

5 Miller

6 Severe Weather Treat Index (SWEAT)

7 Total Totals (TT)

8 Moncrieff and Miller

9 Convective Available Potential Energy (CAPE)

10 Henry

11 Krauss and Santos

12 Queralt et al

13 Gottlieb

14 Chaudhuri and Middey

15 Thompson

16 Lanz

پیزیوت و همکاران^۱ (۲۰۲۱) نیز به واکاوی رخداد طوفان‌های تندری با استفاده از شاخص‌های ترمودینامیکی در شمال اروپا پرداختند. هلالی و همکاران (۲۰۲۱) به واکاوی همدیدی و دینامیکی ناهنجاری‌های بارش در ایران پرداختند. نتایج نشان داد که استقرار پرفشار عربستان در دریای عرب، فرارفت گرما و رطوبت به سمت ایران و گسترش تراف در خاورمیانه باعث افزایش شدت و گسترش بارش‌ها در ایران شده است. صلاحی (۱۳۸۹) به بررسی ویژگی‌های آماری و همدیدی طوفان‌های تندری در استان اردبیل پرداخت و نشان داد بیشترین رخداد طوفان تندری متعلق به اردیبهشت‌ماه است. میراحمدی (۱۳۹۱) به بررسی و شناسایی ویژگی‌های آماری طوفان تندری در کوه‌رنگ استان چهارمحال و بختیاری پرداخت و نشان داد بیشترین رخداد این طوفان در فصل بهار و در ماه فروردین است. امیدوار و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی و تحلیل همدیدی سه رخداد تگرگ شدید در استان فارس پرداختند و نشان دادند که در هر سه دوره انتخابی ریزش تگرگ در استان، در فروردین‌ماه و در اثر تشکیل و تقویت کم‌فشار بریده (سرد چال) در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و ایجاد کم‌فشار و ناپایداری در سطح دریا است. صفری (۱۳۹۳) به تحلیل آماری طوفان‌های تندری و الگوهای همدیدی توأم با آن در استان زنجان پرداخت. نتایج نشان داد مهم‌ترین سیستم‌های همدیدی حاکم بر منطقه، زبانه‌هایی از کم‌فشارهای مدیترانه‌ای و سودانی هستند. ایرانی‌پور و همکاران (۱۳۹۴) به تحلیل همدیدی و ترمودینامیکی طوفان‌های تندری در همدان پرداختند. نتایج نشان داد پرفشار سرد و ریزش هوای سرد به لایه‌های میانی جو و وجود کم‌فشار جنوبی در لایه زیرین جو که جریانات گرم و مرطوب عربستان را به منطقه وارد می‌کند باعث رشد ابر و ایجاد طوفان‌های تندری می‌گردد. معصوم پور و همکاران (۱۳۹۵) به واکاوی آماری و همدیدی طوفان‌های تندری در استان‌های بوشهر و هرمزگان پرداختند. نتایج همدیدی حاکی از نفوذ بادهای غربی تا جنوب عربستان و قرارگیری ناحیه واگرایی و منطقه فرا رفت تاوایی مثبت روی منطقه مطالعاتی است که شرایط ناپایداری و صعود هوا را ایجاد می‌کند. فلک و همکاران (۱۳۹۹) به تحلیل زمانی و مکانی طوفان‌های تندری در جنوب غرب ایران پرداختند. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین فراوانی طوفان‌های تندری مربوط به ایستگاه دزفول با ۴۷۹ رخداد و رامهرمز با ۲۵۲ رخداد است. خوش‌اخلاق و ماهوتچی (۱۳۹۹) به واکاوی همدیدی بارش‌های تندری مخرب در مشهد پرداختند. نتایج نشان داد منابع رطوبتی بارش‌های تندری صورت گرفته در مشهد؛ دریای عرب، دریای سرخ، خلیج فارس و دریای عمان است.

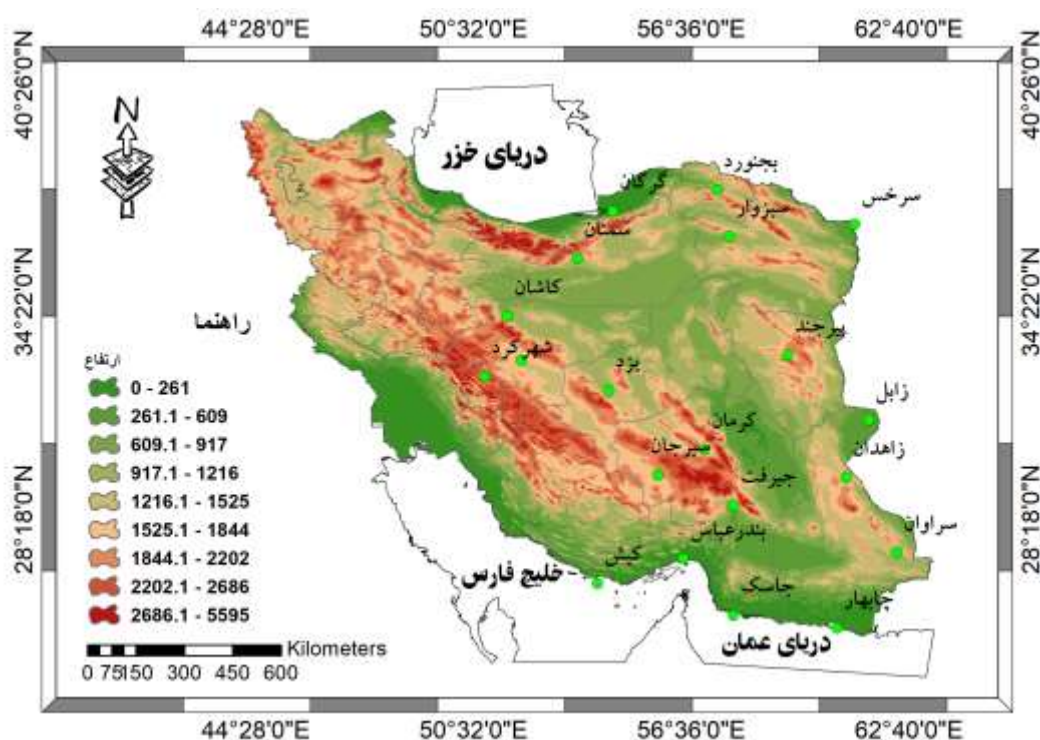
فلات ایران به دلیل قرارگیری در عرض‌های میانی محل ورود سامانه‌های برون حاره، جنب حاره و حاره‌ای در زمان‌های خاصی است که ورود برخی از این سامانه‌ها، فراوانی رخداد پدیده طوفان تندری را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین به دلیل تغییر دمای سطح زمین در طول شبانه‌روز فراوانی رخداد این پدیده در ساعت‌های خاصی به‌ویژه در ساعت‌های پس از نیم‌روز افزایش می‌یابد. بررسی پیشینه‌های پژوهش نشان داد که پژوهش‌های

صورت گرفته در کشور در زمینه طوفان‌های تندری بیشتر به صورت موردی و بر روی نیمه غربی کشور انجام گرفته است و پژوهشی جامع در نیمه شرقی کشور صورت نگرفته است، بنابراین هدف این پژوهش واکاوی همدیدی و ترمودینامیکی طوفان‌های تندری و تبیین ویژگی‌های مکانی و زمانی این پدیده در نیمه شرقی فلات ایران است.

۲- مواد و روش

۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه پژوهش بخش وسیعی از فلات ایران در شمال شرق، شرق، مرکز و جنوب شرق کشور را دربرمی گیرد که استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، کرمان، یزد، خراسان جنوبی، خراسان شمالی، خراسان رضوی، اصفهان، سمنان و گلستان و چهارمحال و بختیاری را شامل می‌شود. جهت بررسی منطقه مورد مطالعه از نظر رخداد زمانی و مکانی طوفان‌های تندری، تعداد ۲۰ ایستگاه همدید با توزیع مناسب در سطح منطقه انتخاب گردید که موقعیت جغرافیایی آن‌ها در شکل (۱) آمده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

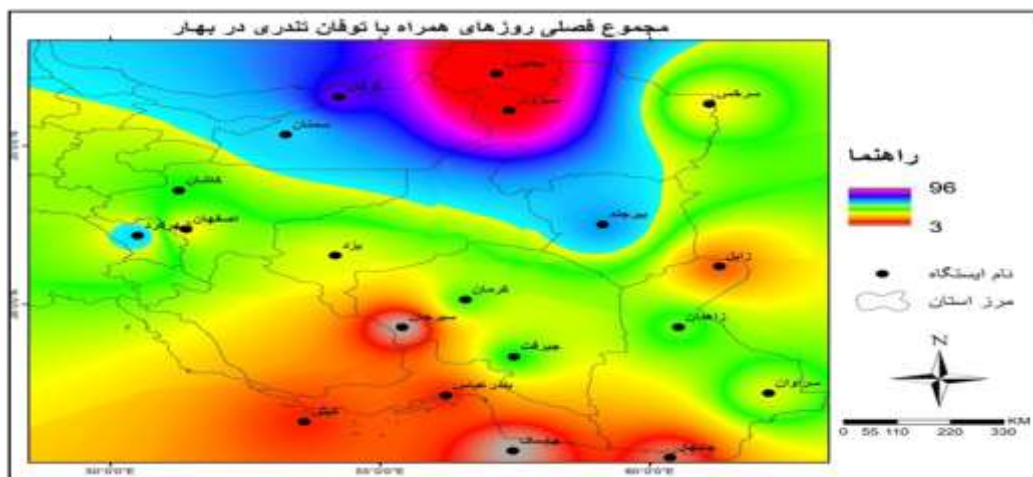
۲-۲- روش انجام پژوهش

برای شناسایی پدیده اقلیمی مخرب طوفان تندری در این پژوهش، ابتدا برای دوره آماری ۶ ساله (۲۰۱۵-۲۰۱۰)، داده‌های روزهای همراه با طوفان تندری، از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید. سپس ۲۰ ایستگاه همدید با توزیع مناسب در سطح منطقه مورد مطالعه انتخاب گردید. در ادامه با فراخوانی داده‌ها به نرم‌افزار اکسل، داده‌ها به صورت میانگین ماهانه، فصلی و سالانه برای ایستگاه‌های مورد بررسی استخراج گردید. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 10.6 و روش میانابی IDW به تهیه نقشه توزیع زمانی و مکانی طوفان تندری منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. سپس روزهای نماینده همراه با طوفان تندری در چهار ایستگاه بجنورد (نماینده شمال شرق)، اصفهان (نماینده ایران مرکزی)، کیش (نماینده جنوب) و جیرفت (نماینده جنوب شرق) جهت واکاوی همدیدی انتخاب شدند و در ادامه نقشه‌های اُمگا، ارتفاع ژئوپتانسیل و نقشه‌های رطوبت ویژه با استفاده از داده‌های بازکاوی اخذ شده از تارنمای اداره ملی اقیانوسی و جوی ایالات متحده (NOAA) برای روزهای نماینده با استفاده از نرم‌افزار GrADS ترسیم گردید. برای اینکه منطقه مورد نظر به صورت همدیدی مورد بررسی قرار گیرد، نقشه‌های همدیدی برای طول ۲۵ درجه شرقی تا ۷۵ درجه شرقی و عرض ۱۰ درجه شمالی تا ۵۰ درجه شمالی انتخاب گردید. همچنین نمودار اسکوتی (Skew-t) که جهت تحلیل‌های ترمودینامیک به کار می‌رود از سایت دانشگاه وایومینگ برای تنها ایستگاه دارای آمار و اطلاعات جو بالای منطقه مورد مطالعه یعنی ایستگاه همدید اصفهان اخذ گردید. این نمودار در محاسبه کمیت‌های مختلفی که رادیوسوند نمی‌تواند آن‌ها را اندازه‌گیری کند به کار می‌رود. روی این نمودار دو منحنی دما و نقطه شبنم رسم می‌شود که سوندینگ نامیده شده و تصویر عمودی از شرایط جوی دیده‌بانی را ارائه خواهد کرد و اجازه محاسبات چندین کمیت مختلف ترمودینامیکی و شاخص ناپایداری مورد نیاز جهت پیش‌بینی‌ها را می‌دهد که در این پژوهش بر شاخص‌های انرژی پتانسیل در دسترس همرفتی (CAPE) و شاخص آب قابل بارش (PWAT) تأکید شد که در تشخیص و پیش‌بینی طوفان‌های تندری مفید است. شاخص CAPE نشان‌دهنده انرژی جنبشی ممکن بسته هوای ناپایدار بدون در نظر گرفتن اثر بخار آب متراکم شده در اثر صعود است. مقادیر بالاتر از صفر شاخص CAPE، نشان‌دهنده وجود ناپایداری است و هرچه مقادیر آن زیادتر باشد، اختلاف دمای محیط و دمای بسته‌هوای بالارونده نیز بیشتر است و نیروی شناوری قوی‌تر و در نتیجه شتاب بالارو بیشتر خواهد شد و به این معنی است که طوفان به سرعت در راستای قائم در حال توسعه است.

۳- نتایج و بحث

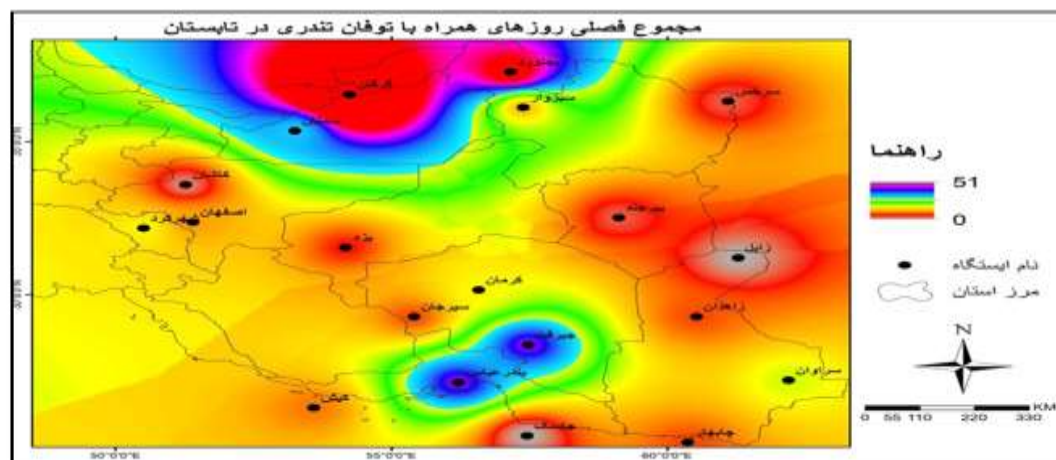
بررسی توزیع زمانی و مکانی وقوع طوفان‌های تندری نشان می‌دهد که بهار فصل وقوع طوفان‌های تندری در منطقه مورد مطالعه به‌ویژه برای نیمه شمالی است که هسته آن در مناطق اطراف استان خراسان شمالی و شمال استان

خراسان رضوی و شرق استان گلستان است. به صورت تدریجی از شدت رخداد این پدیده به عرض‌های پایین کاسته می‌شود و مناطق سیرجان، چابهار و جاسک از مناطق نسبتاً آرام این فصل به شمار می‌روند (شکل ۲).



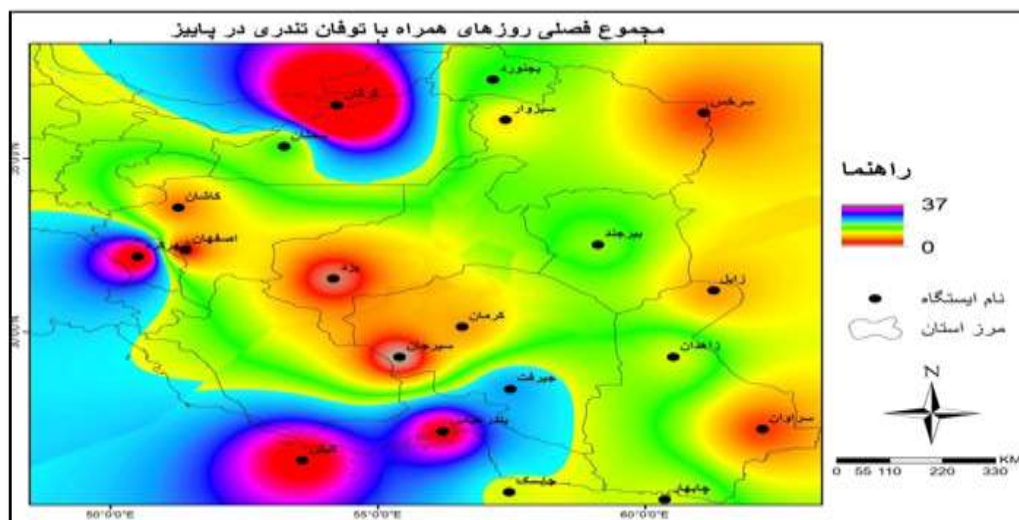
شکل ۲- توزیع مکانی روزهای همراه با طوفان تندرین در فصل بهار طی دوره مورد مطالعه

توزیع رخداد طوفان تندرین در فصل تابستان نسبت به فصل بهار کمی متفاوت است. در این فصل در کل از تعداد رخداد طوفان‌های تندرین کاسته شده است. هسته حداکثری وقوع این پدیده کمی به سمت عرض‌های بالاتر عقب‌نشینی کرده به طوری که از استان سمنان به عرض‌های پایین به شدت از تعداد روزهای همراه با طوفان تندرین کاسته شده است که در زابل و کاشان تا ۲ مورد رسیده است. بخش جنوبی و سواحل مکران هم به جز منطقه جیرفت و بندرعباس که دو هسته حداکثری‌اند، در کل جزو منطقه کم رخداد این پدیده به شمار می‌روند. بر اساس نتایج حاصل، در این فصل دو هسته بیشینه تعداد روزهای همراه با طوفان‌های تندرین در مجاورت دو پهنه آبی دریای خزر و خلیج فارس واقع شده‌اند (شکل ۳).



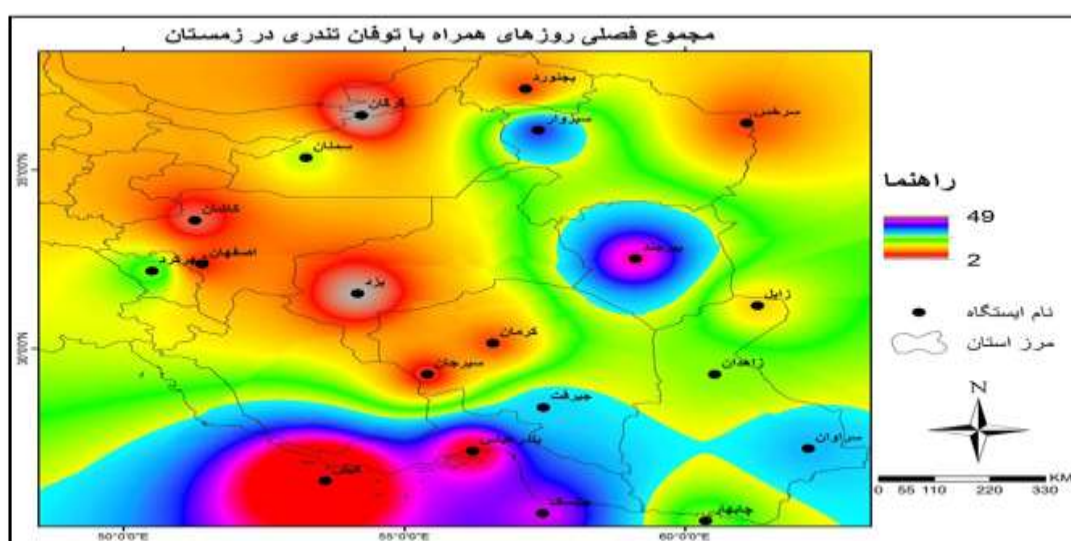
شکل ۳- توزیع مکانی روزهای همراه با طوفان تندری در فصل تابستان طی دوره مورد مطالعه

در فصل پاییز کم پرفشار جنب حاره به عرض‌های پایین‌تر عقب‌نشینی می‌کند و بادهای غربی و توده‌هواهای مختلف وارد منطقه جنوبی و غربی و شمال غربی کشور می‌شوند و در صورت مهیا بودن شرایط، ناپایداری و طوفان‌های تندری رخ می‌دهد. زبانه‌ای از این گسترش‌ها از سمت شهرکرد و زبانه دیگر از سمت بندرعباس وارد کشور می‌شوند. در این فصل بخش مرکزی و استان‌های شرقی کشور دارای تعداد روزهای همراه با طوفان تندری کمتری می‌باشند (شکل ۴).



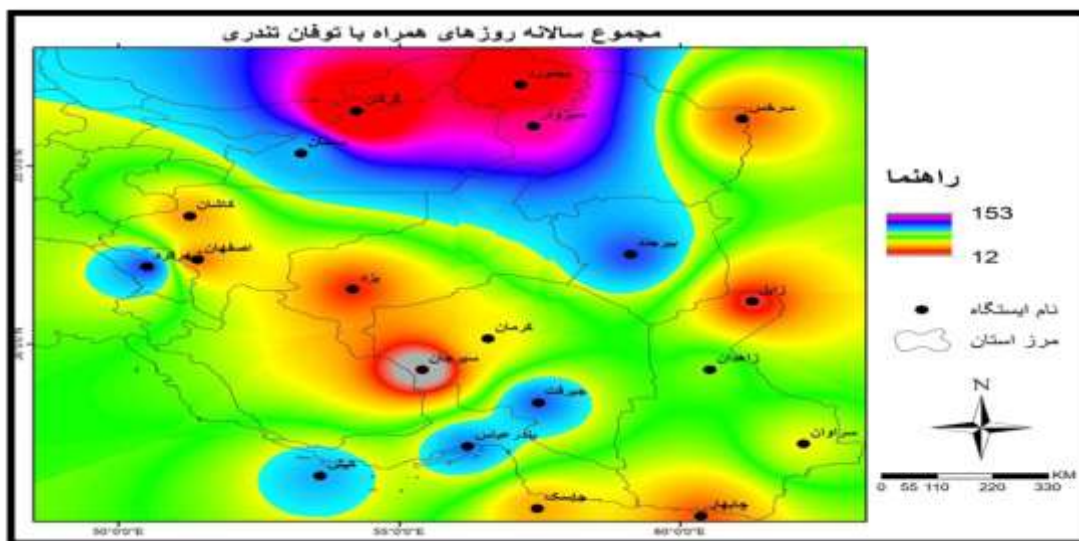
شکل ۴- توزیع مکانی مجموع روزهای همراه با طوفان تندری در فصل پاییز طی دوره مورد مطالعه

در فصل زمستان، بیشترین فراوانی رخداد طوفان‌های تندری به بخش جنوبی کشور گسترش پیدا می‌کند و کمی ضعیف‌تر، نواحی شرقی کشور را نیز پوشش داده است. حداقل رخداد طوفان تندری زمستانه در مناطق کویری و بیابان‌های نواحی مرکزی ایران و همچنین خراسان شمالی رخ داده است. در بخش شرقی دو هسته حداکثری نیز وجود دارد که مربوط به شهرهای سبزوار و بیرجند است و عمدتاً دلیل آن ناپایداری‌های همرفتی ناشی از شار هوای نسبتاً گرم و مرطوب از عرض‌های جنوبی در مقایسه با مناطق شمالی است که در اواخر زمستان اتفاق می‌افتد (شکل ۵).



شکل ۵- توزیع مکانی روزهای همراه با طوفان تندری در فصل زمستان طی دوره مورد مطالعه

توزیع مکانی مجموع سالانه رخداد طوفان تندری طی بازه زمانی مورد بررسی (۲۰۱۰-۲۰۱۵) نشان داد که شدت طوفان‌های تندری در نیمه شمالی منطقه مورد مطالعه و در استان‌های سمنان و خراسان شمالی و رضوی و در بخشی از استان‌های خراسان جنوبی و یزد بیشتر از دیگر مناطق است. بر اساس نتایج حاصل از شمال به جنوب کشور از شدت این رخداد به‌طور کلی، کاسته می‌شود و فقط در یک مسیری نواری شکل از کیش به بندرعباس و جیرفت، دوباره این رخداد تشدید می‌شود (شکل ۶).



شکل ۶- توزیع مکانی مجموع سالانه روزهای همراه با طوفان تندری طی دوره مورد مطالعه

با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه نیمی از کشور ایران را در بر می گیرد جهت بررسی و واکاوی همدیدی، از بخش شمال شرقی کشور (ایستگاه بجنورد)، از بخش مرکزی (ایستگاه اصفهان)، از بخش جنوب شرقی (جیرفت) و از بخش جنوبی (ایستگاه کیش) به عنوان ایستگاه های نماینده انتخاب شدند. برای هر ایستگاه نیز یک روز طوفان تندری که همراه با رعدوبرق، سیل و تگرگ در منطقه بودند جهت بررسی الگوها و شرایط جوی همدیدی حاکم، انتخاب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (جدول ۱).

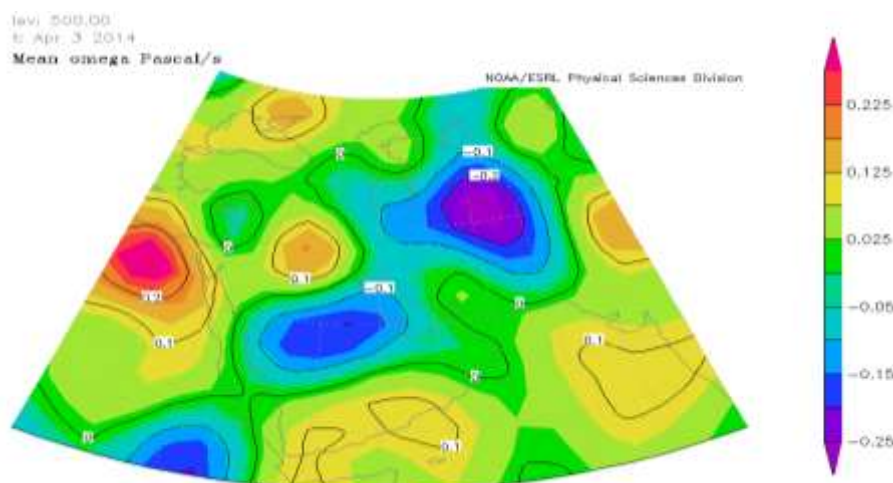
جدول ۱ - روزهای نماینده طوفان های تندری در طول دوره مورد بررسی در ایستگاه های منتخب

ایستگاه	تاریخ وقوع طوفان تندری	پدیده های مخرب
جیرفت	۱۳۹۳/۰۱/۱۴ (۳ آوریل ۲۰۱۴)	تگرگ، سیلاب، رعدوبرق های شدید
کیش	۱۳۹۴/۰۸/۲۰ (۱۱ نوامبر ۲۰۱۵)	تگرگ، سیلاب، رعدوبرق های شدید
اصفهان	۱۳۸۹/۰۱/۰۷ (۲۷ مارس ۲۰۱۰)	تگرگ، سیلاب، رعدوبرق های شدید
بجنورد	۱۳۹۴/۰۸/۲۳ (۱۴ نوامبر ۲۰۱۵)	تگرگ، سیلاب، رعدوبرق های شدید

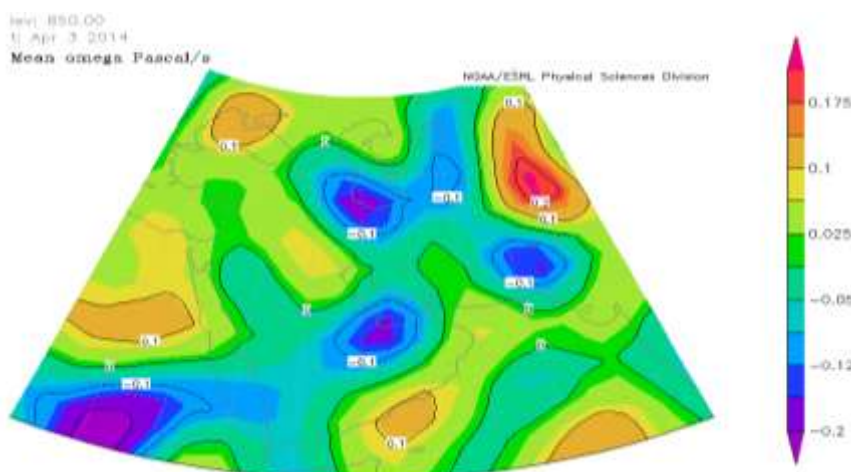
۳-۱- تحلیل همدیدی طوفان تندری بخش جنوب شرقی منطقه مورد مطالعه

شکل های ۷ و ۸ نقشه میانگین اُمگای سطح ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکالی را برای ۳ آوریل ۲۰۱۴ نشان می دهند. در این روز در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی، دو مرکز اُمگای منفی در شمال شرق ایران و کشور عربستان قرار گرفته است. تأثیرات این دو مرکز بخش میانی کشور را به صورت جوی ناپایدار در آورده است. در تراز پایین تر یا ۸۵۰ هکتوپاسکالی سه مرکز اُمگای منفی مشاهده می شود که یک مرکز روی بندر انزلی، دومی روی کشور پاکستان و

سومی در جنوب خلیج فارس قرار گرفته است. در بررسی این نقشه شهر جیرفت به عنوان نماینده جنوب شرق منطقه مورد نیز در مرز شرایط ناپایداری قرار دارد. در مجموع در دو تراز ۵۰۰ و ۸۵۰ جیرفت و مناطق هم‌جوار در گستره اُمگای منفی قرار گرفته‌اند که شرایط مساعدی را برای صعود هوا و وقوع طوفان‌های تندری در این منطقه مهیا کرده است.



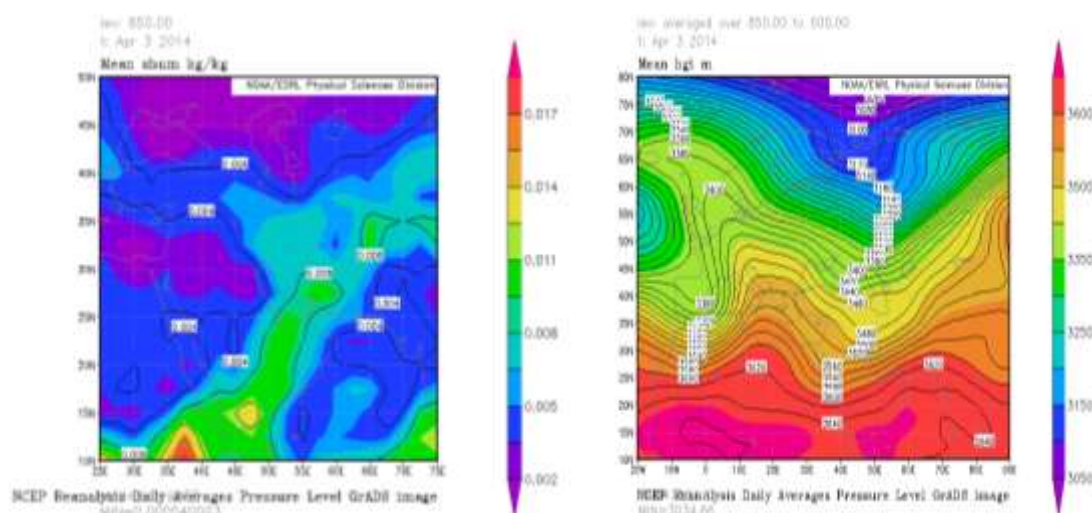
شکل ۷- میانگین امگای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال (۳ آوریل ۲۰۱۴)



شکل ۸- میانگین امگای سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال (۳ آوریل ۲۰۱۴)

شکل ۹ نقشه متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ تا ۵۰۰ هکتوپاسکال را در ۳ آوریل ۲۰۱۴ نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که منطقه مورد مطالعه در جلوی یک ناوه قرار گرفته است. ناوه‌ها دو نوع منطقه اقلیمی متفاوت ایجاد می‌کنند و خط ناوه آن را در واقع تقسیم می‌کند در عقب خط ناوه جریان نزولی و واگرایی همراه است و در جلوی

ناوه ناپایداری و همگرایی و جو ناپایدار و در صورت وجود رطوبت معمولاً بارش را سبب می‌شوند. در این شکل می‌توان احتمال وقوع بارش را برای جنوب شرق ایران انتظار داشت؛ زیرا در منطقه ناپایداری هوا قرار گرفته است. مطابق شکل، ناه اصلی مستقر بر روی ایران دارای سه شکستگی یا موج کوتاه در غرب خزر، جنوب غرب ایران و غرب عربستان است که استان کرمان و مناطق هم‌جوار آن به دلیل واقع شدن در جلوی شاخه جنوب غربی ناه از شرایط مساعدی برای وقوع ناپایداری و طوفان‌های تندی برخوردار هستند. نقشه رطوبت ویژه این روز برای تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی نشان از وجود یک جریان مرطوب جوی است که رطوبت شمال شرق آفریقا، عربستان، دریای سرخ و خلیج فارس را وارد بخش جنوب شرق ایران کرده است. مقدار رطوبت موجود به ۱۰ گرم در هر کیلوگرم هوای مرطوب می‌رسد و رطوبت نسبتاً خوبی را به ارمغان آورده است (شکل ۱۰). شکل مذکور به خوبی گسترش منحنی رطوبت ۱۰ گرم بر کیلوگرم را از استان‌های ساحلی جنوب غرب کشور به استان کرمان نشان می‌دهد.

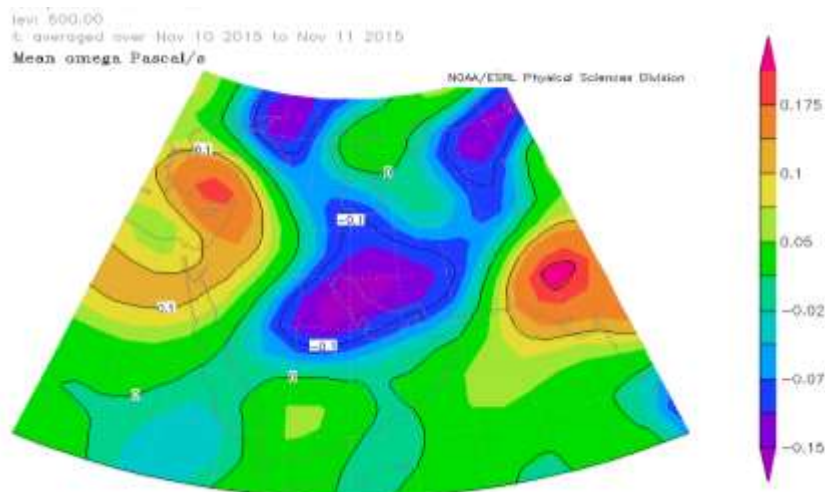


شکل ۹- میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰- شکل ۱۰- میانگین رطوبت ویژه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال
(۳ آوریل ۲۰۱۴) (۳ آوریل ۲۰۱۴)

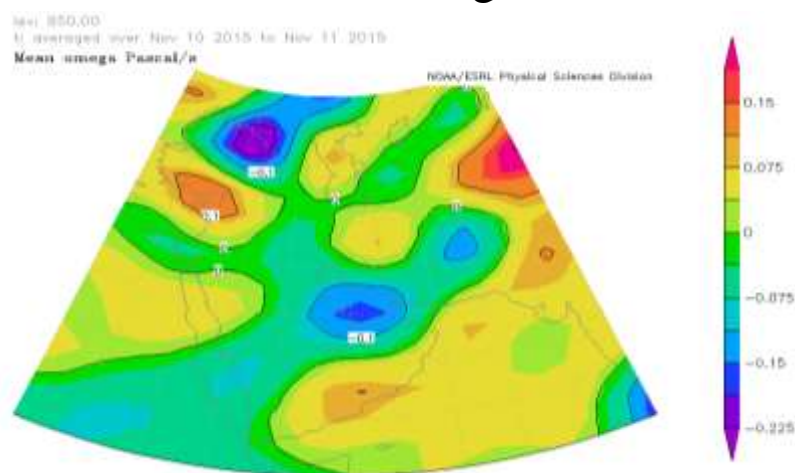
۳-۲- تحلیل همدیدی طوفان تندی بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه

نقشه‌های اُمگای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال برای طوفان تندی ۱۱ نوامبر ۲۰۱۵ بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ آورده شده است. نقشه اُمگای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی بیانگر وجود یک هسته اُمگای منفی شدید در جنوب ایران است و شرایط ناپایداری شدید را برای خلیج فارس و حاشیه آن

و شهر کیش فراهم کرده است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی نیز مرکز اُمگای منفی با شدت ضعیف‌تری نسبت به تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی دقیقاً بر روی کیش و اطراف آن قرار گرفته است که موجب جوی ناپایدار شده است.



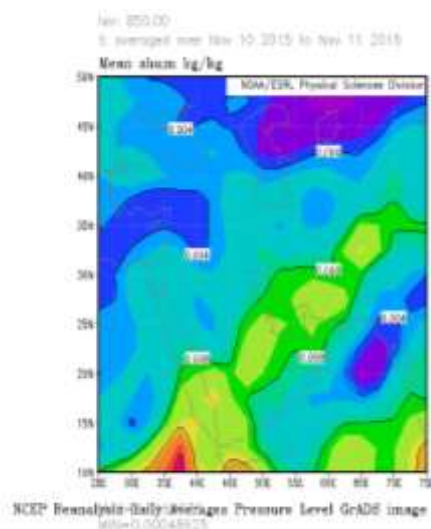
شکل ۱۱- میانگین امگای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱۰-۱۱ نوامبر ۲۰۱۵)



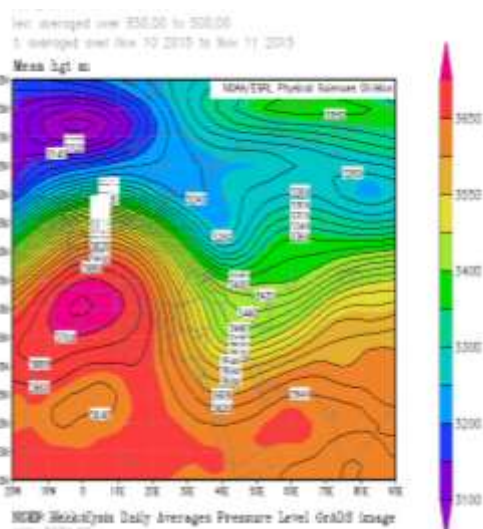
شکل ۱۲- میانگین امگای سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال (۱۰-۱۱ نوامبر ۲۰۱۵)

شکل ۱۳ نقشه میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل ۱۰-۱۱ نوامبر ۲۰۱۵ را نشان می‌دهد؛ که بر اساس آن، یک پشته روی شرق دریای مدیترانه قرار گرفته است و هوای سرد عرض‌های بالا و رشته‌کوه‌های آلپ را به ناحیه غربی پشته، یعنی کشورهای ترکیه عراق و غرب ایران نفوذ داده است و در شرق این پشته یک ناوه قرار گرفته است که مرکز آن در شمال عربستان قرار گرفته و رطوبت دریای سرخ و خلیج فارس را وارد ایران کرده است. همچنین جزیره کیش در

جلوی این ناوه و در منطقه ناپایداری آن قرار دارد و باعث سیل و بارش تگرگ و برکندن مجسمه‌ها در جزیره کیش شد. در نقشه رطوبت ویژه، زبانه‌ای نسبتاً قوی از رطوبت از سمت دریای سرخ و بخش جنوبی ایران به کشور نفوذ کرده و از مرزهای خراسان جنوبی از کشور خارج شده است این شاخه رطوبت در روز وقوع طوفان تندی همراه با شرایط ناپایداری حاکم، سبب رخداد طوفان تندی و تگرگ برای شهر کیش گردیده است (شکل ۱۴).



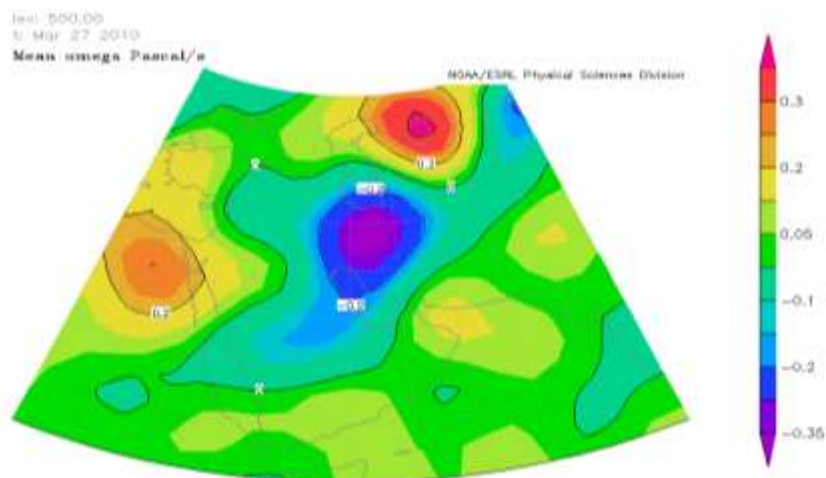
شکل ۱۴- میانگین رطوبت ویژه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال
(۱۰-۱۱ نوامبر ۲۰۱۵)



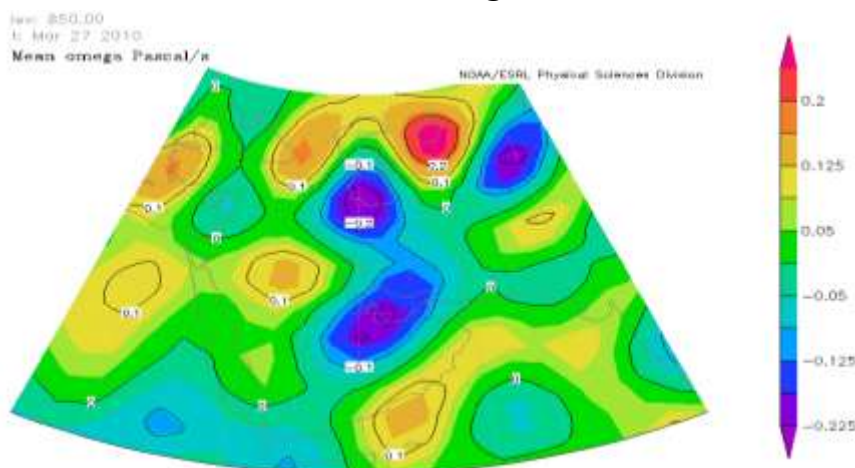
شکل ۱۳- میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰-
۸۵۰ هکتوپاسکال (۱۰-۱۱ نوامبر ۲۰۱۵)

۳-۳- تحلیل همدیدی طوفان تندی بخش مرکزی منطقه مورد مطالعه

بررسی نقشه‌های امگای یا جریان سرعت قائم بالاسو و پایین‌سو سطح ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکالی در ۲۷ مارس ۲۰۱۰ حاکی از وجود یک هسته امگای منفی در ایران مرکزی دارند. در این روز شهر اصفهان به‌عنوان نماینده این بخش، جوی ناپایدار را داشته است. مرکز امگای منفی در تراز ۵۰۰ خیلی قوی‌تر از تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی است این مرکز کل ایران مرکزی را تقریباً در برگرفته و مرکز اصلی آن روی شهر اصفهان قرار گرفته است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی دو مرکز امگای منفی وجود دارد که یکی در جنوب غرب دریای خزر و دیگری در جنوب خلیج فارس و کشور عربستان قرار گرفته است. زبانه‌ای از امگای منفی هم که از روی اصفهان گذر کرده این دو مرکز امگا را به هم وصل کرده است. در کل در هر دو تراز شرایط جوی ناپایدار در منطقه فراهم است (شکل‌های ۱۵ و ۱۶).

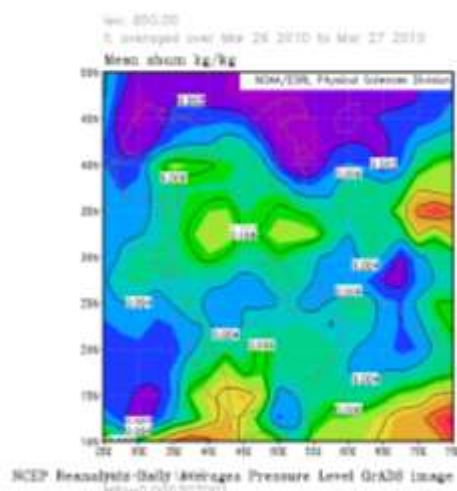


شکل ۱۵- میانگین امگای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال (۲۷ مارس ۲۰۱۰)

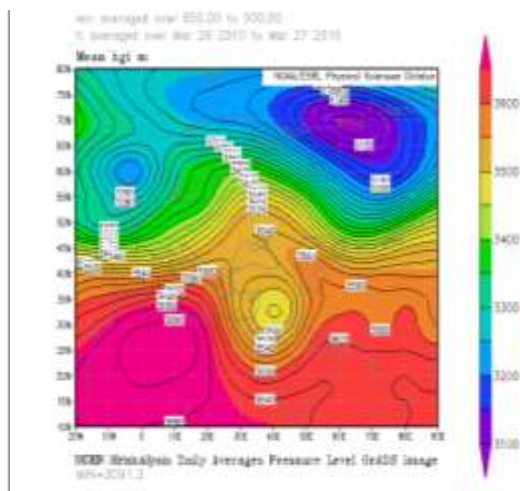


شکل ۱۶- میانگین امگای سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال (۲۷ مارس ۲۰۱۰)

بررسی نقشه میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل نشان می‌دهد که به دلیل عمیق بودن موج بادهای غربی یک مرکز کم ارتفاع در جنوب جریانات اصلی در سطح ۵۰۰-۸۵۰ در مرز کشور عراق و عربستان شکل گرفته است. پیدایش هم‌زمان بریده‌های کم ارتفاع روی نقشه‌های تراز ۵۰۰-۸۵۰ هکتوپاسکال سبب ایجاد یک هسته سرد می‌شود (قویدل رحیمی، ۱۳۸۹). کشور ایران در شرق این ناوه و هسته هوای سرد قرار گرفته است که هوای نواحی مرکزی کشور را به‌صورت ناپایدار درآورده است (شکل ۱۷). با توجه به شرایط ناپایداری مذکور در نقشه‌های بالا، هم‌زمان یک مرکز رطوبتی نسبتاً خوب نیز از سمت غرب وارد کشور ایران شده است این رطوبت از دو منبع دریای سرخ و خلیج فارس در جنوب و دریای مدیترانه در عرض‌های بالاتر نشأت گرفته است؛ بنابراین رطوبت این روز که هسته رطوبت آن روی اصفهان نیز قرار گرفته از چندین منبع تأمین شده است (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- میانگین رطوبت ویژه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال
(۲۶-۲۷ مارس ۲۰۱۰)



شکل ۱۷- میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل سطح
۵۰۰-۸۵۰ هکتوپاسکال (۲۶-۲۷ مارس ۲۰۱۰)

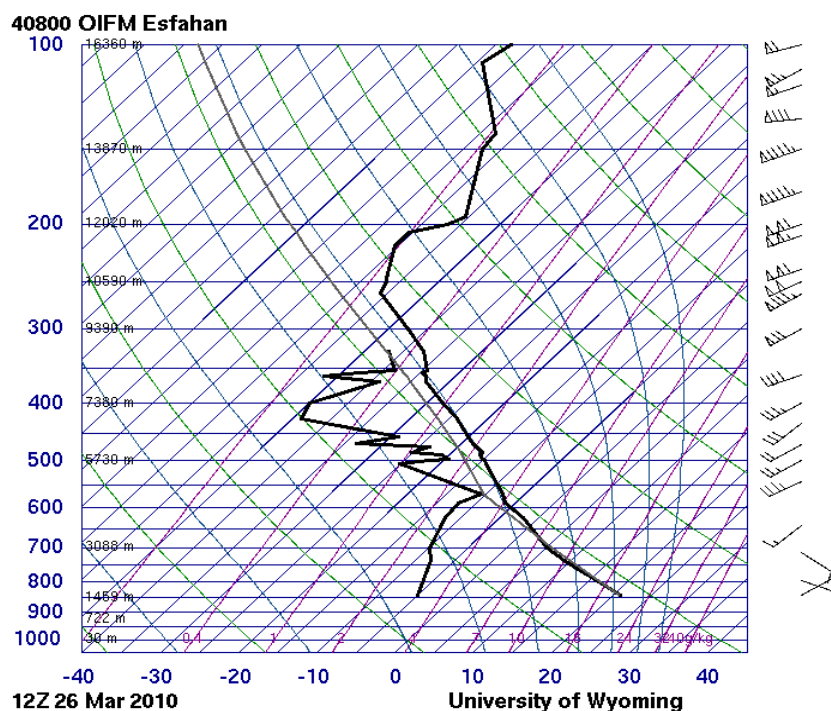
جهت بررسی واکاوی ترمودینامیکی طوفان تندری ۲۶ و ۲۷ مارس ۲۰۱۰ در اصفهان از نمودار skew-t و شاخص‌های مختلف آن نیز استفاده شد که نتایج آن در جدول (۲) آورده شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد در روز قبل از طوفان (۲۶ مارس ۲۰۱۰) در شهر اصفهان، این مقدار صفر بوده و برای روز طوفان (۲۷ مارس) به ۵/۱۲ ژول بر کیلوگرم رسیده است که نشان‌دهنده ناپایداری همرفتی شدید برای این روز است. شاخص PWAT آب چگالیده شده موجود در یک ستون هوای نمناک (آب قابل بارش) برحسب گرم بر سانتی متر مربع است در روز قبل از طوفان مقدار این شاخص برابر با ۹/۸۲ گرم بر سانتی متر مربع است که در روز وقوع طوفان این مقدار به ۱۷/۲۵ گرم بر سانتی متر مربع رسیده است و حاکی از وجود و نفوذ رطوبت مناسب در جو منطقه است.

جدول ۲- مقادیر شاخص‌های مختلف در نمودار اسکیتی مربوط به طوفان تندری اصفهان

ردیف	شاخص	۲۶ مارس ۲۰۱۰ (روز قبل از طوفان)	۲۷ مارس ۲۰۱۰ (روز طوفان تندری)
		z12-00(utc)	z12-00(utc)
۱	SLAT	۳۲,۴۶	۳۲,۴۶
۲	SLON	۵۱,۷۱	۵۱,۷۱
۳	SELV	۱۵۵۰	۱۵۵۰
۴	SHOW	-۹۹۹۹	-۹۹۹۹
۵	LIFT	۲,۴۲	۰,۰۹
۶	LFTV	۲,۳۲	-۰,۰۸
۷	SWET	-۹۹۹۹	-۹۹۹۹

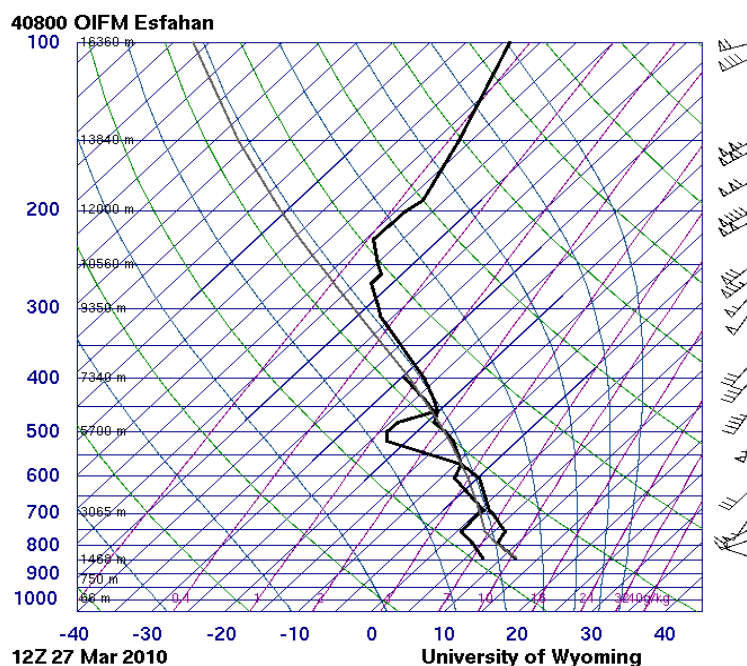
ردیف	شاخص	۲۶ مارس ۲۰۱۰ (روز قبل از طوفان) z12-00(utc)	۲۷ مارس ۲۰۱۰ (روز طوفان تندی) z12-00(utc)
۸	KINX	-۹۹۹۹	-۹۹۹۹
۹	CTOT	-۹۹۹۹	-۹۹۹۹
۱۰	VTOT	-۹۹۹۹	-۹۹۹۹
۱۱	TOTL	-۹۹۹۹	-۹۹۹۹
۱۲	CAPE	۰	۵,۱۲
۱۳	CAPV	۰	۷,۴۵
۱۴	CINS	۰	-۱۴۵
۱۵	CINV	۰	-۱۳۸
۱۶	EQLV	-۹۹۹۹	۴۷۰
۱۷	EQTV	-۹۹۹۹	۴۶۹,۴
۱۸	LFCT	-۹۹۹۹	۵۷۲
۱۹	LFCV	-۹۹۹۹	۵۷۲
۲۰	BRCH	۰	۰,۰۶
۲۱	BRCV	۰	۰,۰۹
۲۲	LCLT	۲۶۲,۷	۲۷۷,۸
۲۳	LCLP	۵۶۸,۱	۷۶۹,۳
۲۴	MLTH	۳۰۸,۸	۲۹۹,۵
۲۵	MLMR	۳,۰۸	۷,۰۵
۲۶	THCK	۵۷۰۰	۵۶۳۴
۲۷	PWAT	۹,۸۲	۱۷,۲۵

نمودار Skew-t روز ۲۶ مارس ۲۰۱۰ در ساعت ۱۲ نیز نشان می‌دهد که منحنی‌های دما و دمای نقطه شبنم از همدیگر دور هستند و فقط در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکالی به هم نزدیک شده‌اند که نشان‌دهنده افزایش رطوبت در این تراز جوی است و ناپایداری در این روز رخ نداده است (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- نمودار اسکیتوتی ۲۶ مارس ۲۰۱۰ (۱۲z) ایستگاه اصفهان

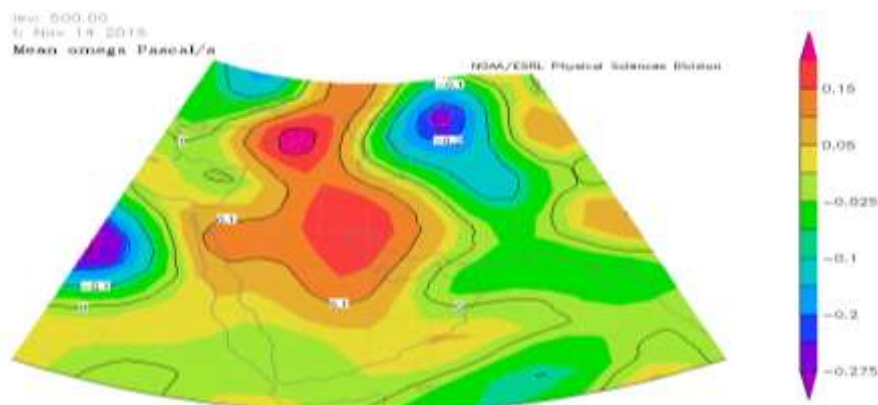
نمودار Skew-t ساعت ۱۲ در روز ۲۷ مارس ۲۰۱۰ نیز نشان می‌دهد که در این روز منحنی‌های دما و دمای نقطه شبنم در تراز ۶۰۰ هکتوپاسکالی یکدیگر را قطع نموده‌اند که بیانگر افزایش چگالش رطوبت و شناوری مثبت بسته‌هوا و صعود قائم بسته‌هوا است و اصلاحات ناپایداری جوی در این تراز جوی است که سرعت باد نیز در این تراز حدود ۵۵ نات است. از ارتفاع مذکور دو منحنی از هم دور شده و مجدد در بالای تراز ۴۵۰ هکتوپاسکالی یکدیگر را قطع کرده‌اند که می‌تواند بیانگر دو اوج بارشی در این روز باشد. در این روز دو منحنی مذکور به هم نزدیک هستند که نشان‌دهنده جوی سرشار از رطوبت در این روز است (شکل ۲۰).



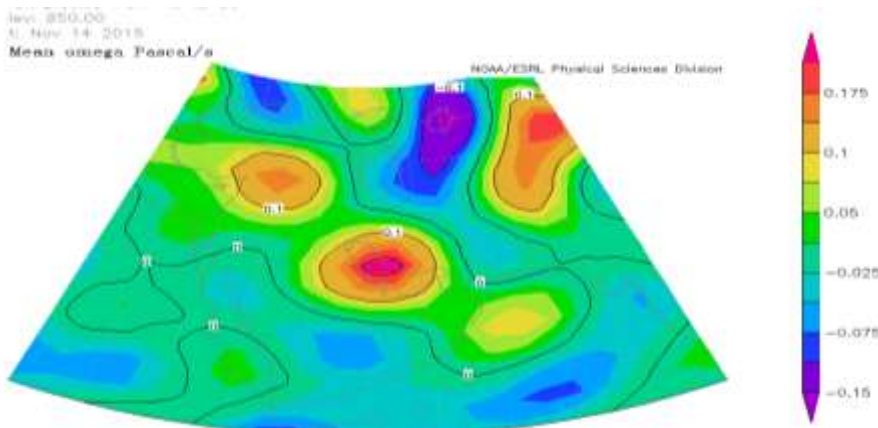
شکل ۲۰ - نمودار اسکینی ۲۷ مارس ۲۰۱۰ (۱۲ز)

۳-۴- تحلیل همدیدی طوفان تندری بخش شمال شرقی منطقه مورد مطالعه

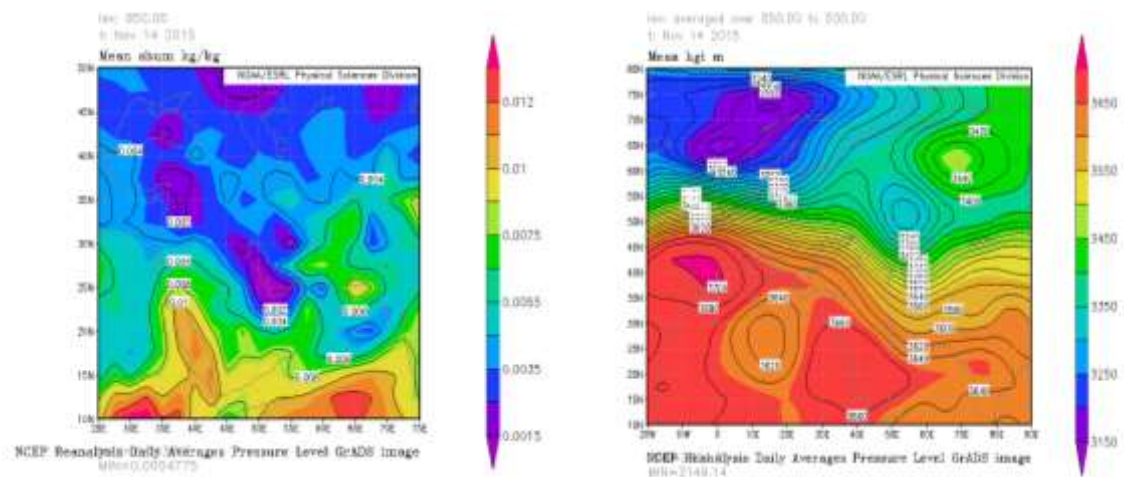
بررسی شرایط ناپایداری برای این بخش در روز ۱۴ نوامبر ۲۰۱۵، بیانگر آن است که در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال یک مرکز اُمگای شدید منفی در نزدیک دریاچه بایکال قزاقستان و ازبکستان قرار گرفته است که زبانه آن سمت مرزهای بیرونی خراسان رضوی کشیده شده است (شکل ۲۱). نقشه اُمگای سطح ۸۵۰ هکتوپاسکالی نیز حاکی از شدت گرفتن این زبانه در این تراز جوی است (شکل ۲۲) که باعث شده در دو تراز ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکالی شرایط جوی ناپایدار وجود داشته باشد. بررسی نقشه میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل برای سطح ۵۰۰-۸۵۰ هکتوپاسکالی نیز نشان می‌دهد که یک ناوه بر روی شمال و شمال شرق کشور قرار گرفته است که مرکز بریده آن در شمال دریای خزر و کشور قزاقستان قرار گرفته است. این ناوه سبب ایجاد ناپایداری برای بخش منتهی شمال شرقی کشور شده است (شکل ۲۳). بررسی نقشه رطوبت ویژه نشان می‌دهد که رطوبت نسبتاً ضعیفی از سمت دریای خزر وارد این منطقه شده است که نقش اصلی را در بارش تگرگ ندارد و دلیل اصلی رخداد تگرگ در این بخش، ورود هوای سرد از عرض‌های بالاتر است که به دلیل کاهش دما، رطوبت کمی لازم است تا بارش و یا تگرگ اتفاق بیافتد؛ بنابراین در مناطقی که تحت تأثیر نفوذ هوای سرد قرار دارند در صورت وجود شرایط ناپایداری، با رطوبت کم نیز انتظار وقوع تگرگ فراهم می‌شود (شکل ۲۴).



شکل ۲۱- میانگین امگای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال (۱۴ نوامبر ۲۰۱۵)



شکل ۲۲- میانگین امگای سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال (۱۴ نوامبر ۲۰۱۵)



شکل ۲۳- میانگین ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰- ۸۵۰ هکتوپاسکال (۱۴ نوامبر ۲۰۱۵)

شکل ۲۴- میانگین رطوبت ویژه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال (۱۴ نوامبر ۲۰۱۵)

۴- جمع‌بندی

فلات ایران به دلیل قرارگیری در عرض‌های میانی در معرض توده‌هواهای گوناگون در طول سال قرار دارد بسیاری از این توده‌ها به صورت ریزش‌های جوی و یک نگاه مثبت، قابل شناخت است؛ اما در مواردی از این توده‌ها می‌توان شاهد پدیده‌های ویرانگر و مخربی باشیم که امنیت جانی و مالی را با مخاطره جدی روبرو سازد. یکی از این پدیده‌ها، طوفان‌های تندری است که یکی از مهم‌ترین، فراوان‌ترین و شدیدترین مخاطرات جوی هستند که هر ساله علاوه بر نابود کردن مقدار زیادی از محصولات کشاورزی و تأسیسات عمرانی، موجب تلفات انسانی نیز در بسیاری از مناطق کره زمین می‌شوند؛ بنابراین با توجه به اهمیت آن، در این پژوهش به واکاوی همدیدی و ترمودینامیکی و توزیع زمانی و مکانی آن در بخش وسیعی از فلات ایران شامل مناطق شرقی، جنوبی، مرکزی و شمال شرقی پرداخته شد. نتایج حاصل از واکاوی زمانی و مکانی وقوع طوفان‌های تندری بیانگر آن است که منطقه مورد مطالعه در طول دوره آماری مورد بررسی همواره در معرض رخداد این پدیده قرار دارد که بیشترین فراوانی وقوع آن در منطقه مورد مطالعه مربوط به فصل بهار است که هسته آن در مناطق اطراف استان خراسان شمالی و شمال استان خراسان رضوی و شرق استان گلستان است. در فصل زمستان، مناطق جنوبی و سواحل مکران، هسته رخداد طوفان تندری را دارا می‌باشند و دو هسته پیشینه نیز در شرق کشور، یکی در منطقه خراسان جنوبی و دیگری در سبزوار واقع در استان خراسان شمالی قرار دارد. در تابستان بیشترین رخدادها در منطقه مورد مطالعه، مربوط به سمنان، شمال خراسان شمالی، اطراف جیرفت و بندرعباس است و در فصل پاییز شمال سمنان دارای بیشترین رخداد طوفان‌های تندری است. در مجموع بر اساس نتایج واکاوی زمانی و مکانی حاصل می‌توان بیان کرد که هیچ منطقه‌ای از نظر رخداد این پدیده مخرب به دور نیست فقط مناطق نسبتاً آرام و کم رخداد تر طوفان تندری در طول دوره مورد مطالعه، کرمان و نواحی اطراف شهرستان سیرجان است. واکاوی همدیدی و ترمودینامیکی طوفان‌های تندری نیز بیانگر وجود ناپایداری شدید در روزهای همراه با بارش سیل و تگرگ در منطقه مورد مطالعه است و در بیشتر موارد، ورود جریانات نصف‌النهاری عمیق همراه با سرد چال و قرارگیری منطقه در زیر سرد چال یا جلوی ناوه و وجود امگای منفی، شرایط ناپایداری فراهم شده که در صورت وجود و ورود رطوبت ویژه به منطقه احتمال رخداد پدیده تگرگ و سیل وجود دارد. نمودارهای اسکیتی نیز بیانگر وجود، جوی ناپایدار و سرشار از رطوبت است که در آن منحنی‌های دما و دمای نقطه شبنم به هم نزدیک شده و تأیید کننده ناپایداری جو است. همچنین دو شاخص CAPE و PWAT نیز در روز قبل و بعد طوفان تغییرات قابل ملاحظه‌ای داشتند؛ به طوری که شاخص CAPE قبل از طوفان تندری صفر ژول بر کیلوگرم بوده که در روز طوفان به ۵/۱۲ ژول رسیده است همچنین میزان شاخص PWAT در روز طوفان تندری به حدود دو برابر روز قبل از طوفان رسیده و بیانگر شرایط جوی مناسب برای طوفان

تندری در اصفهان است. نتایج حاصل از این پژوهش مطالعات صلاحی (۱۳۸۹)، میراحمدی (۱۳۹۱)، امیدوار و همکاران (۱۳۹۲)، معصوم پور و همکاران (۱۳۹۵) و خوش اخلاق و ماهوتچی (۱۳۹۹) را مورد تأیید قرار می‌دهد.

کتابنامه

- امیدوار، کمال؛ صفر پور، فرشاد؛ زنگنه، اسماعیل؛ ۱۳۹۲. بررسی و تحلیل همدیدی سه رخداد تگرگ شدید در استان فارس. *جغرافیا و توسعه*. ۳۰: ۱۵۷-۱۷۸.
- ایرانپور، فخرالدین؛ یزدان پناه، حجت‌الله؛ حنفی، علی؛ ۱۳۹۴. تحلیل همدیدی و ترمودینامیکی طوفان‌های تندری در ایستگاه‌های هواشناسی همدان. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ۱۳: ۱۱۵-۱۳۱.
- خوش اخلاق، فرامرز؛ ماهوتچی، محمدحسن؛ ۱۳۹۸. واکاوی همدیدی بارش‌های تندری مخرب مشهد. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*. ۲۱(۱۲): ۲۳۵-۲۴۹.
- سیف، مهرزاد؛ ۱۳۷۵. بررسی توزیع بارش تگرگ در ایران و مطالعه موردی آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. موسسه ژئوفیزیک. دانشگاه تهران.
- صفری، زهرا؛ ۱۳۹۳. *تحلیل آماری طوفان‌های تندری و الگوهای سینوپتیکی توام با آن در استان زنجان*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی. دانشگاه زنجان.
- صلاحی، برومند؛ ۱۳۸۹. بررسی ویژگی‌های آماری و همدیدی طوفان‌های تندری استان اردبیل. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*. ۷۲: ۱۲۹-۱۴۱.
- علیزاده، امین؛ کمالی، غلامعلی؛ موسوی، فرهاد؛ موسوی بایگی، محمد؛ ۱۳۸۶. *هوا و اقلیم‌شناسی*. چاپ دهم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- فلک، عسل؛ برنا، رضا؛ اسدیان، فریده؛ ۱۳۹۹. تحلیل زمانی و مکانی طوفان‌های تندری جنوب غربی ایران. *جغرافیایی سرزمین*. ۱۷(۶۷): ۹۰-۱۰۳.
- معصوم پور سماکوش، جعفر؛ میری، مرتضی؛ رحیمی، مجتبی؛ ۱۳۹۵. واکاوی آماری-همدیدی طوفان‌های تندری سواحل جنوبی ایران. *فیزیک زمین و فضا*. ۳: ۷۰۸-۶۹۷.
- میراحمدی، اکبر؛ ۱۳۹۱. بررسی ویژگی‌های آماری طوفان‌های تندری در کوه‌رنگ بختیاری. همایش ملی انتقال آب بین حوضه‌ای (چالش‌ها و فرصت‌ها). ۶ ص.

- Changnon Jr, S.A. and Hsu, C.F., 1984. Temporal distributions of global thunder days. Illinois State Water Survey.
- Chaudhuri, S. and Middey, A., 2014. Comparison of tropical and midlatitude thunderstorm characteristics anchored in thermodynamic and dynamic aspects. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 50(2):179-189.
- Galway, J.G., 1956. The lifted index as a predictor of latent instability. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 37(10):528-529.
- George, J., 1960. *Weather Forecasting for Aeronautics*-Academic Press. New York :41.

- Gottlieb, R., 2009. Analysis of stability indices for severe thunderstorms in the northeastern united states. M.Sc. Thesis, Cornell University, Ithaca, USA118.
- Helali, J., Momenzadeh, H., Salimi, S. Hosseini, S.A., Mohamadi, S.M., Maghami Moghim. Gh., Pazhoh, F., Ahmadi, M., 2021. Synoptic-dynamic analysis of precipitation anomalies over Iran in different phases of ENSO. Arab J Geosci 14, 2322.
- Henry, N.L., 2000. A static stability index for low-topped convection. Weather and forecasting, 15(2) :246-254.
- Krauss, T.W. and Santos, J.R., 2004. Exploratory analysis of the effect of hail suppression operations on precipitation in Alberta. Atmospheric research, 71(1-2):35-50.
- Lanz, T.M. and Romppainen-Martius, O., 2020, Lagrangian Analysis of Thunderstorms in Switzerland.
- Miller, R.C., 1975. Notes on analysis and severe-storm forecasting procedures of the Air Force Global Weather Central (Vol. 200). Air Weather Service (AWS), Scott Air Force Base, USAF: 190.
- Mohee, F.M. and Miller, C., 2010. Climatology of thunderstorms for North Dakota, 2002–06. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 49(9): 1881-1890.
- Moncrieff, M.W. and Miller, M.J., 1976. The dynamics and simulation of tropical cumulonimbus and squall lines. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 102(432): 373-394.
- Pizzuti, A., Soula, S., Mlynarczyk, J., Bennett, A. and Fullekrug, M., 2020, May. Analysis of sprite events during small-scale winter thunderstorms in northern Europe. In EGU General Assembly Conference Abstracts: 20065.
- Queralt, S., Hernandez, E., Gallego, D. and Iturrioz, I., 2007. Atmospheric instability analysis and its relationship to precipitation patterns over the western Iberian Peninsula. Advances in Geosciences, 10: 39-44.
- Showalter, A.K., 1953. A stability index for thunderstorm forecasting. Bulletin of the American Meteorological Society, 34(6): 250-252.
- Thompson, R.L., Edwards, R. and Mead, C.M., 2004, October. An update to the supercell composite and significant tornado parameters. In Preprints, 22nd Conf. on Severe Local Storms, Hyannis, MA, Amer. Meteor. Soc.



Connection of Eurasia-Northern Atlantic Blockings with Pervasive wet and dry months in Iran

Meysam Toulabi nejad ^a, Zahra Hejazi zadeh ^{b*}, Anthony R. Lupo ^c, Mohammad Saligheh ^d

^a PhD in Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

^b Professor, Department of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

^c Professor of Atmospheric Sciences, Department of Soil, Environmental and Atmospheric Sciences, University of Missouri – Columbia, USA

^d Associate Professor, Department of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

Received: 1 May 2021

Revise: 19 May 2021

Accepted: 9 July 2021

Abstract

The purpose of this study was to investigate the relationship between Eurasia-Northern Atlantic Blocking with wet and dry months in Iran. The research data were included monthly rainfall of 43 Iranian synoptic stations, geopotential height data, and Blocking components from 1973 to 2018. To study Blockings, the Blocking Index (BI) was used; ZSI index was used to extract dry and wet year months. To investigate the relationship between Blocking components with drought and wet year, Pearson correlation and multivariate regression were used. The results of rainfall data showed that dry months occurred almost 3 times higher than wet months. The results showed that Rex and cuts of low Blockings have the highest strength and severity in the North Atlantic region. The study of the monthly relationship of blocking components with wet and dry months showed that the relationship was more frequent and significant in the months. With the abundance and severity of the scouring of the trolley, they have also increased and whenever the intensity and abundance are less. Wet year had also dropped and dry months in Iran have grown. In terms of location, the nucleus formed between 30 and 55 degrees north and +30 to -30 in the Atlantic area have had the greatest effect on Iran's inclusive wet year, because the formation of blockings in the blue zone and more power to affect Putting the lands on their path. But whenever Blockings are formed during 50 to 90 degrees, the drought has increased more. The results of multivariate regression test between blocking components and wet year (drought) showed that the effect of blocking components on Iran's wet year was about 96% and drought was about 84%.

Keywords: Blocking systems, BI index, wet year, Drought, Iran.

*. Corresponding author: Zahra Hejazi zadeh E-mail: hejazizadeh@tmu.ac.ir Tel: + 989121092405

How to cite this Article: Toulabi nejad, M., Hejazizadeh, Z., R. Lupo, A., Saligheh, M. (2021). Connection of Eurasia-Northern Atlantic Blockings with Pervasive wet and dry months in Iran. Journal of Geography and Environmental Hazards, 10(3), 83-104.

doi: 10.22067/geoh.2021.70187.1054



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70187.1054>

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۱۰۴-۸۳

مقاله پژوهشی

پیوند بندال‌های اوراسیا- اطلس شمالی با ماه‌های تر و خشک فراگیر در ایران

میثم طولابی نژاد- دکتری اقلیم‌شناسی دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران.

زهرا حجازی زاده^۱- استاد گروه اقلیم‌شناسی دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

آنتونی آرلویو- استاد علوم جوی، دانشکده خاک، محیط‌زیست و علوم جوی، دانشگاه میسوری-کلمبیا، آمریکا.

محمد سلیقه- دانشیار گروه اقلیم‌شناسی دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۱۱ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۲/۲۹ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۴/۱۸

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی ارتباط بلاکینگ‌های اوراسیا- اطلس شمالی با ماه‌های تر و خشک فراگیر در ایران نوشته شد. داده‌های تحقیق شامل: بارش ۴۳ ایستگاه سینوپتیک ایران، داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ و مؤلفه‌های بلاکینگ از سال ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸ می‌باشد. برای مطالعه بلاکینگ‌ها از شاخص بلاکینگ (BI) استفاده شد؛ و برای استخراج ماه‌های خشک و تر نیز از شاخص ZSI استفاده شد. برای بررسی ارتباط مؤلفه‌های بلاکینگ با خشکسالی و ترسالی‌ها نیز از همبستگی پیرسون و رگرسیون چند متغیره استفاده گردید. نتایج بررسی داده‌های بارش نشان داد که ماه‌های خشک تقریباً ۳ برابر بیشتر از ماه‌های تر رخ داده است. نتایج نشان داد که بلاکینگ رکس و بریده کم‌فشار بیشترین قدرت و شدت را در منطقه اطلس شمالی داشته‌اند. بررسی ارتباط ماهانه مؤلفه‌های بلاکینگ با ماه‌های تر و خشک فراگیر نشان داد که ارتباط ماه‌های تر با فراوانی و شدت مستقیم و معنادار بوده است. با رشد فراوانی و شدت بلاکینگ ترسالی‌ها نیز افزایش پیدا کرده‌اند؛ و هر زمان که شدت و فراوانی کمتر شده است. ترسالی نیز کاهش یافته و ماه‌های خشک فراگیر در ایران نیز رشد کرده‌اند. از لحاظ موقعیت مکانی نیز هسته بلاکینگ‌های تشکیل شده بین

Email: hejazizadeh@tmu.ac.ir

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۱۰۹۲۴۰۵

نحوه ارجاع به این مقاله :

طولابی نژاد، میثم، حجازی زاده، زهرا، آر لویو، آنتونی، سلیقه، محمد. (۱۴۰۰). پیوند بندال‌های اوراسیا- اطلس شمالی با ماه‌های تر و خشک فراگیر در ایران. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰(۳)، صص ۱۰۴-۸۳. <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70187.1054>

عرض ۳۰ تا ۵۵ درجه شمالی و طول ۳۰ + تا ۳۰ - در منطقه اطلس بیشترین اثر را در ترسالی‌های فراگیر ایران داشته‌اند، چراکه تشکیل بلاکینگ‌ها در پهنه آبی انرژی و قدرت بیشتری برای تحت تأثیر قرار دادن سرزمین‌ها در مسیر خود دارند؛ اما هر زمان که بلاکینگ‌ها در طول ۵۰ تا ۹۰ درجه شرقی شکل گرفته‌اند خشکی فراگیر بیشتر شده است. نتایج آزمون رگرسیون چند متغیره بین مؤلفه‌های بلاکینگ و ترسالی (خشکسالی) نشان داد که اثر مؤلفه‌های بلاکینگ بر ترسالی‌های ایران حدود ۹۶ درصد و خشکسالی حدود ۸۴ درصد بوده است.

کلیدواژه‌ها: سیستم‌های بندال، شاخص BI، ترسالی، خشکسالی، ایران.

۱- مقدمه

یکی از الگوهای گردشی که احتمال اثر آن بر روی اقلیم ایران زیاد است، سامانه‌های بندالی است. این پدیده زمانی رخ می‌دهد که جریان‌های غربی که در حالت طبیعی از غرب به شرق در حال حرکت هستند، مسیر اصلی خود را به سمت شمال یا جنوب تغییر داده و اقلیم مناطقی را که می‌بایست از روی آنها عبور می‌کردند را متأثر می‌کند. البته، برای مناطق واقع در ناحیه پشته، خشکی و گرما و برای مناطق واقع در ناحیه ناوه نیز، ناپایداری، سرما و بارش به ارمغان می‌آورد (شویرز و همکاران^۱، ۲۰۰۴). این ناهنجاری آب‌وهوایی از دهه ۵۰ میلادی و به‌ویژه در سال‌های گذشته مورد توجه اقلیم‌شناسان قرار گرفته است؛ اما، هنوز توافق کلی در مورد سازوکار، ایجاد، تداوم و مرگ آن وجود ندارد (عزیزی و خلیلی، ۱۳۹۰).

بندال بروز یک ناهنجاری جوی، پدیده‌ای طبیعی است که ریشه در تغییرپذیری اقلیم و مهم‌تر از همه، گردش عمومی جو دارد. با توجه به این مهم می‌توان گفت که سیستم‌های کنترل‌کننده گردش عمومی جو، سیکلون‌ها، آنتی-سیکلون‌ها و جبهه‌های هوا می‌باشند که آب‌وهوای عرض‌های میانه کره زمین را کنترل می‌کنند (کویانی و علیجانی، ۱۳۹۰)؛ بنابراین علل بروز فرین‌های اقلیمی نظر بارش‌های سنگین را نیز باید در تغییرات و ناهنجاری الگوهای جوی جستجو کرد. یکی از این ناهنجاری‌ها، بندال جوی یا همان سیستم مانع می‌باشد. پدیده بندال به عنوان یکی از ناهنجاری‌های جوی می‌تواند بسیار مؤثر باشد (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۱). این سیستم بندال به عنوان پدیده‌ای دینامیک معرفی شده که پیش‌بینی آن می‌تواند وضعیت هوا را در مقیاس متوسط و کوتاه بهبود بخشد (پاوان و همکاران^۲، ۲۰۰۰؛ شبار و همکاران^۳، ۲۰۰۱؛ تریگو و همکاران^۴، ۲۰۰۶، ۲۰۰۴؛ شیرر و همکاران^۵، ۲۰۰۶)؛ بنابراین شناسایی این سامانه‌ها و همزمانی آن با ترسالی‌ها در پیش‌آگاهی این پدیده‌ها دارای اهمیت فراوانی می‌باشد. ایران نیز

1 Schwierz et al

2 Pavan et al

3 Shabbar et al

4 Trigo et al

5 Scherer et al

که در محدوده عرض‌های جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی قرار دارد؛ در نتیجه تحت تأثیر جریانات غربی است؛ بنابراین سامانه‌های باران‌زایی که روی اقیانوس اطلس و به‌ویژه در شرق این اقیانوس شکل می‌گیرند، در اغلب موارد در بستر موج‌های غربی بدون عبور از روی ترکیه و ایران از سمت اروپای مرکزی به‌سوی عرض‌های بالا حرکت می‌کنند. چنانچه این سامانه‌های باران‌زا با کمک بندال‌ها بتوانند به عرض‌های پایین‌تر نفوذ کنند می‌توانند ایران را متأثر کرده و باعث ترسالی در ایران گردند؛ اما چنانچه نتوانند نفوذ کنند ایران با خشکسالی مواجه خواهد شد که اثرات زیان‌بار انسانی و زیست محیطی جبران‌ناپذیری به بار خواهد آمد.

پژوهش‌های فراوانی چه در سطح جهان و چه در سطح ایران نشان داده‌اند که اکثر نوسانات اقلیمی متأثر از الگوهای گردش جوی هستند (تران و همکاران^۱، ۲۰۰۲؛ فاولر و آدامز^۲، ۲۰۰۴؛ خوش اخلاق، ۱۳۷۶؛ ناظم السادات و همکاران، ۱۳۸۶؛ صداقت کردار و فتاحی، ۱۳۸۷؛ طولابی نژاد و همکاران، ۱۳۹۷). رکس^۳ (۱۹۵۰)، از اولین پژوهشگرانی است که در مورد بندال به تحقیق پرداخته و اثرات آن بر سطح زمین و عناصر اقلیمی را شرح داد. سپس تریدل^۴ (۱۹۸۱)، عملکرد بندال‌ها در نیمکره شمالی را موردبررسی قرار داد؛ اما از اولین محققینی که با مدل عددی به بررسی بندال پرداختند می‌توان به وایدنمن^۵ و همکاران (۲۰۰۲)، اشاره نمود که به مطالعه اقلیم‌شناختی از رخداد بندال در نیمکره شمالی و جنوبی برای یک دوره ۳۰ ساله پرداختند. در این مطالعه ویژگی‌های آنتی سیکلون بندال شامل؛ مطالعه فراوانی رخداد، منطقه تشکیل آن، طول مدت روزهای بندال و شدت آن موردبررسی قرار گرفته به طوری که نتایج نشان دادند که رخدادهای بندال در نیمکره شمالی و جنوبی بیشترین فراوانی و شدت را در فصل سرد دارند. همچنین تریگو و همکاران (۲۰۰۴)، آشکار ساخت که سامانه‌های بندالی در بهار و اواخر زمستان به حداکثر قدرت خود می‌رسند و در فصل پاییز و تابستان حداقل روزهای همراه با این سیستم‌ها مشاهده می‌شود. وی همچنین به بررسی ارتباط بندال با ناهنجاری دمایی و بارشی پرداخت که نتایج ارتباط معناداری را نشان دادند. سیلمن^۶ (۲۰۰۸)، با استفاده از مدل زوجی جوی اقیانوسی ECHAM5 / MPI-OM به شناسایی و شبیه‌سازی بندال‌ها پرداخت و نتایج قابل توجهی به دست آورد. او نتیجه گرفت مدل فوق، ضمن کاهش خطاهای احتمالی در تحلیل و شبیه‌سازی وقایع حدی، خروجی‌های توانمندی را برای پیش‌بینی‌های جوی ارائه می‌دهد. همچنین با تمرکز بر روی فراوانی و توزیع مکانی و فضایی بندال‌ها، به همبستگی‌های معناداری بین وقوع بندال و دماهای کمینه زمستان در اروپای مرکزی دست یافت. لupo و همکاران^۷ (۲۰۱۷)، فهرست جامعی از سامانه‌های جهانی بندال که در اواخر قرن بیستم رخ داده و شامل

1 Tran et al

2 Fowler & Adams

3 Rex

4 Triedl

5 Wiedenmann et al

6 Silmann

7 Lupo et al

شدت بندال بود، مورد بررسی قرار دادند. علاوه بر تأیید نتایج سایر آزمایشگاه‌های شناخته شده، آن‌ها دریافتند که بندال‌های نیمکره شمالی قوی‌تر از حوضه نیمکره جنوبی بوده و رویدادهای زمستانی قوی‌تر از تابستان است. وولینگ^۱ و همکاران (۲۰۱۸)، در تحقیقی با عنوان بلاکینگ و پاسخ آن به تغییر اقلیم، وقایع مسدود کننده اتمسفری با تأثیر بالا را با استفاده از مدل‌های عددی در برخی از الگوهای آب‌وهوایی عرض‌های جغرافیایی میانه بررسی کردند. ایشان دریافتند که اصطلاح "بلاک یا انسداد" طیف‌های متنوعی از الگوهای سینوپتیک را در بر می‌گیرد که با تغییرپذیری طبیعی؛ احتمالاً طی چند دهه آینده بر تغییرات اقلیمی منطقه حاکم خواهد شد. صدف و همکاران^۲ (۲۰۲۰) با اثر سیستم‌های بلاکینگ را بر بارش‌های سنگین پاکستان در دوره مرطوب بررسی کرده و دریافتند که وجود یک سیستم بلاک در غرب پاکستان عنصر بسیار مهمی برای این گونه بارش‌ها می‌باشد.

در ایران نیز نخستین قدم اساسی در شناخت پدیده بندال در ایران را عزیزی (۱۳۷۸) برداشت و به بررسی اثر این سامانه بر بارش‌های ایران پرداخت. همچنین عزیزی و همکاران (۱۳۹۰)، در تحقیقی دیگر با تحلیل اثر سامانه بندال در ایجاد بارش‌های شدید دریافتند که، استقرار سامانه بندال در غرب منطقه مورد مطالعه و جابجایی ناوه وابسته بدان به عرض‌های جنوبی‌تر همراه با سبب فعالیت مناسب ناوه کم ارتفاع جنوب سامانه در منطقه شمالغرب ایران شده و در نتیجه وقوع بارش شدید در منطقه مورد مطالعه را باعث گردیده است. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۱)، اثر سامانه‌های بندالی بر دوره‌های خشک شمال غرب ایران را بررسی کرده و دریافتند که الگوهای حاکم بر دوره‌های خشک در این منطقه یکسان نیستند. عابدی و همکاران (۱۳۹۷)، به بررسی اقلیمی سامانه‌های بندالی نیمکره شمالی و ایران پرداخته و دریافتند که رخداد بندال در اطلس دو برابر آرام و سه برابر آمریکا و غرب اروپا است و کمترین رخدادها در شرق آسیا و شرق اروپا است. در ایران یازده سال بدون رخداد و سال ۱۹۷۵ بیشترین درصد فراوانی مشاهده شد. طولابی نژاد و همکاران نیز (۱۳۹۷) نیز توزیع فضایی سامانه‌های بندالی و همزمانی آن با ترسالی‌های فصل‌های سرد در ایران را بررسی کرده و دریافتند در مواقع ترسالی در ایران طی ماه‌های سرد سال، هسته اصلی بندال‌ها در میان طول جغرافیایی ۳۰ درجه غربی تا ۳۰ درجه شرقی بر روی پهنه‌های آبی شکل می‌گیرد و هرچه به فصل گرم سال نزدیک می‌شویم، این هسته‌ها به خشکی منتقل شده و مناطق تحت سیطره خود را با دگرگونی مثبت در پارامتر بارش و در نتیجه ترسالی مواجه می‌سازد.

کشور پهناور ایران بارشی در حدود یک سوم بارش جهانی دارد و در یکی از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته است، بنابراین خشکی جزء فطرت و صفت اصلی این منطقه به شمار می‌آید. تغییرات شدید مقدار بارش و شدت و پراکنش زیاد آن از دیگر خصوصیات آن به حساب می‌آید. در سال‌های اخیر بنا به عللی که غالباً مربوط به تغییرات جهانی اقلیم هستند، ناهنجاری‌های بارش در نواحی مختلف کشور فزونی یافته است و نوسان‌های شدید

1 Woollings et al

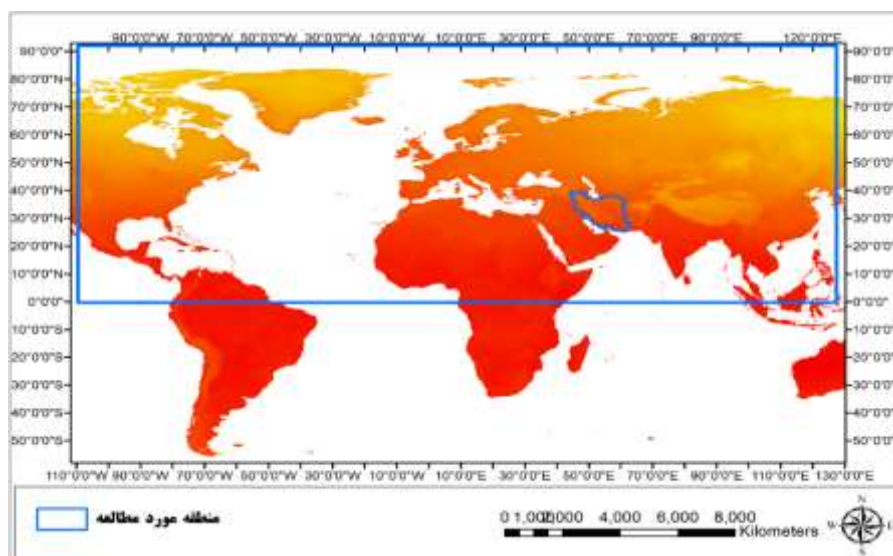
2 Sadaf et al

مکانی و زمانی خشک‌سالی (ترسالی)، خسارات هنگفتی را بر اقتصاد کشور به‌ویژه در طی دهه‌های اخیر تحمیل کرده است. کاهش عملکرد مراتع، کاهش تولید محصولات زراعی به‌ویژه دیم، کاهش منابع آب کشاورزی و شرب، کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی، طغیان آفات و بیماری‌های گیاهی و دامی، افزایش مهاجرت و در نهایت اثرات سوء زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی از جمله آثار منفی خشک‌سالی‌ها هستند که توسعه پایدار کشور را مورد تهدید قرار داده است. لذا تعیین ویژگی‌های زمانی-مکانی خشک‌سالی‌ها (ترسالی)‌ها در یک منطقه و شناسایی علل وقوع آن‌ها یکی از نیازهای اساسی برنامه‌ریزان محیطی و اقتصادی به‌ویژه برنامه‌ریزان حوزه مدیریت منابع آب می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- محدوده شناسایی بندگانها

محدوده انتخاب شده دربرگیرنده ۰ تا ۹۰ درجه عرض شمالی و از ۱۰۰ درجه طول غربی تا ۱۲۰ درجه طول شرقی می‌باشد. جهت مطالعه پدیده بندگان از لحاظ منشأ شکل‌گیری، تکامل و عوامل کنترل‌کننده سیستم‌های مورد نظر می‌بایستی با دیدی گسترده‌تر در پی کشف مجهولات باشیم، و در راه تحقق اهداف مورد نظر، منطقه وسیع‌تر از منطقه خاورمیانه در نظر گرفته شد. شکل (۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه جهت شناسایی مکان رخداد بندگان

۲-۲- داده‌های مورد استفاده

برای انجام این تحقیق از چند دسته داده شامل: داده‌های بارش ۴۳ ایستگاه سینوپتیک (شکل ۲) سطح کشور در مقیاس ماهانه، داده‌های تراز ۵۰۰ و داده‌های مربوط به خصوصیات بندال‌ها (شامل: طول و عرض بندال، شدت شاخص بندال، عمر یا تداوم بندال، منطقه وقوع بندال و نوع بندال) از سال ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸ استفاده شد. (جدول ۱).

جدول ۱- متغیرهای مورد استفاده در تحقیق

متغیرها	مقیاس	هدف	شاخص‌ها
بارش	روزانه، ماهانه	بررسی دوره‌های تر و خشک فراگیر	zsi
Lev 500 Hgt	روزانه و ماهانه	استخراج بندال‌ها	شاخص دو بعدی باریوپدرو
داده مؤلفه‌های بندال از مرکز CBS (طول عمر، شدت، طول، عرض، محل تشکیل، نوع بندال)	روزانه و ماهانه	بررسی تغییرات بندال‌ها	شاخص وایدنمن (BI)

۲-۳- روش انجام پژوهش

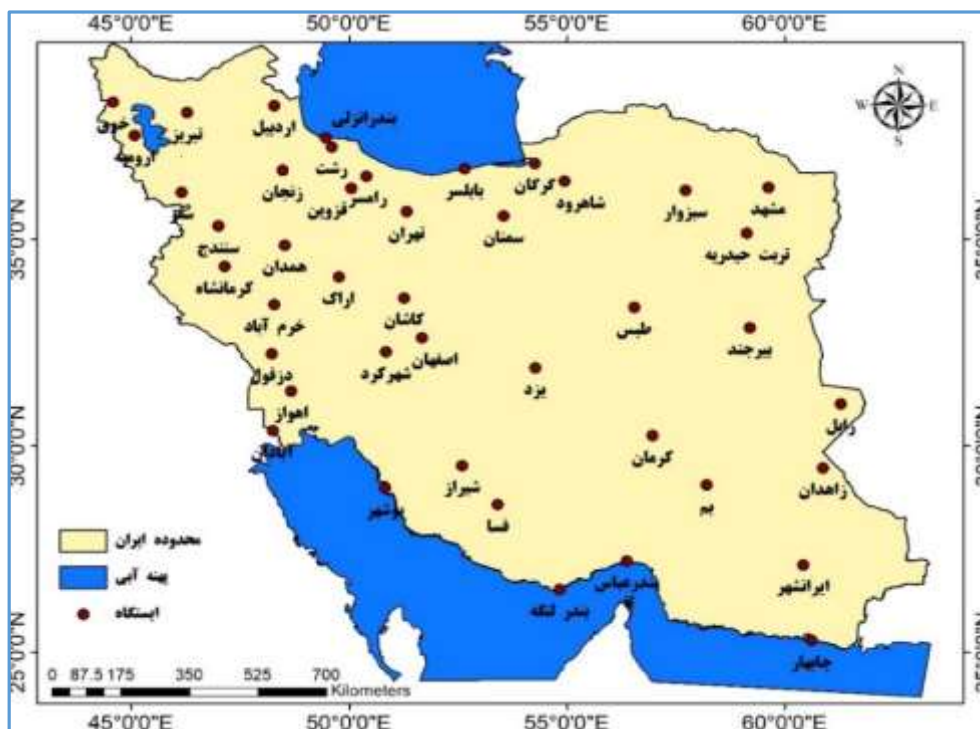
روش کار بدین صورت است که ابتدا داده‌های بارش ۴۳ ایستگاه سینوپتیک (شکل ۲) سطح کشور از سال ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸ (۴۶ سال) در مقیاس ماهانه از سازمان هواشناسی دریافت و با استفاده روش Z استاندارد فراوانی ماه‌های تر و خشک فراگیر ایران طی ۴۶ سال بصورت ماهانه شناسایی و استخراج شد. نحوه استخراج ترسالی‌ها و خشکسالی‌های فراگیر بدین گونه بود که حداقل ۵۰ درصد به علاوه ۱ ایستگاه (در نهایت ۲۲ ایستگاه) درگیر ترسالی و یا خشکسالی باشند. پارامترهای مربوط به بندال‌ها از مرکز مطالعات بندال (CBS^۱) (آرشیو رخدادهای بندال در مقیاس جهانی) به آدرس الکترونیکی <http://weather.missouri.edu> واقع در دانشگاه میسوری آمریکا دریافت گردید. از آنجاکه اطلاعات این آرشیو از سال ۱۹۷۰ در دسترس می‌باشد، در این تحقیق از شاخص عددی BI استفاده شد. این داده‌ها با استفاده شاخص تعدیل شده شدت بندال (شاخص BI^۲) که توسط وایدنمن و همکاران^۳ (۲۰۰۸) و شاخص دو بعدی آشکارسازی بندال که توسط باریوپدرو و همکاران^۴ (۲۰۰۶) ابداع شده‌اند، تهیه می‌شوند.

1 Center for Blocking Studies

2 blocking index

3 Wiedenmann et al

4 Barriopedro et al



شکل ۲- پراکنش فضایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

۲-۴- معرفی شاخص BI

در این پژوهش از روش شاخص تعدیل شده شدت بندال (BI) برای شناسایی عناصر و خصوصیات بندال‌ها استفاده گردید. خصوصیات بندال‌ها شامل: شدت بندال، منطقه وقوع و مدت دوام بندال‌ها می‌باشد که با استفاده از داده ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ محاسبه می‌شود. این شاخص اولین بار توسط لویو و اسمیت (۱۹۹۵) ارائه و سپس توسط وایدنمن و همکاران (۲۰۰۲) اصلاح گردید. مقدار عددی این شاخص بین ۱ تا ۱۰ می‌باشد. مقادیر نزدیک به ۱۰ بندال‌های قوی‌تری نسبت به مقادیر نزدیک به ۱ خواهد داشت (لویو و همکاران^۱، ۱۹۹۷؛ لویو، ۲۰۰۸). در این شاخص تنها بندال‌هایی که حداقل ۵ روز از زمان تشکیل آن گذشته باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند و کمتر از ۵ روز بندال حساب نمی‌شود. چگونگی شناسایی بندال با روش عددی وایدنمن و همکاران از روابط (۱ و ۲) محاسبه می‌شود:

$$BI = 100[MZ/(RC) - 1.0]$$

رابطه ۱:

$$RC = \frac{\frac{(ZU+MZ)}{2} + \frac{(Zd+MZ)}{2}}{2}$$

رابطه ۲:

در این روابط:

BI = شدت بندال

RC = میانه کم ارتفاع ترین منحنی محور ناوه‌های دو طرف پشته در یک عرض جغرافیایی معین.

MZ = حداکثر ارتفاع ژئوپتانسیل در محور پشته.

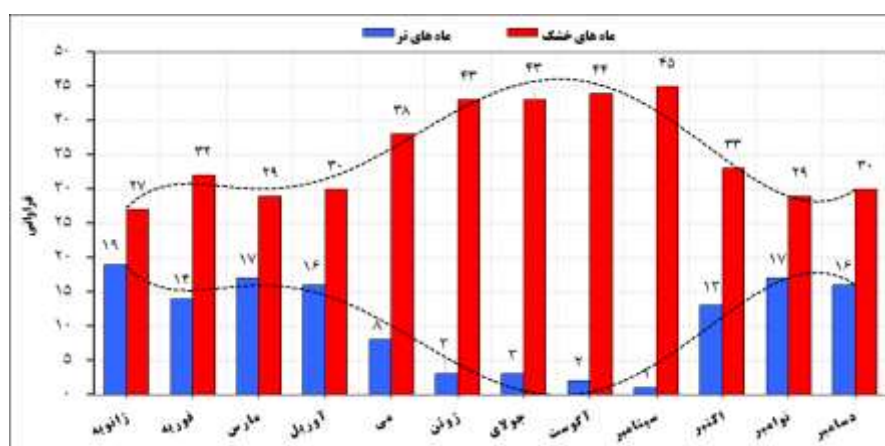
Zu = کمترین مقدار ارتفاع ژئوپتانسیل در محوره ناوه بالادست.

Zd = کمترین مقدار ارتفاع ژئوپتانسیل در محوره ناوه پایین دست.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- توزیع ماهانه خشکسالی و ترسالی‌ها در ایران

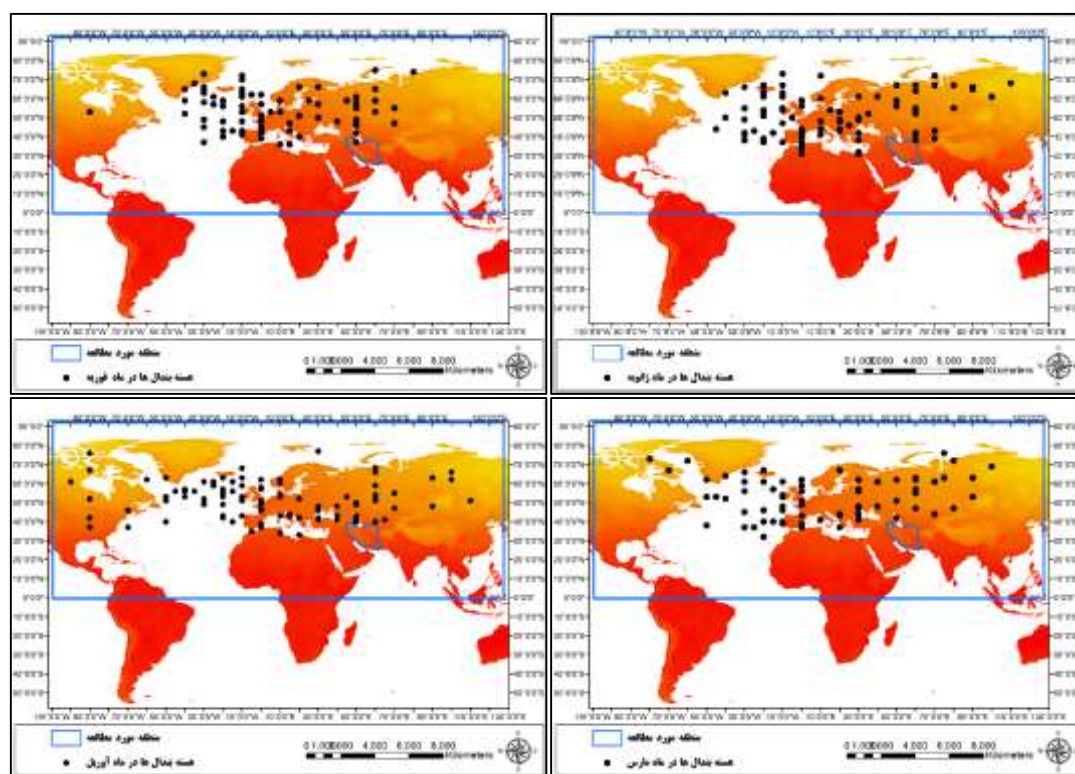
تحلیل داده‌های بارش بلندمدت ماهانه نشان داد که در ایران تعداد ماه‌های خشک فراگیر (۷۶/۶ درصد) بیشتر از ماه‌های تر فراگیر (۲۳/۴) می‌باشد. طی دوره ۴۶ ساله، از بین ۱۲۹ مورد ماه‌تر، ۱۱۲ مورد آن در ماه‌های سرد و ۱۷ مورد آن در ماه‌های گرم به وقوع پیوسته است. در این بین ماه ژانویه با فراوانی ۱۹ و ماه سپتامبر با ۱ مورد ترسالی دارای بیشترین و کمترین وقوع ترسالی فراگیر در ایران بوده‌اند. همچنین از بین ۴۲۳ مورد خشکسالی فراگیر در ایران، ۲۱۳ مورد در ماه‌های سرد و ۲۱۰ مورد آن در ماه‌های گرم به وقوع پیوسته است. در این میان ماه سپتامبر با ۴۵ و ماه ژانویه با ۲۷ مورد دارای بیشترین و کمترین وقوع خشکسالی فراگیر در ایران طی دوره مورد مطالعه بوده‌اند. در کل می‌توان گفت که در ایران بدلیل موقعیت خاص جغرافیایی و قرارگیری در منطقه جنب حاره، ماه‌های خشک ۳ برابر بیشتر از ماه‌های تر رخ می‌دهند (شکل ۳).

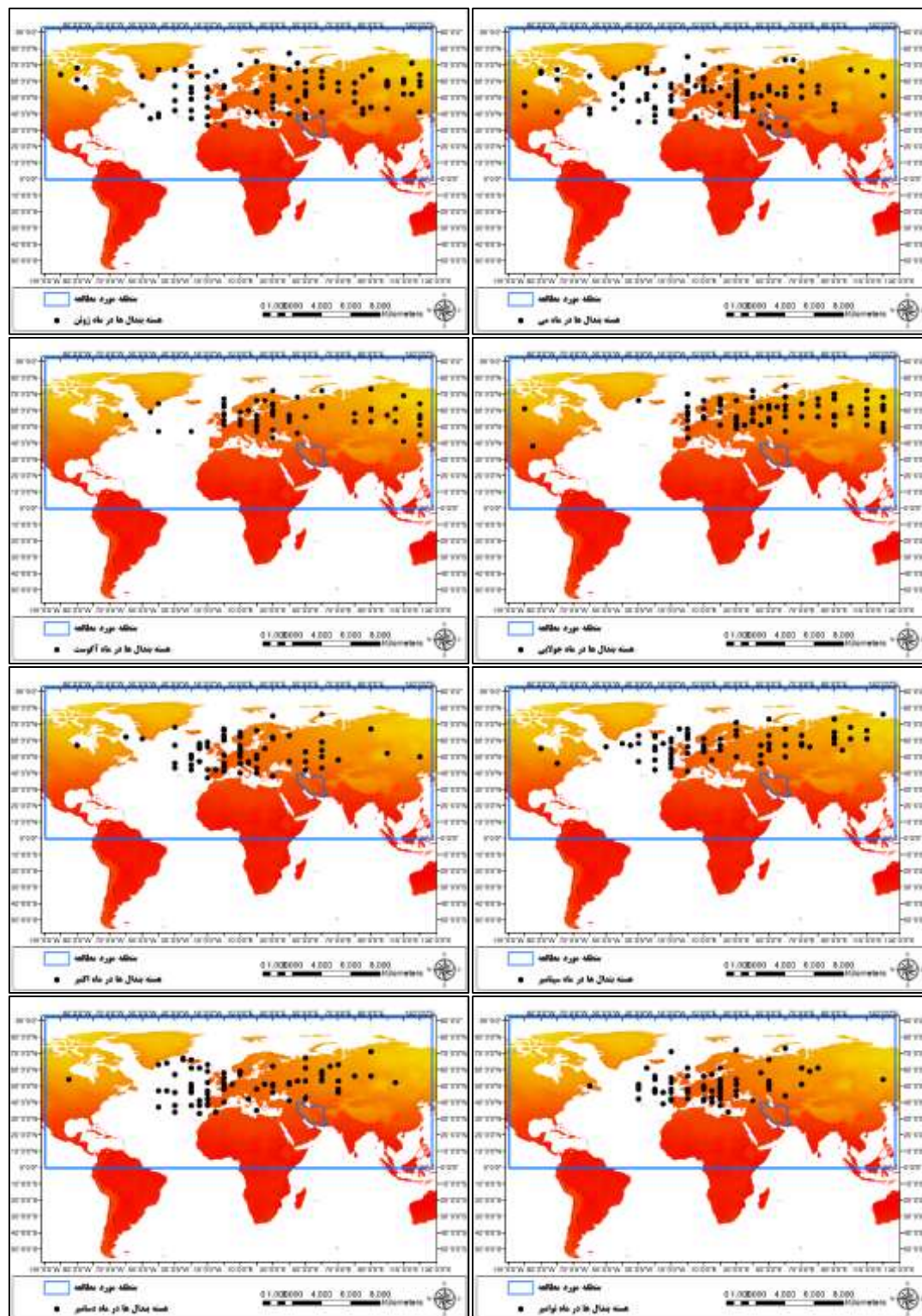


شکل ۳- مقایسه فراوانی ماه‌های تر و خشک فراگیر ایران

۳-۲- توزیع فضایی بندال‌ها

شکل (۴) پراکنش فضایی محل تشکیل هسته‌های بندال در منطقه مورد مطالعه را بین سال‌های ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸ نشان می‌دهد. با بررسی فراوانی داده‌ها، در کل دوره مورد مطالعه ۹۷۷ مورد هسته بندال تشکیل شده است که اغلب آن‌ها در منطقه اطلس شمالی بین طول ۳۰ درجه غربی و ۳۰ درجه شرقی و بین عرض‌های جغرافیایی از ۳۰ تا ۷۰ درجه شمالی قرار دارند اما اغلب بندال‌های مؤثر بر آب‌وهوای ایران در عرض‌های میانه بین ۳۰ تا ۵۵ درجه شمالی و بین ۴۰ درجه غربی تا ۸۰ درجه شرقی تشکیل می‌شوند. با توجه به قرارگیری ایران بین عرض ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی، با کاهش تشکیل هسته بندال‌ها در عرض‌های ۳۰ و ۳۵ درجه شمالی و در مسیر بودن ایران برای این بندال‌ها می‌تواند ایران را با خشکسالی بخصوص در ماه‌های سرد مواجه سازد. همچنین نتایج پراکنش فضایی نشان داد که در ماه‌های گرم سال اغلب بر روی خشکی‌های نیمکره شمالی شکل گرفته‌اند ولی در ماه‌های سرد سال هسته بندال‌ها در منطقه اطلس شمالی (بین ۳۰+ تا ۳۰-) بر روی پهنه‌های آبی شکل گرفته‌اند.





شکل ۴- پراکنش فضایی محل تشکیل هسته بندال‌ها در ماه‌های مختلف (۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸)

۳-۳- توزیع آماری ماهانه مؤلفه‌های بندال

نتایج حاصل از فراوانی بلندمدت ماهانه نشان می‌دهد که طی دوره مورد مطالعه (۶۶ سال)، از ۹۷۷ مورد بندال تشکیل شده در منطقه مورد مطالعه، بیشترین فراوانی رخداد بندال در ماه می با ۱۰۱ مورد و کمترین فراوانی با ۶۰ مورد در ماه آگوست به وقوع پیوسته است. همچنین از ۹۷۷ مورد رخداد بندال، ۵۷۰ مورد به سال‌های اکتبر تا آوریل؛ یعنی ۷ ماه سرد سال که عمده بارش‌های ایران نیز در آن‌ها اتفاق می‌افتد تشکیل شده است و ۴۰۷ مورد نیز در ۵ ماه گرم سال (می تا سپتامبر) که ماه‌های کم بارش ایران هستند روی داده است. در واقع حدود ۵۸ درصد از کل بندال‌ها طی ماه‌های سرد و ۴۲ درصد در ماه‌های گرم به وقوع پیوسته‌اند (جدول ۲).

تحلیل حاصل از داده‌های میانگین بلندمدت ماهانه شدت شاخص بندال (BI) در منطقه مورد مطالعه (جدول ۲) نشان می‌دهد که بالاترین میانگین شدت شاخص BI در منطقه مورد مطالعه به مقدار $BI \ 3/9$ مربوط به ماه ژانویه می‌باشد، اما کمترین مقدار این شاخص که ضعیف‌ترین نوع بندال نیز محسوب می‌شود، دارای شدت $BI \ 2/1$ است که در ماه جولایی به وقوع پیوسته است. شدیدترین بندال ثبت شده داده طی ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸ نیز با $BI \ 6/3$ در نوامبر ۱۹۹۷ و ضعیف‌ترین کل دوره با $BI \ 0/7$ در آگوست ۱۹۸۸ روی داده است. میانگین بلندمدت شدت بندال در ماه‌های سرد که ماه‌های پربارش ایران نیز می‌باشد (اکتبر تا آوریل)؛ $BI \ 3/5$ بوده است اما در ۵ ماه گرم سال (می تا سپتامبر) که ماه‌های کم بارش و یا خشک ایران هستند این مقدار به $BI \ 2/4$ می‌رسد. در واقع شدت بندال در ماه‌های سرد بیشتر از ماه‌های گرم سال است.

میانگین بلندمدت ماهانه تداوم نشان می‌دهد که طولانی‌ترین بندال‌ها در ماه جولایی با $10/2$ روز و سپس ماه‌های ژانویه و دسامبر با ۱۰ روز تداوم به وقوع پیوسته‌اند و کوتاه‌ترین بندال‌ها در ماه آگوست با $7/7$ روز شگل گرفته‌اند؛ بنابراین می‌توان گفت که طول عمر بندال‌ها در ماه‌های سرد با $9/2$ روز بیشتر از ماه‌های گرم با ۹ روز می‌باشد. طولانی‌ترین بندال ثبت شده طی سال‌های مورد مطالعه (۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸) با ۳۵ روز تداوم از ۴ ژوئن تا ۹ جولایی ۲۰۰۲ به ثبت رسیده است؛ کوتاه‌ترین بندال‌ها نیز اکثراً ۵ روز تداوم داشته‌اند و کمتر از ۵ روز بندال محسوب نشده است. در کل دوره مورد مطالعه، میانگین بلندمدت تداوم بندال در ماه‌های سرد (اکتبر تا آوریل)؛ $9/2$ روز بوده است اما در ۵ ماه گرم سال (می تا سپتامبر) که ماه‌های کم بارش و یا خشک ایران هستند این مقدار به ۹ روز رسیده است. در واقع همانند مقدار شدت، عمر بندال‌ها نیز در ماه‌های سرد بیشتر از ماه‌های گرم سال است. (جدول ۲).

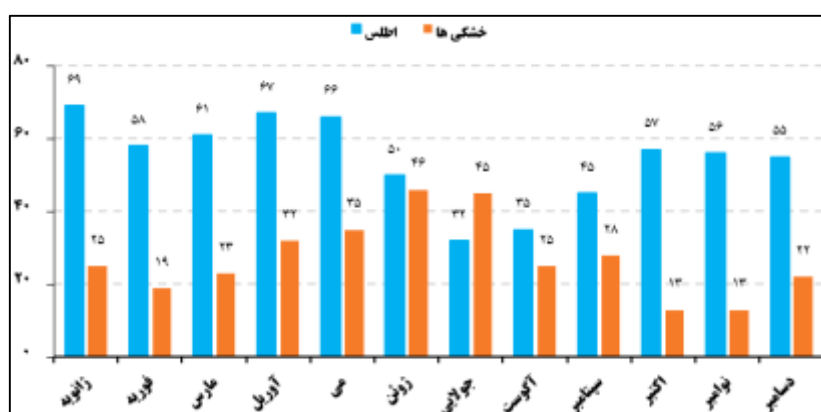
جدول ۲- شدت و تداوم ماهانه بندال‌ها در منطقه مورد مطالعه

ماه	فراوانی	شدت (BI)			تداوم (طول عمر)		
		میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل
ژانویه	۹۴	۳/۹	۶	۱/۵	۱۰	۲۹	۵
فوریه	۷۷	۳/۸	۶/۱	۱	۹/۴	۳۱/۵	۵

ماه	فراوانی	شدت (BI)			تداوم (طول عمر)		
		میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل
مارس	۸۴	۳/۵	۵/۸	۱/۵	۸/۵	۲۱	۵
آوریل	۹۹	۳	۴/۷	۱/۵	۸/۶	۲۲	۵
می	۱۰۱	۲/۸	۴/۴	۱/۶	۸/۶	۲۹/۵	۵
ژوئن	۹۶	۲/۴	۳/۶	۱/۲	۸/۸	۳۵	۵
جولای	۷۷	۲/۱	۳/۲	۰/۹	۱۰/۲	۳۲	۵
اگوست	۶۰	۲/۲	۳/۷	۰/۷	۷/۷	۱۸/۵	۵
سپتامبر	۷۳	۲/۶	۴/۷	۱/۲	۹/۱	۲۲/۵	۵
اکتبر	۷۰	۳/۱	۴/۸	۱/۵	۸/۸	۲۴	۵
نوامبر	۶۹	۳/۴	۶/۳	۱/۶	۸/۸	۲۲	۵
دسامبر	۷۷	۳/۷	۵/۸	۱/۴	۱۰/۱	۳۳/۵	۵
میانگین	۹۷۷	۳	۴/۹	۱/۳	۹/۱	۲۶/۷	۵

۳-۴- توزیع ماهانه بندال‌ها بر اساس منطقه تشکیل

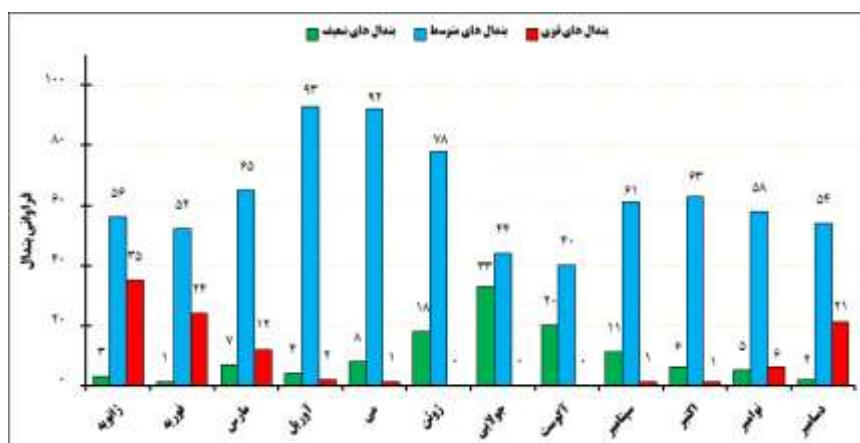
همانطور که شکل (۵) نشان می‌دهد از مجموع ۹۷۷ هسته بندال شکل گرفته در کل دوره مورد مطالعه، ۶۵۱ مورد در منطقه اطلس شمالی و ۳۲۶ مورد نیز در خشکی‌های شمالی تشکیل شده‌اند؛ که در این میان بیشترین بندال مربوط ماه ژانویه در منطقه اطلس شمالی با ۶۹ مورد و کمترین هسته‌های تشکیل بندال در دو ماه اکتبر و نوامبر با ۱۳ مورد بر روی خشکی‌هاست؛ بنابراین می‌توان گفت که ماه‌های سرد در منطقه اطلس هسته بندال‌ها بیشتر شکل می‌گیرند و هرچه به ماه‌های گرم سال نزدیک می‌شویم تشکیل هسته بندال‌ها افزایش می‌یابد.



شکل ۵- توزیع ماهانه بندال‌ها بر اساس منطقه تشکیل

۳-۵- شدت بندال در بازه زمانی ماهانه

با مقایسه ضرایب شدت ماهانه بندال مشخص شد که هسته بندال‌های با شدت قوی در ماه‌های سرد به ترتیب فراوانی در ماه‌های ژانویه، فوریه، دسامبر، مارس، نوامبر و آوریل شکل می‌گیرند و کمترین فراوانی هسته بندال‌های قوی نیز از ماه می تا اکتبر تشکیل می‌شوند. ماه‌های فصل تابستان فاقد بندال قوی بوده‌اند. بندال‌های با شدت متوسط بیشتر در فصل بهار و ماه‌های آوریل، می، ژوئن و مارس فعالیت خود را آغاز کرده‌اند. بندال‌های ضعیف نیز بیشتر در ماه‌های جولای و اگوست در فصل تابستان و ماه ژوئن در فصل بهار شکل می‌گیرند. کمترین فراوانی رخداد بندال‌های ضعیف نیز در دسامبر و ژانویه رخ داده است. در کل می‌توان گفت بندال‌های قوی همزمان با فصول پربارش ایران فعالیت خود را آغاز می‌کنند ولی در فصول کم بارش اکثریت با بندال‌های ضعیف است (شکل ۶).



شکل ۶- مقایسه شدت بندال در بازه زمانی ماهانه

۳-۶- پراکنش ماهانه گونه‌های بندال

تحلیل ماهانه بندال‌ها نشان داد که از لحاظ نوع بندال، بریده کم‌فشار از میان ۹۷۷ بندال تشکیل شده در منطقه مورد مطالعه با ۳۰۲ مورد بیشترین و رکس با ۶۷ مورد کمترین فراوانی را هم در مجموع سالانه و هم مجموع فصلی به خود اختصاص داده‌اند. فراوانی بلندمدت ماهانه نشان می‌دهد از ماه ژانویه تا می بیشترین فراوانی با بندال از نوع بریده کم‌فشار است، اما در ماه‌های ژوئن تا سپتامبر و همچنین دسامبر، فراوانی با بندال بریده پرفشار است. دو ماه اکتبر و نوامبر بیشترین فراوانی به بندال امگایی اختصاص دارد؛ بنابراین می‌توان گفت در ماه‌های سرد اکثریت تشکیل بندال‌ها با بریده کم‌فشار است و هرچه به فصول گرم نزدیک می‌شویم بندال بریده پرفشار و سپس امگایی بیشترین فراوانی را دارا می‌باشند (جدول ۳).

جدول ۳- فراوانی ماهانه پراکنش نوع بندال در منطقه مورد مطالعه

نوع بندال/ماه	امگایی	بریده پرفشار	بریده کم فشار	دوقطبی	رکس	مجموع
ژانویه	۱۳	۱۱	۴۵	۱۲	۱۳	۹۴
فوریه	۱۹	۱۴	۳۱	۵	۸	۷۷
مارس	۱۸	۱۰	۴۱	۱۱	۴	۸۴
آوریل	۱۷	۱۵	۵۵	۸	۴	۹۹
می	۲۹	۱۷	۴۳	۱۰	۲	۱۰۱
ژوئن	۲۹	۳۱	۲۹	۴	۳	۹۶
جولایی	۲۲	۴۱	۲	۱۰	۲	۷۷
اگوست	۲۳	۲۳	۷	۴	۳	۶۰
سپتامبر	۲۹	۳۰	۳	۱۰	۱	۷۳
اکتبر	۲۴	۱۵	۱۷	۸	۶	۷۰
نوامبر	۲۱	۲۱	۱۴	۵	۸	۶۹
دسامبر	۱۷	۲۲	۱۵	۱۰	۱۳	۷۷
مجموع ماهانه	۲۶۱	۲۵۰	۳۰۲	۹۷	۶۷	۹۷۷

۳-۷- شدت (BI) ماهانه گونه‌های بندال

همانطور که میانگین بلندمدت ماهانه نشان می‌دهد شدیدترین بندال‌ها در ماه‌های سرد سال از نوامبر تا مارس به وقوع پیوسته‌اند. همچنین با توجه به جدول (۴) در بلندمدت بندال نوع رکس با $BI \ 3/1$ نسبت به انواع دیگر بندال‌ها از شدت بیشتری برخوردار بوده است؛ بنابراین در مواقع ترسالی که عموماً در ماه‌های سرد ایران رخ می‌دهند این بندال‌ها موثرند. نتایج بررسی ماهانه نشان داد که در ماه‌های سرد بندال دو قطبی، رکس و سپس بریده کم فشار و در رتبه‌های بعدی قرار دارند؛ اما در ماه‌ها و فصول گرم سال شدت بندال‌ها با رکس، بریده پرفشار و امگایی می‌باشد؛ بنابراین این نوع از بندال‌ها در وقوع دوره‌های خشک ایران که اکثر مواقع نیز در ماه‌های گرم ایران رخ می‌دهند اثر بیشتری دارند. در ماه‌های گرم کمترین شدت با بریده کم فشار و دوقطبی است. در ماه‌های سرد کمترین شدت با بریده پرفشار است. بررسی میانگین بلندمدت حداکثر شدت بندال نیز نشان داد بندال‌های دوقطبی، بریده کم فشار و رکس در ماه ژانویه؛ و بندال‌های امگایی و بریده پرفشار در فوریه در حالت قوی خود شکل گرفته‌اند، در نتیجه می‌توان گفت اکثر بندال‌ها در ماه‌های سرد در قوی‌ترین حالت و در ماه‌های گرم در ضعیف‌ترین حالت خود بوده‌اند (جدول ۴).

جدول ۴- میانگین شدت وقوع بندال (BI) بر اساس نوع بندال

میانگین BI	رکس	دوقطبی	بریده کم فشار	بریده پر فشار	امگایی	نوع بندال/ماه
۳/۹	۳	۴/۳	۴	۳/۸	۳/۵	ژانویه
۳/۸	۳/۸	۴ /۱	۳/۷	۳/۹	۳/۸	فوریه
۳/۵	۳/۷	۳/۲	۳/۶	۳/۳	۳/۵	مارس
۳	۳/۱	۳/۱	۳	۳/۲	۳	آوریل
۲/۸	۳/۳	۳/۱	۲/۷	۲/۵	۲/۹	می
۲/۴	۲/۵	۲/۲	۲/۵	۲/۳	۲/۴	ژوئن
۱/۲	۱/۲	۱/۹	۲	۲/۲	۱/۹	جولایی
۲/۲	۲/۷	۲	۱/۹	۲/۱	۲/۲	اگوست
۲/۶	۲/۱	۲/۵	۲/۲	۲/۶	۲/۷	سپتامبر
۳/۱	۲/۹	۳/۲	۳/۱	۲/۹	۳/۳	اکتبر
۳/۴	۳/۵	۳/۱	۳/۳	۳/۳	۳/۵	نوامبر
۳/۷	۳/۹	۳/۸	۳/۷	۳/۵	۳/۷	دسامبر
۳	۳/۱	۳	۲/۹	۳	۳	میانگین BI

۳-۸- طول عمر (تداوم) گونه‌های بندال

همانطور که میانگین بلندمدت ماهانه نشان می‌دهد طولانی‌ترین بندال‌ها در ماه می با ۱۱ روز و سپس ماه‌های ژانویه، فوریه، سپتامبر و دسامبر با ۱۰ روز به وقوع پیوسته‌اند. کوتاه‌ترین بندال‌ها در ماه مارس، اگوست و ژوئن دارای ۸ روز ماندگاری بوده‌اند. بررسی میانگین بلندمدت تداوم نشان داد طولانی‌ترین تداوم در ماه می با ۱۹ روز از نوع رکس بوده است، همچنین بندال امگا در ماه‌های می، ژوئن و اکتبر با ۱۰ روز، بندال بریده پر فشار با ۱۱ روز در ماه جولایی، بندال بریده کم فشار با ۱۱ روز در ماه سپتامبر، بندال دوقطبی با ۱۳ روز در فوریه شکل گرفته‌اند. از لحاظ مجموع میانگین تداوم ماهانه نیز بیشترین عمر را بندال‌های تشکیل شده در ماه‌های سرد داشته‌اند اما از لحاظ حداکثرها، بیشترین تداوم بندال‌ها در ماه‌های گرم سال به وقوع پیوسته‌اند (جدول ۵).

جدول ۵- میانگین طول عمر (تداوم) انواع بندال در منطقه مورد مطالعه

میانگین تداوم	رکس	دوقطبی	بریده کم فشار	بریده پر فشار	امگایی	نوع بندال/ماه
۱۰	۱۱	۱۰	۱۰	۸	۹	ژانویه
۱۰	۱۱	۱۳	۸	۱۰	۹	فوریه
۸	۶	۹	۹	۸	۸	مارس
۹	۱۰	۹	۹	۹	۷	آوریل

میانگین تداوم	رکس	دوقطبی	بریده کم فشار	بریده پرفشار	امگایی	نوع بندال/ماه
۱۱	۱۹	۹	۹	۱۰	۱۰	می
۸	۶	۱۰	۹	۸	۱۰	ژوئن
۹	۸	۱۰	۸	۱۱	۹	جولایی
۸	۸	۸	۹	۷	۸	آگوست
۱۰	۱۲	۹	۱۱	۹	۹	سپتامبر
۹	۹	۱۰	۸	۸	۱۰	اکتبر
۹	۹	۹	۹	۱۰	۸	نوامبر
۱۰	۱۳	۹	۱۰	۹	۹	دسامبر
۹	۱۰/۲	۹/۵	۹/۲	۸/۸	۸/۸	میانگین تداوم

۳-۹- همبستگی ماهانه بین ماه‌های تر فراگیر و مؤلفه‌های بندال

جدول (۶) همبستگی بین فراوانی ماه‌های تر و مؤلفه‌های بندال را در مقیاس بلندمدت ماهانه نشان می‌دهد. بر اساس جدول ۲۸ ارتباط میان فراوانی ماه‌های تر با فراوانی وقوع و شدت بندال به ترتیب با ۰/۹۷۶ و ۰/۸۷۵ در سطح معناداری ۰/۰۱ می‌باشد که نشان دهنده ارتباط قوی و مثبت بین این پارامترها می‌باشد. بدین ترتیب می‌توان گفت که با وقوع بندال‌های بیشتر در منطقه و افزایش شدت بندال‌ها، سامانه‌های مؤثر بر بارش ایران نیز در حالت تقویت خود قرار می‌گیرند و ترسالی یا تر ماهی گسترده در ایران حاکم می‌شود. همچنین بین فراوانی ماه‌های تر و عمر بندال ارتباط مثبت در حدود ۳۴ درصد برقرار است؛ اما این ارتباط فاقد معناداری بوده است. در کل بندال قوی و با طول عمر زیاد با افزایش دوره‌های تر فراگیر در ایران همراه است. نتایج حکایت از ارتباط مستقیم و معنادار بین فراوانی و شدت بندال در سطح ۹۵ درصد اطمینان دارند. ارتباط بین ترسالی و بندال‌های بریده پرفشار و امگا منفی و معنادار و با رکس و بریده کم فشار مثبت و معنادار است و با بندال دوقطبی ارتباط مثبت اما معنادار نمی‌باشد.

جدول ۶- همبستگی بین ترسالی و مؤلفه‌های بندال در مقیاس ماهانه

میانگین تداوم بندال	میانگین شدت بندال (BI)	فراوانی تشکیل بندال	فراوانی ماه‌های تر
			۱
		۱	۰/۹۷۶**
	۱	۰/۸۳۹**	۰/۸۷۵**
۱	۰/۳۳۶	۰/۳۴۲	۰/۳۵۳
-۰/۳۱۳	-۰/۵۹۹*	-۰/۸۳۴**	-۰/۸۸۷**
۰/۰۰۲	-۰/۶۴۹	-۰/۷۶۳**	-۰/۷۷۴**
۰/۳۷۳	۰/۴۹۸	۰/۶۳۳*	۰/۶۴۶*
-۰/۲۳۱	۰/۳۵۹	۰/۲۸۵	۰/۳۷۳

میانگین تداوم بندال	میانگین شدت بندال (BI)	فراوانی تشکیل بندال	فراوانی ماه‌های تر	
۰/۴۳۶	-۰/۷۴۹**	۰/۷۰۶*	۰/۷۴۳**	رکس
(**) ضریب معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ درصد، (*) ضریب معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ درصد)				

جدول (۷) همبستگی بین فراوانی ماه‌های خشک و مؤلفه‌های بندال را در مقیاس بلندمدت ماهانه نشان می‌دهد. بر اساس جدول ۲۹ ارتباط میان فراوانی ماه‌های خشک با فراوانی وقوع با ۰/۶۱۱ در سطح معناداری ۰/۰۵ می‌باشد که نشان دهنده ارتباط معنادار و مثبت بین این پارامترها می‌باشد. بدین ترتیب می‌توان گفت که با وقوع بندال‌های بیشتر در منطقه، ماه‌های خشک نیز افزایش یافته‌اند؛ اما در همین بازه زمانی بین فراوانی ماه‌های خشک و شدت بندال ارتباط معکوس و قوی با ضریب ۰/۹۰۶- در سطح معناداری ۰/۰۱ حاکم بوده است که نشان از اثر زیاد این شاخص در خشکسالی‌ها دارد. به‌طوری‌که هر وقت بندال قوی بوده و یا ضریب شدت بالا بوده، در نتیجه سامانه‌های بارشی نیز تقویت می‌شوند و ماه‌تری را سپری خواهیم کرد در نتیجه خشکسالی‌ها کمتر می‌شود؛ بنابراین ارتباط معکوس و معنادار نشان می‌دهد بندال‌های با عمر کوتاه و شدت کم (بندال ضعیف) باعث تضعیف سامانه‌های بارشی و در نتیجه افزایش فصول خشک ایران می‌شوند. همچنین بین فراوانی ماه‌های خشک و عمر بندال ارتباط معکوس در حدود ۱۲ درصد برقرار است که این ارتباط فاقد سطح معناداری درخور توجهی بوده است؛ اما در کل بندال ضعیف با عمر کوتاه در فراوانی خشکسالی‌های ایران مؤثر می‌باشند. همچنین ارتباط بین خشکسالی و بندال‌های بریده پرفشار و امگا مثبت و معنادار و با رکس و بریده کم‌فشار منفی و معنادار است و با بندال دوقطبی ارتباط معکوس داشته اما فاقد سطح معناداری است.

جدول ۷- همبستگی بین خشکسالی و مؤلفه‌های بندال در مقیاس ماهانه

میانگین تداوم بندال	میانگین شدت بندال (BI)	فراوانی تشکیل بندال	فراوانی ماه‌های خشک	
			۱	فراوانی ماه‌های خشک
		۱	۰/۶۱۱*	فراوانی تشکیل بندال
	۱	-۰/۶۰۱*	-۰/۹۰۶**	میانگین شدت بندال (BI)
۱	۰/۲۸۶	۰/۱۱۱	-۰/۱۱۹	میانگین تداوم بندال
-۰/۱۳۸	-۰/۷۰۴*	۰/۵۸۶*	۰/۷۸۷**	امگایی
۰/۱۰۷	-۰/۷۴۹**	۰/۴۳۸	۰/۷۷۴**	بریده پرفشار
-۰/۰۷۳	۰/۴۴۶	۰/۱۹۶	-۰/۵۸۹*	بریده کم‌فشار
۰/۶۰۵*	۰/۲۶۵	۰/۰۵۸	-۰/۲۷۳	دوقطبی
۰/۴۱۵	۰/۸۳۴**	-۰/۵۹۳*	-۰/۷۴۳**	رکس
(**) ضریب معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ درصد، (*) ضریب معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ درصد)				

۳-۱۰- مدل رگرسیون چند متغیره بین ترسالی و خشکسالی‌ها و مؤلفه‌های بندالی

به منظور تعیین اثر تجمعی کل مؤلفه‌های بندالی شامل (فراوانی بندال، میانگین شدت بندال (BI) و میانگین عمر یا تداوم بندال بر نوسان‌پذیری ماه‌های تر و خشک در ایران طی دوره‌های زمانی ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸ آزمون رگرسیون چندمتغیره مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمون فراوانی ماه‌های خشک به عنوان متغیر وابسته و پارامترهای فراوانی بندال، میانگین شدت بندال (BI) و میانگین عمر بندال به عنوان متغیرهای مستقل مورد آزمون قرار گرفتند تا مشخص گردد که آیا ارتباطی بین آن‌ها وجود دارد یا خیر؟ و آیا تغییر در پارامترهای بندال باعث تغییر در فراوانی ترسالی و یا خشکسالی شده است یا خیر؟

با توجه به معادله رگرسیون چند متغیره، بین مؤلفه‌های بندال و فراوانی ماه‌های تر فراگیر در ایران، ضریب تبیین داده‌های متناظر برابر با ۹۶/۵ درصد مورد محاسبه قرار گرفته است. بدین معنی که پارامترهای بندال در مجموع ۹۶/۵ درصد از تغییرات ترسالی در ایران طی دوره‌ی آماری مورد مطالعه (۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸) را تبیین می‌کنند. به عبارت بهتر با ضریب خطای کمتر از ۰/۰۱ می‌توان گفت ۹۶/۵ درصد از نوسانات ترسالی ایران تحت تأثیر مؤلفه‌های بندال قرار دارد. در نتیجه با اطمینان بالا می‌توان نتیجه گرفت که وقوع بندال‌های قوی با طول عمر بیشتر با ترسالی و افزایش ماه‌ها و فصول‌تر همراه هستند؛ زیرا بندال‌ها با چرخش‌های سیکلونیک خود در اطراف ایران باعث کشیده شدن سامانه‌های بارشی به سمت ایران می‌شوند. (جدول ۸).

همچنین نتایج رگرسیون نشان داد که پارامترهای بندال در مجموع ۸۳/۴ درصد از تغییرات خشکسالی فراگیر در ایران طی دوره‌ی آماری مورد مطالعه (۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸) را تبیین می‌کنند. به عبارت بهتر با اطمینان بالا درصد می‌توان گفت ۸۳/۴ درصد از نوسانات خشکسالی‌های فراگیر ایران تحت تأثیر تغییرات مؤلفه‌های بندال قرار دارد. در نتیجه با اطمینان حدود ۸۴ درصدی می‌توان گفت که وقوع بندال‌های ضعیف با طول عمر کم باعث تضعیف سامانه‌ای بارشی شده و در نتیجه با خشکسالی و افزایش ماه‌های خشک فراگیر همراه هستند.

جدول ۸- تعیین اثر تجمعی کل مؤلفه‌های بندال بر نوسان پذیری ترسالی و خشکسالی فراگیر ایران

نوع متغیر	معادله رگرسیون	R-Sq	P-VALUE
ترسالی	$f_wet = -3.47 + 0.452 f_bandal + 1.61 ave_bi + 0.059 ave_tadavom$	۹۶/۵	۰/۰۰۰
خشکسالی	$f_dry = 58.6 - 0.0610 f_bandal - 9.98 ave_BI + 1.29 ave_tadavom$	۸۳/۴	۰/۰۰۲

۴- نتیجه‌گیری

نتایج بررسی داده‌های بارش ایران طی ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۸ مشخص شد که طی این دوره، ایران ۱۲۹ ماه ترسالی فراگیر و ۴۲۳ ماه را با خشکسالی گسترده در ایران حاکم بوده است. در کل می‌توان گفت که در ایران بدلیل موقعیت خاص جغرافیایی و قرارگیری در منطقه جنب حاره، ماه‌های خشک تقریباً ۳ برابر بیشتر از ماه‌های تر رخ داده است. نتایج حاصل از بررسی پراکنش انواع بندال نشان داد که از میان انواع بندال، بیشترین قدرت و شدت را بندال رکس و سپس بریده کم‌فشار داشته است. این بندال‌ها ارتباط مستقیمی در مقیاس ماهانه با ترسالی و رابطه معکوسی با خشکسالی‌های فراگیر ایران دارند؛ اما در ماه‌های خشک حداکثر شدت و تداوم با بندال‌های امگا و بریده پرشار بخصوص در ماه‌های گرم سال بوده است در نتیجه خشکسالی‌های فراگیر ایران نیز بیشتر شده‌اند. همچنین از لحاظ پراکنش منطقه‌ای نوع بندال، بندال‌ها شکل گرفته در منطقه اطلس بیشتر از نوع بریده کم‌فشارند اما در منطقه خشکی‌های شمالی بیشتر از نوع امگا و سپس بریده پرشار بوده است.

نتایج تحلیل فضایی نشان داد هر زمان که بندال‌های بریده کم‌فشار و رکس بخصوص در منطقه اطلس و در فصل سرد شکل گرفته، در ایران ترسالی‌های گسترده حکم‌فرما بوده است و زمانی که بریده پرشار و امگا بخصوص در فصول گرم بیشتر شده ایران دچار خشکسالی گسترده می‌شود.

نتایج حاصل از بررسی ارتباط ماهانه مؤلفه‌های بندالی با دوره‌های تر و خشک در ایران نشان داد که رابطه دوره-های تر با فراوانی و شدت رابطه‌ای مستقیم و معنادار بوده است؛ یعنی با رشد فراوانی و شدت بندال ترسالی‌ها نیز افزایش پیدا کرده‌اند و هر زمان که شدت و فراوانی کمتر شده است، دوره‌های تر در ایران نیز با کاهش روبرو شده است؛ اما ارتباط بین خشکسالی و مؤلفه‌های بندال نشان داد که خشکسالی با فراوانی بندال ارتباط مستقیم و با شدت بندال رابطه‌ای معکوس دارد، بنابراین با کاهش شدت بندال‌ها دوره‌های خشک در ایران نیز رشد کرده‌اند. در نتیجه می‌توان گفت که افزایش وقوع بندال‌های ضعیف، باعث تضعیف سامانه‌های بارشی شده و در نتیجه ایران با خشکسالی و افزایش ماه‌های خشک همراه می‌شود. همچنین نتایج آزمون رگرسیون چند متغیره بین مؤلفه‌های بندال به عنوان متغیرهای وابسته و ترسالی به عنوان متغیر مستقل نشان داد که اثر بندال بر ترسالی‌ها بیشتر از خشکسالی‌ها بوده است. به‌طوری‌که در کل دوره ضریب اثر گزاری مؤلفه‌های بندالی بر ترسالی‌های ایران حدود ۹۶ درصد و خشکسالی حدود ۸۴ درصد بوده است.

از لحاظ موقعیت مکانی نیز بندال‌های بین عرض جغرافیایی ۳۰ تا ۵۵ بیشترین اثر را در ترسالی‌های فراگیر ایران داشته‌اند و بندال‌های ۶۵ به بالاتر اثر کمتری داشته‌اند. همچنین بندال‌های شکل گرفته در عرض‌های ۳۵ تا ۵۵ درجه شمالی قوی‌تر از بندال‌های تشکیل شده در عرض‌های ۶۵ و ۷۰ درجه بوده‌اند. این بندال‌ها هر زمان در که در منطقه اطلس بوده‌اند اثر مثبتی در ترسالی‌های ایران داشته‌اند و هر زمان که در عرض‌های واقع در خشکی‌ها (۴۰ درجه

شرقی به بالا) شکل گرفته‌اند ایران درگیر خشکسالی فراگیر بوده است چراکه با تشکیل بندال‌ها و چرخند‌ها در پهنه‌ای آبی انرژی جنبشی بیشتر و قدرت بیشتری برای تحت تأثیر قرار دادن سرزمین‌های در مسیر خود داشته‌اند. محل دقیق قرارگیری هسته‌های پرفشار و کم‌فشار بندال‌ها نیز نقش بسزایی در ترسالی و خشکسالی‌های ایران داشته است؛ به‌طوری‌که اگر هسته پرفشار بندالی نظیر امگا بین طول جغرافیایی ۴۰ تا ۸۰ درجه شرقی قرار داشته ایران درگیر خشکسالی بوده است و هر زمان که هسته پرفشار آن بین طول جغرافیایی ۳۰ درجه شرقی تا ۵۰ درجه طول غربی قرار داشت ایران ترسالی را تجربه می‌کرده است چراکه بال راست این بندال به صورت ناوهای عمیق فرود مدیترانه را شکل داده و ایران در سمت راست محور این ناوه واقع می‌شده است، در نتیجه مناطق بیشتری از ایران با بارش و ترسالی روبرو شده‌اند. همچنین اگر هسته پرفشار امگایی در طول شرقی ۸۰ تا ۱۰۰ درجه طول شرقی شکل می‌گرفت بال سمت چپ این بندال نیز بصورت تشکیل ناوه بارش ایران را تحت تأثیر قرار می‌داده است؛ بنابراین با بررسی محل تشکیل و تشخیص نوع بندال شکل گرفته می‌توان وقوع بارش و یا عدم بارش را طی روزها و ماه‌های عادی پیش‌بینی نمود و خود را برای روبرو شدن با آن آماده نمود. در واقع با بررسی دقیق بندال‌ها هنگام تشکیل و مسیریابی آن‌ها می‌توان شرایط اقلیمی آینده مناطق سر راه این سیستم‌ها را به طور دقیق پیش‌بینی کرد.

کتابنامه

- خوش اخلاق، فرامرزی؛ ۱۳۷۶. بررسی الگوهای ماهانه خشکسالی و ترسالی در ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. سال دوازدهم. دوره دوم. شماره ۴۵. صص ۱۵۴-۱۳۶.
- ذوالفقاری، حسن؛ معصوم پور سماکوش، جعفر؛ رشیدی ناصرخانی، احمد؛ میری، مرتضی؛ ۱۳۹۱. تأثیر سامانه‌های بندالی جو بر وقوع و استمرار دوره‌های خشک غرب و شمال غرب ایران. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. سال سوم. شماره ۹ و ۱۰. صص ۱۱۹-۱۰۱.
- صداقت کردار، عبدالله؛ فتاحی، ابراهیم؛ ۱۳۸۷. شاخص‌های پیش‌آگاهی خشکسالی در ایران. جغرافیا و توسعه. شماره ۱۱. صص ۵۹-۷۶.
- طولابی نژاد، میثم؛ حجازی زاده، زهرا؛ سلیقه، محمد؛ ۱۳۹۸. توزیع فضایی سامانه‌های بندالی و همزمانی آن با ترسالی‌های فصل‌های سرد در ایران. فصلنامه جغرافیا. دوره هفدهم. شماره ۶۲. صص ۲۰-۴۰.
- طولابی نژاد، میثم؛ حجازی‌زاده، زهرا؛ بساک، عاطفه؛ بزمی، نسرين؛ ۱۳۹۷. اثرات نوسان اطلس شمالی بر ناهنجاری تراز میانی جو و بارش ایران (مطالعه موردی: غرب ایران). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. دوره هجدهم. شماره ۴۹. صص ۱۹-۳۵.

عابدی، فاطمه؛ رحیمی، داریوش؛ مسعودیان، سید ابوالفضل؛ کیخسروی کیانی، محمد صادق؛ ۱۳۹۷. بررسی اقلیمی سامانه‌های بندالی نیمکره شمالی و ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. دوره پنجاهم. شماره ۴. صص ۶۵۵ - ۶۶۷.

عزیزی، قاسم؛ ۱۳۷۸. بلاکینگ. مجله پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۳۷. صص ۳۶-۵۰.
عزیزی، قاسم؛ ۱۳۷۵. بندال و اثر آن بر بارش‌های ایران. رساله دکتری جغرافیای طبیعی. دانشگاه تربیت مدرس.
عزیزی، قاسم؛ خلیلی، مائده؛ ۱۳۹۰. نقش بلاکینگ در رخداد سرماهای فرین ایران. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. دوره چهل و سوم. شماره ۷۷. صص ۳۹ - ۵۲.

عزیزی، قاسم؛ سلطانی، محسن؛ حنفی، علی؛ رنجبرسعادت‌آبادی، عباس؛ میرزایی، ابراهیم؛ ۱۳۹۰. اثر سامانه بندال در ایجاد بارش‌های شدید (مطالعه موردی: بارش ۴ تا ۷ آبان ماه ۱۳۸۷ شمال غرب ایران). فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. سال بیست و ششم. شماره ۴. صص ۱۱۷-۱۴۷.

کاویانی، محمدرضا؛ علیجانی، بهلول؛ ۱۳۹۰. مبانی آب و هواشناسی. چاپ نهم. انتشارات سمت.
ناظم السادات، محمدجعفر؛ سامانی، نودر؛ مولایی نیکو، مصطفی؛ ۱۳۸۴. تغییر اقلیم در جنوب و جنوب غرب ایران از دیدگاه مشاهدات بارش، بر همکنش با پدیده النینو نوسانات جنوبی. مجله علمی کشاورزی. دوره بیست و هشتم. شماره ۲. صص ۸۱-۱۰۰.

- Barriopedro, David, Ricardo García-Herrera, Anthony R. Lupo, Emiliano Hernández., 2006. A Climatology of Northern Hemisphere Blocking. J. Climate, 19: 1042–1063.
- Fowler. A, K. Adams., 2004. Twentieth Century Droughts and Wet Periods in Auckland (New Zealand) and Their Relationship to ENSO. International Journal of Climatology, 24: 1974-1961.
- Lupo, A. R., Clark, J. V., Hendin, A. M., Kelly, A. S., Mihalka, K. M., Perrin, B. L., Puricelli, K. M., 2008. The Global Increase in Blocking Occurrences, 21th Conference on Climate Variability and Change/88th Annual Meeting of the American Meteorological Society 19 – 24 January.
- Lupo, A., 1997. A Diagnosis of Two Blocking Events that Occurred Simultaneously in the Mid-Latitude Northern Hemisphere, Mon. Wea. Rev, 125: 1801 – 1823.
- Lupo, A.R., Smith P.J., 1995. Planetary and synoptic-scale interactions during the life-cycle of a multitude blocking anticyclone over the North Atlantic. Tellus, 47: 575–596.
- Lupo. A R., Andrew D. Jensen, Igor I. Mokhov, and Alexander V. Timazhev., 2017. Changes in Blocking Characteristics during the First 21Part of the 21st Century. Conference Proceedings Paper. ECAS2017.
- Pavan, V., Molten, F., and C. Brankovic., 2000. Wintertime variability in the EuroAtlantic region in observations and in ECMWF seasonal ensemble experiments. Quart. J. Roy. Meteor. Soc, 126: 2143–2173.
- Rex, D., 1950. Blocking action in the middle troposphere and its effect upon regional Climate. I: An aerological study of blocking. Tellus, 2: 169–211.
- Sadaf, N., Lin, Y., Dong, W., 2020. Atmospheric blocking modulates the odds of heavy precipitation over Pakistan, EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-4364, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-4364>.

- Scherer, S.C., Croci-Maspoli, M., Schwarz, C., Appenzeller, C., 2006. Two-dimensional indices of atmospheric blocking and their statistical relationship with winter climate patterns in the Euro-Atlantic region. *Int. J. Climatology*, 26, 233–249.
- Schwierz, C., Croci-Maspoli, M. and Davies, H. C., 2004. Perspicacious Indicators of Atmospheric Blocking, *Geophysical Research Letters*, 31, 1-14.
- Shabbar, A., Huang, J.P., and K. Higuchi., 2001. The relationship between the wintertime North Atlantic Oscillation and blocking episodes in the North Atlantic. *Int. J. Climatology*, 21: 355–369.
- Silman, J., 2008. Atmospheric Blocking in Present and Future Climate Model Simulations, Ph.D. Thesis Prepared Within the International Max Planck Research School on Earth System Modeling.
- Tran, L, Gregory, K.C and V.Wesner., 2002. Drought in Bulgaria and Atmospheric Synoptic Conditions over Europe. *Kluwer Academic Publishers*, 57: 149-157.
- Triedl, R. A., E. C. Birch, and P. Sajecki., 1981. Blocking action in the Northern Hemisphere, *Atmosphere-Ocean*, 19(1): 1-23.
- Trigo, I. F., G. R. Bigg and T. D. Davies., 2002. Climatology of cyclogenesis mechanisms in the Mediterranean, *Mon. Wea. Rev*, 130(3): 549-569.
- Trigo, R. M., Trigo, I.F., DaCamara, C.C., and T. J. Osborn., 2004. Climate impact of the European winter blocking episodes from the NCEP/NCAR reanalysis. *Climate Dyn*. 23: 17–28.
- Wiedenmann, J.M., A.R. Lupo, I.I. Mokhov, and E.A. Tikhonova., 2002. The Climatology of Blocking Anticyclones for the Northern and Southern Hemispheres: Block Intensity as a Diagnostic. *J. Climate*, 15: 3459–3473.
- Woollings, T.J., Barriopedro, D., Methven, J., Son, S.W., Martius, O., 2018. Blocking and its response to climate change, *Current Climate Change Reports*, 4: 287–300.



Forecast carbon dioxide emissions from fossil fuel consumption and environmental changes: Case study of Iran

Samaneh Bagheri^{a*}, Habib Ansari Samani^b

^a Ph.D Student of Economics, Faculty of Economics, Management and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran

^b Associate Professor of Economics, Faculty of Economics, Management and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran

Received: 3 March 2021

Revise: 16 May 2021

Accepted: 21 May 2021

Abstract

Iran has a comparative advantage in consuming fossil fuels due to its vast resources of fossil fuels. Consumption of fossil fuels may lead to the environmental pollutions. According to international organizations, carbon dioxide emissions in Iran have been increasing, so research in this area is important. This study has investigated for the first time the carbon dioxide emissions from the consumption of small fuels, including coal, oil and natural gas, for the period 1982-2019 using the long-term memory method. According to this study, it is predicted that in 2039, the carbon emissions from coal consumption will be 4.8378 (MMtonnes CO₂), the carbon dioxide emissions from natural gas consumption will be 594.2 (MMtonnes CO₂), and the carbon dioxide emissions from oil consumption will be 353/95 (MMtonnes CO₂). Carbon dioxide emissions from natural gas consumption will be greater than the emissions of other fossil fuels. Carbon dioxide emissions from all three fossil fuels are projected to increase by 2039. Emissions of carbon dioxide from 2039 solar will reach 169701 kilotons, emissions of carbon dioxide from energy fuels will reach 78769 kilotons and solid fossil fuels in 2039 will reach 3605 kilotons. Emissions of carbon dioxide from energy fuels to fossil fuels increase. Water evaporation will increase in 2030 in Iran and the Middle East. Rainfall in Iran and the Middle East will decrease in 2030. This research will help policymakers to adopt more effective policies to improve the environment.

Keywords: Carbon dioxide emission forecast, Fossil energy consumption, Long term memory, RCP scenarios

*. Corresponding author: Samaneh Bagheri E-mail: samabagheri90@yahoo.com Tel: + 989166096134

How to cite this Article: Bagheri,S.,Ansari Samani,H.(2021).Forecast carbon dioxide emissions from fossil fuel consumption and environmental changes: Case study of Iran. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(3), 105-122.

doi: 10.22067/geoh.2021.67232.0



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.67232.0>

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۱۲۲-۱۰۵

مقاله پژوهشی

پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و تغییرات محیطی

(مطالعه موردی: ایران)

سمانه باقری^۱ - دانشجوی دکترای اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

حبیب انصاری سامانی - دانشیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۲/۲۶ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۲/۳۱

چکیده

با صنعتی شدن کشورها و مصرف انرژی، آلودگی افزایش می‌یابد. کشور ایران به دلیل منابع عظیم سوخت‌های فسیلی، در مصرف سوخت‌های فسیلی دارای مزیت نسبی است و مصرف سوخت سوخت-های فسیلی ممکن است به آلودگی‌های محیط‌زیستی منجر شود. بر اساس گزارش سازمان‌های بین‌المللی، انتشار گاز دی‌اکسید کربن در ایران افزایشی بوده است، پس پژوهش در این زمینه ضرورت می‌یابد. این پژوهش برای نخستین بار به بررسی انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی شامل، زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی برای دوره زمانی ۱۹۸۲-۲۰۱۹ با روش حافظه بلندمدت می‌پردازد. مطابق نتایج این پژوهش پیش‌بینی می‌شود، در سال ۲۰۳۹ میلادی میزان انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف زغال-سنگ (MMtonnes CO₂) ۴/۸۳۷۸، انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف گاز طبیعی (MMtonnes CO₂) ۵۹۴/۲ و انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف نفت خام (MMtonnes CO₂) ۳۵۳/۹۵ خواهد رسید. انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف گاز طبیعی، انتشار بیش‌تری از مصرف سایر سوخت‌های فسیلی خواهد داشت. انتشار گاز کربنیک ناشی از سوخت‌های فسیلی گازی در سال ۲۰۳۹ میلادی به ۱۶۹۷۰۱ کیلوتن، انتشار گاز کربنیک ناشی از سوخت‌های مایع به ۷۸۷۶۹۸ کیلوتن و انتشار ناشی از مصرف

Email: samabagheri90@yahoo.com

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۶۶۰۹۶۱۳۴

نحوه ارجاع به این مقاله :

باقری، سمانه، انصاری سامانی، حبیب. (۱۴۰۰). پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و تغییرات محیطی (مطالعه موردی: ایران). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰(۳)، صص ۱۲۲-۱۰۵.
<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.67232.0>

سوخت‌های فسیلی جامد در سال ۲۰۳۹ میلادی به ۳۶۰۵ کیلوتن خواهد رسید. انتشار گازکربنیک ناشی از مصرف هر سه سوخت فسیلی افزایشی خواهد بود. انتشار گازکربنیک ناشی از سوخت‌های فسیلی مایع نسبت به دیگر سوخت‌های فسیلی بیش‌تر پیش‌بینی می‌شود. تبخیر آب در سال ۲۰۳۰ میلادی در ایران و خاورمیانه بیش‌تر خواهد شد. بارندگی در ایران و خاورمیانه در سال ۲۰۳۰ میلادی کاهش خواهد یافت. این پژوهش به سیاست‌گذاران، برای اتخاذ سیاست‌های مؤثرتر برای بهبود محیط‌زیست کمک خواهد کرد.

کلیدواژه‌ها: پیش‌بینی انتشار گازکربنیک، مصرف انرژی فسیلی، حافظه بلندمدت، سناریوهای RCP

۱- مقدمه

یکی از عوامل مهم استفاده از سوخت‌های فسیلی، ظرفیت محدود پاک‌سازی طبیعت است و مقدار زیادی از این آلودگی در محیط‌زیست باقی می‌ماند. آلودگی‌های محیط‌زیستی را می‌توان از طریق توافق‌های بین‌المللی مانند پیمان کیوتو که امضاکنندگان آن بر کنترل تجارت کلروفلوئوروکربن (CFC) به توافق رسیدند، کاهش داد. از سال ۱۹۷۰ تا سال ۲۰۱۰ میلادی، انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش یافت و در این میان کشورهای با درآمد بالا بیش‌ترین سهم را در انتشار گازهای گلخانه‌ای را داشتند و بعد از آن گروه، کشورهای بالاتر از سطح متوسط درآمد و سپس، کشورهای کم‌تر از درآمد متوسط و بعد از آن‌ها کشورهای با درآمد پایین‌تر بیش‌ترین سهم را در انتشار گازهای گلخانه‌ای داشتند. کشورهای با درآمد بالا در دهه‌های اخیر، کاهشی در انتشار گاز گلخانه‌ای تجربه کردند و کشورهای با درآمد پایین و کشورهای با درآمد پایین‌تر از سطح متوسط، یک روند ثابتی را در انتشار این گازها در این سال‌ها داشتند، اما کشورهای با درآمد بالاتر از سطح متوسط، افزایش در انتشار گازکربنیک در دهه‌های اخیر داشته‌اند. انتشار گازکربنیک، سبب تغییرات آب‌وهوا و گرمایش جهانی می‌شود و این خود سبب تغییرات محیطی وسیعی می‌شود.

آلودگی بر گرمایش جهانی و تغییر اقلیم مؤثر است، تغییر اقلیم آینده توسط چهار سناریو (RCPs) به نام‌های RCP2.6، RCP4.5، RCP6.0 و RCP8.5، در سه بازه زمانی (۲۰۳۷-۲۰۶۰)، آینده میانی (۲۰۷۰-۲۰۳۷) و آینده دور (۲۱۰۰-۲۰۷۰) پیش‌بینی شده است. یک سناریو بدبینانه، سناریو RCP8.5 با تولید گازهای گلخانه‌ای بالاتر و سناریو خوش‌بینانه RCP2.6 و سناریو متوسط شامل سناریو RCP6 و RCP4.5 است. از نتایج این سناریوها برای نشان دادن غلظت و انتشار گازهای گلخانه‌ای و میزان آلودگی‌ها و تغییرات کاربری اراضی بهره می‌گیرند. در سناریوی RCP2.6، به دلیل رشد کم جمعیت و رشد تکنولوژی‌های جدید، میزان استفاده از انرژی و سوخت‌های فسیلی کم‌تر از بقیه سناریوها پیش‌بینی شده است و استفاده از زغال‌سنگ بیش از سناریوهای RCP4.5 و RCP6 است و میزان استفاده از انرژی‌های نو در این سناریو بیش‌تر و میزان استفاده از انرژی نفت کم‌تر از دو سناریوی دیگر است. با توجه به میزان جمعیت در نظر گرفته شده در سناریوی RCP8.5 و نیاز جمعیت به انرژی، استفاده از انرژی

در این سناریو بیش‌تر از سناریوهای دیگر است. بیش‌ترین میزان انتشار گاز دی اکسیدکربن در سناریوی RCP8.5 است.

از پژوهش‌هایی که به بررسی ارزیابی سیاست‌های محیط‌زیستی در ایران پرداخته‌اند، می‌توان به پژوهش‌های کلانترهرمزی و همکاران (۱۳۹۴)، میرزایی و مبرقی دینان (۱۳۹۱) و مقدسی و طاهری (۱۳۹۱) را نام برد. از پژوهش‌هایی که به بررسی اثرات تغییرات آب‌وهوا و اقتصاد جهانی پرداخته‌اند، پژوهش تاپیا گرانادوس^۱ و همکاران (۲۰۱۲) هستند. محمدی و همکاران (۱۳۹۵) از روش تبیینی-تحلیلی به بررسی ارزیابی پیامدهای اقتصادی- محیط‌زیستی گرمایش جهانی با تأکید بر دستاوردهای اجرای پروتکل کیوتو در ایران پرداختند. ملامحمدی راوری و همکاران (۱۳۹۱)، به پیش‌بینی انتشار گازکربنیک در جهان در طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۵ با روش ARIMA پرداختند. نتایج بیان‌گر ادامه روند کنونی استفاده از سوخت‌های فسیلی، میزان انتشار گاز CO₂ به‌طور متوسط سالانه ۱/۷۵ درصد افزایش خواهد یافت ملامحمدی راوری و همکاران (۱۳۹۱)، به پیش‌بینی انتشار گازکربنیک در جهان در طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۵ با روش ARIMA پرداختند. نتایج بیان‌گر ادامه روند کنونی استفاده از سوخت‌های فسیلی، میزان انتشار گاز CO₂ به‌طور متوسط سالانه ۱/۷۵ درصد افزایش خواهد یافت. انواری و همکاران (۱۳۹۸)، به بررسی روند و پیش‌بینی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ایران در دوره ۱۳۹۲-۱۳۹۹ و بخش‌های آلاینده پرداختند. بیش‌ترین انتشار گازکربنیک در دوره مورد بررسی، مربوط به بخش حمل‌ونقل و کم‌ترین مربوط به بخش صنعت بوده است و مطابق با پیش‌بینی‌های انجام شده در سال ۱۴۱۴، بخش خدمات از بخش حمل‌ونقل پیشی خواهد گرفت و طبق پیش‌بینی با روش GARCH در سال ۱۴۱۴ انتشار گازکربنیک در کل کشور به ۱۰/۰۹ متریک تن سرانه افزایش خواهد یافت.

از مطالعات خارجی که به بررسی انتشار دی‌اکسیدکربن پرداختند، می‌توان به مطالعه ژو^۲ و همکاران (۲۰۱۵) اشاره کرد. حسینی^۳ (۲۰۱۹) به پیش‌بینی انتشار گازکربنیک در ایران بر پایه سری زمانی و آنالیز رگرسیون، با روش رگرسیون خطی چندگانه multiple polynomial regression (MLR) و رگرسیون چند جمله‌ای چندگانه در سال ۲۰۳۰ میلادی تحت فرضیات دو سناریو، تجارت به‌صورت معمولی (BAU) و برنامه ششم توسعه Sixth Development Plan (SDP) پرداخت، نتایج نشان داد، ایران به توافق‌نامه پاریس تحت مفروضات BAU، به‌احتمال زیاد عمل نخواهد کرد و با اجرای کامل SDP، هدف برنامه توسعه برنامه ششم توسعه را تا پایان سال ۲۰۱۸ میلادی می‌تواند برآورده سازد.

1 Tapia Granados

2 Zhu

3 Hosseini

پائو و تی سائی^۱ (۲۰۱۱) به مدل سازی و پیش بینی انتشار CO₂، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در برزیل برای دوره ۲۰۰۷-۱۹۸۰ میلادی با روش پیش بینی خاکستری برای سال های ۲۰۱۳-۲۰۰۸ میلادی پرداختند و به این نتیجه رسیدند، انرژی نقش مهم تری در انتشار گازکربنیک دارد. یک علیت دو طرفه قوی بین درآمد، مصرف انرژی و انتشار وجود دارد. به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و جلوگیری از تأثیر منفی بر رشد اقتصادی، برزیل باید استراتژی دوگانه افزایش سرمایه گذاری در زیرساخت های انرژی و افزایش سیاست های صرفه جویی انرژی را برای افزایش بهره وری انرژی و کاهش هدر رفت انرژی اتخاذ کند.

۲- مواد و روش ها

داده های مورد مطالعه در این تحقیق، شامل انتشار گازکربنیک ناشی از نفت خام و انرژی فسیلی، مصرف انرژی فسیلی، از بانک جهانی و سازمان بین المللی انرژی طی دوره ۱۹۸۲-۲۰۱۹ جمع آوری شده است. کلیه محاسبات تحقیق با نرم افزار ایویوز ۱۰ و نرم افزار oxmetrics ۷ انجام شده است. از آنجایی که افق برنامه ریزی بلندمدت کشور، افق برنامه های بیست ساله است، پیش بینی این پژوهش بیست سال در نظر گرفته شد.

در آزمون هایی که به بررسی وجود حافظه بلندمدت در سری زمانی می پردازد. فرضیه صفر به معنی عدم وجود حافظه بلندمدت است و فرضیه مقابل به معنی وجود حافظه بلندمدت است. تولوی^۲ (۲۰۰۳) حافظه بلندمدت را در سری زمانی به صورت خودهمبستگی بین وقفه های طولانی، بیش از صدها دوره زمانی تعریف کرد. روش gph مبتنی بر دامنه فرکانس است و جمع موزون از سری های پایه ای است که الگوهای ادواری مختلفی دارند.

۳- نتایج و بحث

جدول ۱- آماره توصیفی متغیرهای مدل

متغیرهای مدل	gph	Skewness	Jarque-Bera	Kurtosis	ARCH
انتشار گازکربنیک ناشی از نفت	۰/۸۹ (۰/۰۰)	۰/۷۸ (۰/۰۱)	۶/۶۳ (۰/۰۳)	-۰/۶۶ (۰/۲۹)	۲۴/۳۶ (۰/۰۰)
انتشار گازکربنیک ناشی از زغال سنگ	۰/۹۳ (۰/۰۰)	-۰/۳۷ (۰/۲۸)	۲/۷۲ (۰/۲۵)	-۰/۹۵ (۰/۱۷)	۵۰/۲۱ (۰/۰۰)
انتشار گازکربنیک ناشی از گاز طبیعی	۱/۰۱ (۰/۰۰)	-۱/۳۱ (۰/۰۰)	۱۶/۹۵ (۰/۰۰)	۱/۵۲ (۰/۰۲)	۱/۷۲ (۰/۱۳)

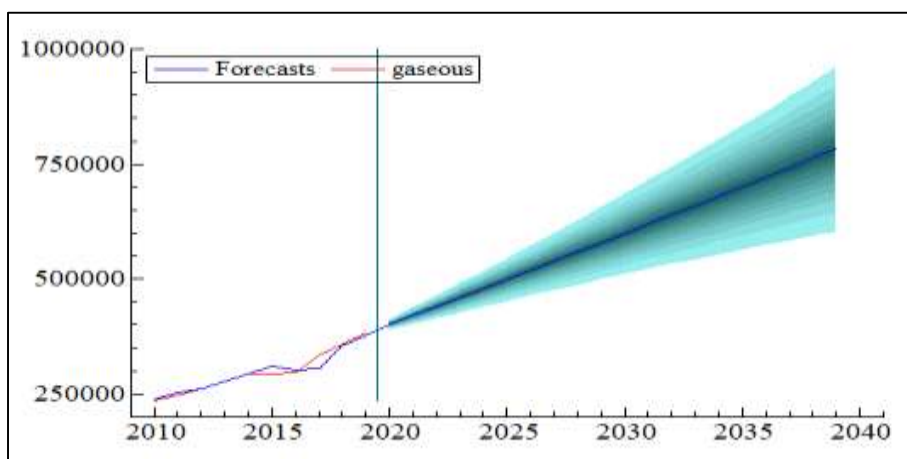
منبع: یافته های پژوهش

1 Pao-Tsai

2 Tolvi

آزمون gph (روش چگالی طیفی)، مبتنی بر دامنه فرکانس است و ابزاری برای تمایز روند حافظه کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌باشد، این آماره به تخمین پارامتر حافظه بلندمدت (d) که بر مبنای رگرسیون دوره نگاشت است، می‌پردازد، مطابق با جدول (۱) آزمون‌های حافظه بلندمدت برای همه متغیرها معنی‌دار شد و به این معنی است که حافظه بلندمدت بین متغیرها وجود دارد و می‌توان از روش حافظه بلندمدت استفاده کنیم.

۳-۱- انتشار گاز کربنیک ناشی از سوخت‌های فسیلی



شکل ۱- انتشار گاز کربنیک ناشی از سوخت‌های گازی فسیلی

منبع: یافته‌های پژوهش

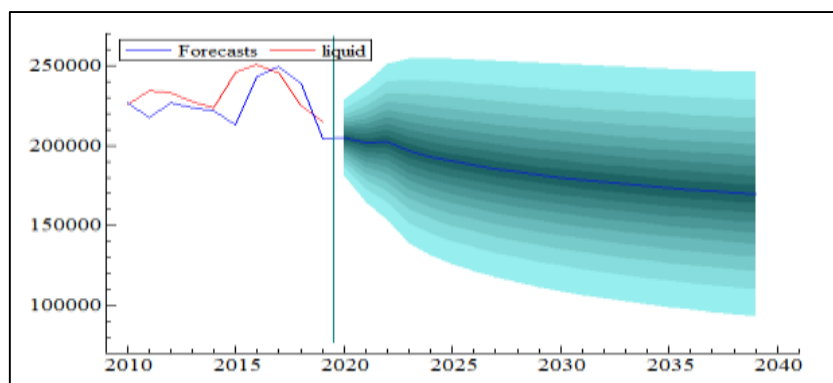
مطابق با شکل (۱)، پیش‌بینی می‌شود انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف گازهای فسیلی به ۷۸۷۶۹۸ کیلو تن در سال ۲۰۳۹ میلادی خواهد رسید.

جدول ۲- انتشار گاز کربنیک ناشی از انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف گازهای فسیلی ARFIMA(1,d,0)

Probe	T-VALUE	انحراف معیار	ضریب	
۰/۰۰	۷/۱۹	۰/۰۶	۰/۴۳	پارامتر d
۰/۰۰	۹۳/۶	۰/۰۱	۰/۹۸	AR-1
۰/۷۱	۰/۳۷	۸/۳۱	۳۱۰	CONSTANT

منبع: یافته‌های پژوهش

۳-۲- انتشار گازکربنیک ناشی از مصرف مایعات فسیلی



شکل ۲- انتشار گازکربنیک ناشی از مصرف مایعات فسیلی

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با شکل (۲)، پیش‌بینی می‌شود، انتشار گازکربنیک ناشی از مایعات فسیلی در سال ۲۰۳۹ میلادی به ۱۶۹۷۰۱ کیلو تن خواهد رسید

جدول ۲- پیش‌بینی ناشی از انتشار گازکربنیک مصرف مایعات فسیلی $ARFIMA(0,d,3)$

Probe	T-VALUE	انحراف معیار	ضریب	
۰/۰۰	۲۱/۹	۰/۰۲	۰/۴۸	پارامتر d
۰/۰۰	۶/۱۷	۰/۱۱	۰/۷۲	MA-1
۰/۰۰	۴/۹	۰/۱۲	۰/۶۳	MA-2
۰/۰۰	۳/۴۸	۰/۱۲	۰/۴۳	MA-3
۰/۲۹	۱/۰۶	۱/۱۹	۱۲	CONSTANT

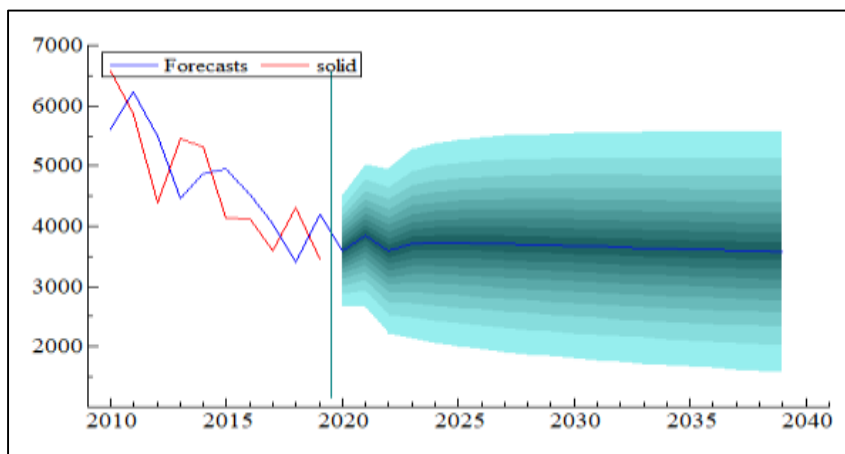
منبع: یافته‌های پژوهش

۳-۳- انتشار گازکربنیک ناشی از مصرف سوخت جامد فسیلی

جدول ۳- پیش‌بینی ناشی از انتشار گازکربنیک سوخت جامد فسیلی $ARFIMA(0,d,3)$

Probe	T-VALUE	انحراف معیار	ضریب	
۰/۰۰	۱۱/۱	۰/۰۴	۰/۴۶	پارامتر d
۰/۰۲	۲/۲۶	۰/۱۴	۰/۳۲	MA-1
۰/۰۸	۱/۷۸	۰/۱۳	۰/۲۳	MA-2
۰/۰۵	۱/۹۳	۰/۱۶	۰/۳۲	MA-3
۰/۱۷	۱/۳۸	۲۱	۲۹	CONSTANT

منبع: یافته‌های پژوهش

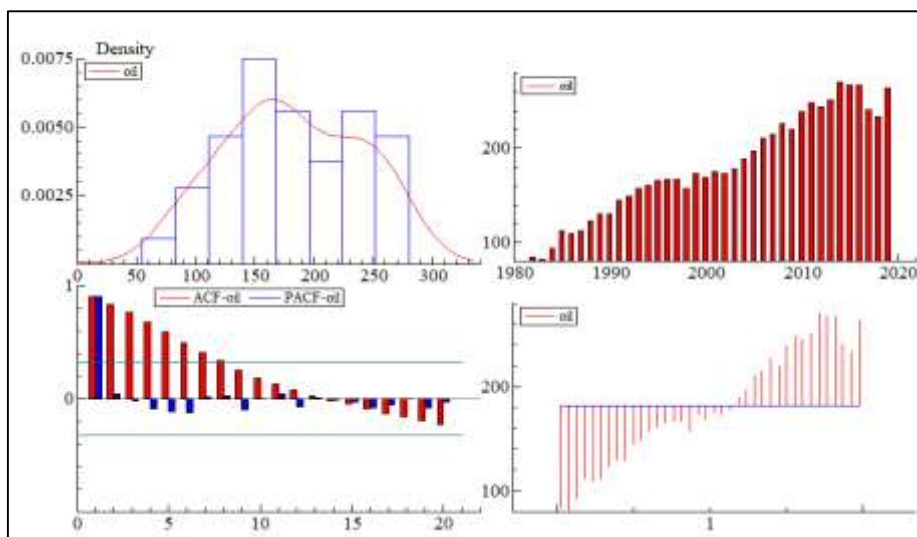


شکل ۳- پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک ناشی از سوخت‌های جامد فسیلی $ARFIMA(0,d,3)$

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق شکل (۳)، پیش‌بینی می‌شود، انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف سوخت‌های جامد فسیلی به ۳۶۰۵ کیلو تن خواهد رسید.

۳-۴- انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف نفت



شکل ۴- متغیرهای توصیفی انتشار گاز کربنیک در مصرف نفت

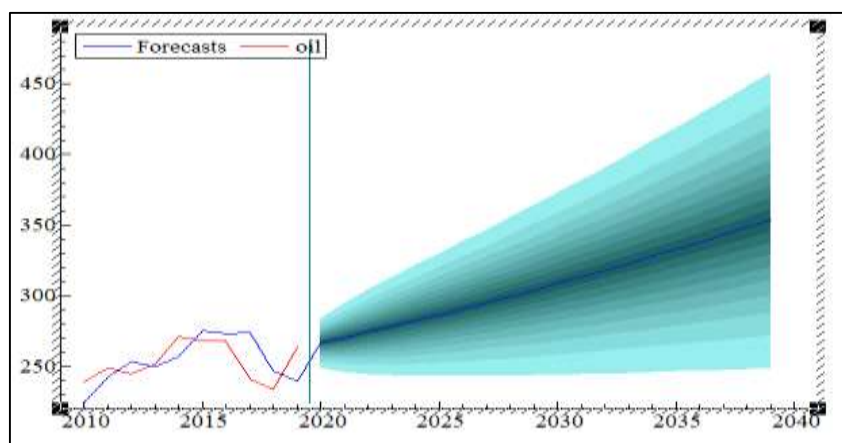
منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با شکل (۴)، نمودار ACF و PACF، در این روش نمودارهای خودهمبستگی از یک مقدار معین، به صورت خیلی آهسته و نه به صورت نمایی، کاهش میابد، و نشان می دهد که این سری دارای حافظه بلندمدت است.

جدول ۴- انتشار گازکربنیک در بخش نفت

Prob	T- value	انحراف معیار	ضریب	
۰/۰۰	۴/۱۲	۰/۲۲	۰/۹۱	d parameter
۰/۰۰	۱۶/۸	۰/۰۶	۱/۰۱	AR-1
۰/۰۰	-۶/۲۳	۰/۱۵	-۰/۹۶	MA-1
۰/۵۲	۰/۶۳	۲۵۰	۱۵۹/۷۳	Constant

منبع: یافته های پژوهش

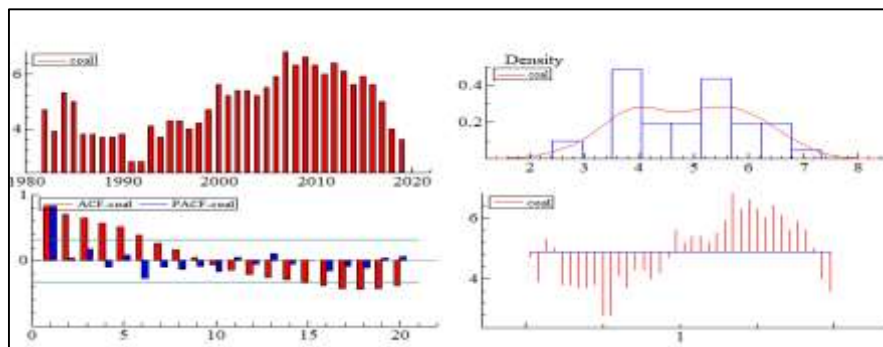


شکل ۵- پیش بینی انتشار گازکربنیک ناشی از نفت

منبع: یافته های پژوهش

پیش بینی می شود انتشار گازکربنیک ناشی از مصرف نفت خام در سال ۲۰۳۹ میلادی به ۳۵۳/۹۵ MMtonnes CO₂ خواهد رسید.

۳-۵- انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف زغال‌سنگ



شکل ۵- متغیرهای توصیفی انتشار گاز کربنیک در مصرف زغال‌سنگ

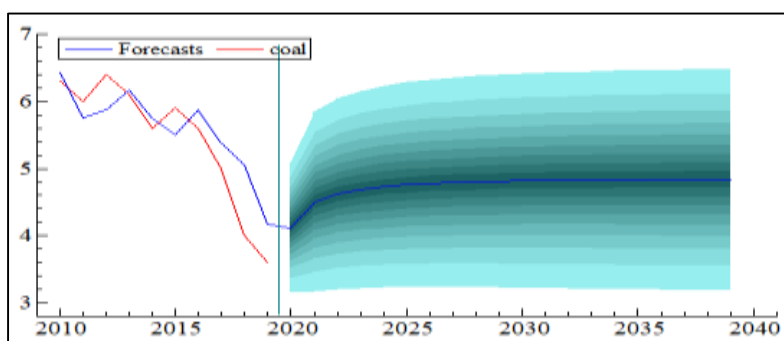
منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با شکل (۵)، نمودار ACF و PACF، در این روش نمودارهای خودهمبستگی از یک مقدار معین، به صورت خیلی آهسته و نه به صورت نمایی، کاهش میابد، و نشان می‌دهد که این سری دارای حافظه بلندمدت است.

جدول ۵- انتشار گاز کربنیک در بخش زغال‌سنگ

Prob	T- value	انحراف معیار	ضریب	
۰/۰۰	۳/۸۵	۰/۱۰	۰/۴۱	d parameter
۰/۰۲	۲/۳۶	۰/۲۳	۰/۵۵	MA-1
۰/۹۲	-۰/۰۹	۰/۲۱	-۰/۰۲	MA-2
۰/۰۰	۵/۰۸	۰/۹۴	۴/۷۸	Constant

منبع: یافته‌های پژوهش

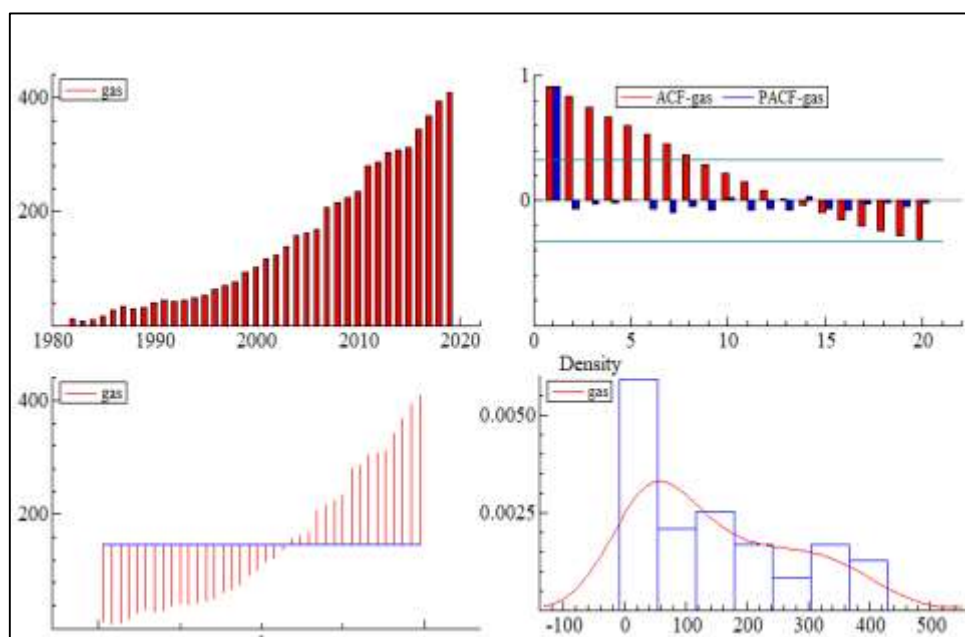


شکل ۶- پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک ناشی از زغال‌سنگ

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق شکل (۶) انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف زغال سنگ، پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۳۹ میلادی به ۴/۸۳۷۸ (MMtonnes CO₂) خواهد رسید.

۳-۶- انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف گاز طبیعی



شکل ۷- متغیرهای توصیفی انتشار گاز کربنیک در مصرف گاز طبیعی

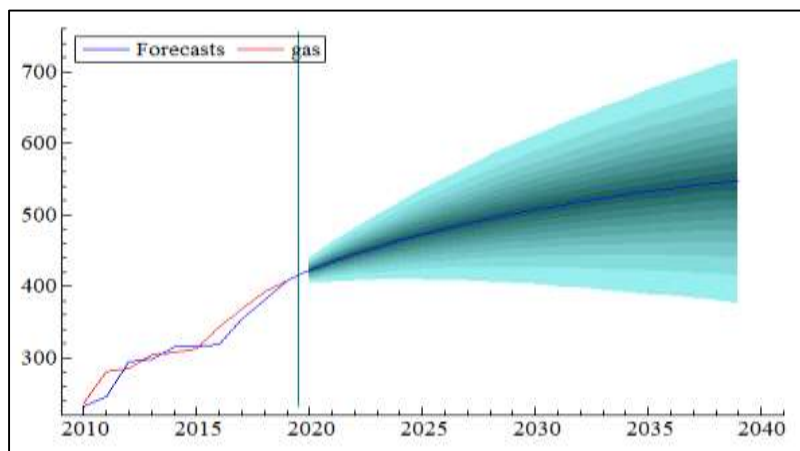
منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با شکل (۳)، نمودار ACF و PACF، در این روش نمودارهای خودهمبستگی از یک مقدار معین، به‌صورت خیلی آهسته و نه به‌صورت نمایی، کاهش می‌یابد، و نشان می‌دهد که این سری دارای حافظه بلندمدت است.

جدول ۶- انتشار گاز کربنیک در بخش گاز طبیعی

Prob	T- value	انحراف معیار	ضریب	
۰/۰۰	۵/۱۵	۰/۰۸	۰/۴۳	d parameter
۰/۰۰	۷۴/۸	۰/۰۱	۰/۹۸	AR-1
۰/۲۹	-۱/۰۶	۰/۲۱	-۰/۲۲	MA-1
۰/۷۲	۰/۳۵	۸۴۴	۲۹۶	Constant

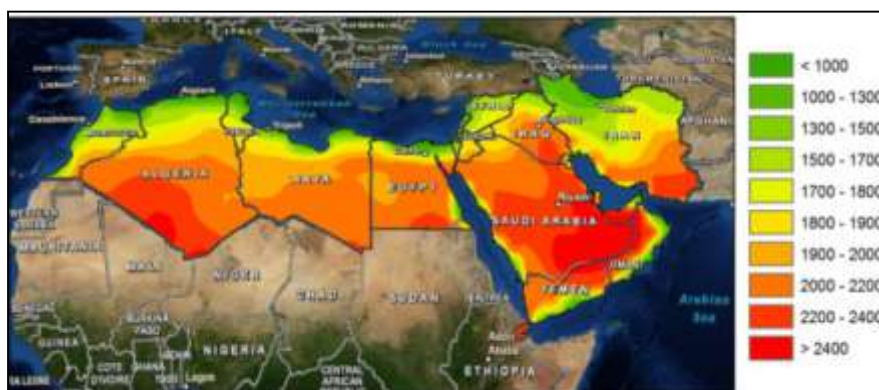
منبع: یافته‌های پژوهش



شکل ۸- پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک ناشی از گاز طبیعی

منبع: یافته‌های پژوهش

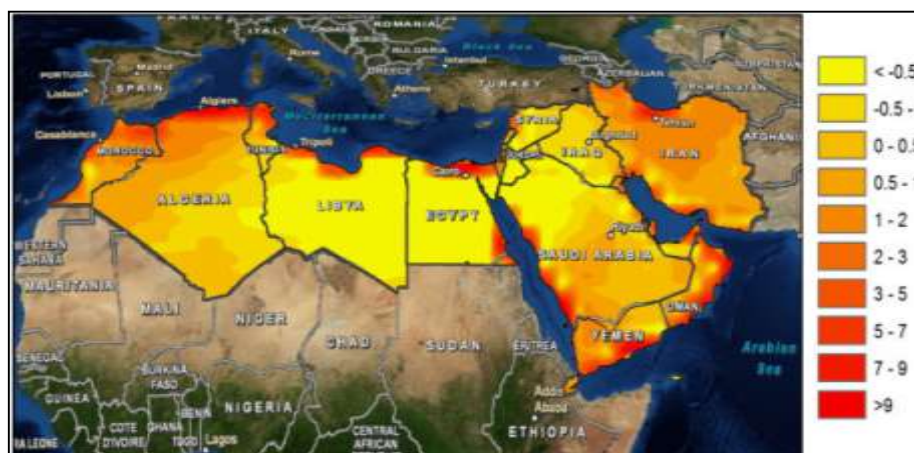
پیش‌بینی می‌شود انتشار گاز کربنیک ناشی از گاز طبیعی در سال ۲۰۳۹ میلادی به ۵۹۴/۲ (MMtonnes CO₂) خواهد رسید. با گرم شدن کره زمین پیش‌بینی می‌شود منطقه خاورمیانه نیز دچار تغییرات محیطی شود. در شکل (۹) منطقه خاورمیانه میزان تبخیر نشان داده شده است، ایران از دیگر کشورهای خاورمیانه تبخیر آب کم‌تری دارد. تبخیر آب در مناطق جنوبی بیشتر و شمالی کم‌تر بوده است.



شکل ۹- تبخیر آب در ایران و خاورمیانه در حال حاضر بر حسب میلی‌متر

منبع: ترینک^۱ و همکاران، ۲۰۱۲

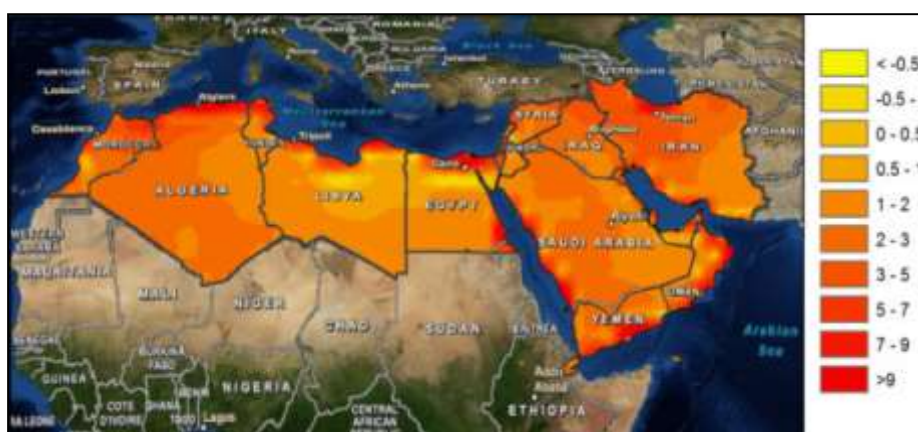
مطابق شکل (۹) تبخیر آب در کشور ما و منطقه خاورمیانه بسیار بیش‌تر خواهد شد.



شکل ۱۰- پیش‌بینی تبخیر آب در ایران و خاورمیانه در ۲۰۲۰-۲۰۳۰ بر حسب درصد

منبع: ترینک و همکاران، ۲۰۱۲

مطابق شکل ۱۱- سال ۲۰۴۰-۲۰۵۰ پیش‌بینی می‌شود، نسبت به ۲۰۲۰-۲۰۳۰ تبخیر آب بیش‌تر خواهد بود. مطابق با پیش‌بینی انجام شده، تبخیر آب در ایران در سال‌های آینده بیش‌تر خواهد شد. با بررسی فرآیند تبخیر آب، به بررسی بارندگی در ایران می‌پردازیم که آیا منابع آبی در ایران با بارندگی‌ها جایگزین خواهند شد یا خیر؟



شکل ۱۱- پیش‌بینی تبخیر آب در ایران و خاورمیانه در ۲۰۴۰-۲۰۵۰ بر حسب درصد

منبع: ترینک و همکاران، ۲۰۱۲

شکل (۱۲) نشان می‌دهد، قسمت‌های محدودی از ایران بارندگی بالاتر از ۲۷۳ میلی‌متر را تجربه می‌کنند.

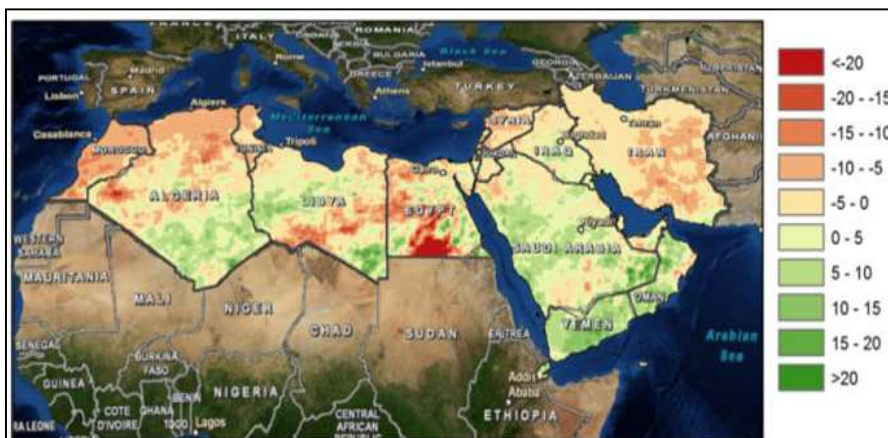


شکل ۱۲- بارندگی در ایران و منطقه خاورمیانه در حال حاضر برحسب میلی‌متر

منبع: ترینک و همکاران، ۲۰۱۲

مطابق شکل (۱۳)، پیش‌بینی می‌شود مقدار بارش در سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۳۰ نسبت به بارندگی در حال حاضر

کاسته شود.



شکل ۱۳- پیش‌بینی بارندگی در ایران و منطقه خاورمیانه طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۳۰ برحسب درصد

منبع: ترینک و همکاران، ۲۰۱۲

مطابق شکل (۱۴) پیش‌بینی می‌شود میزان بارندگی در سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۳۰ کاسته می‌شود و در سال‌های

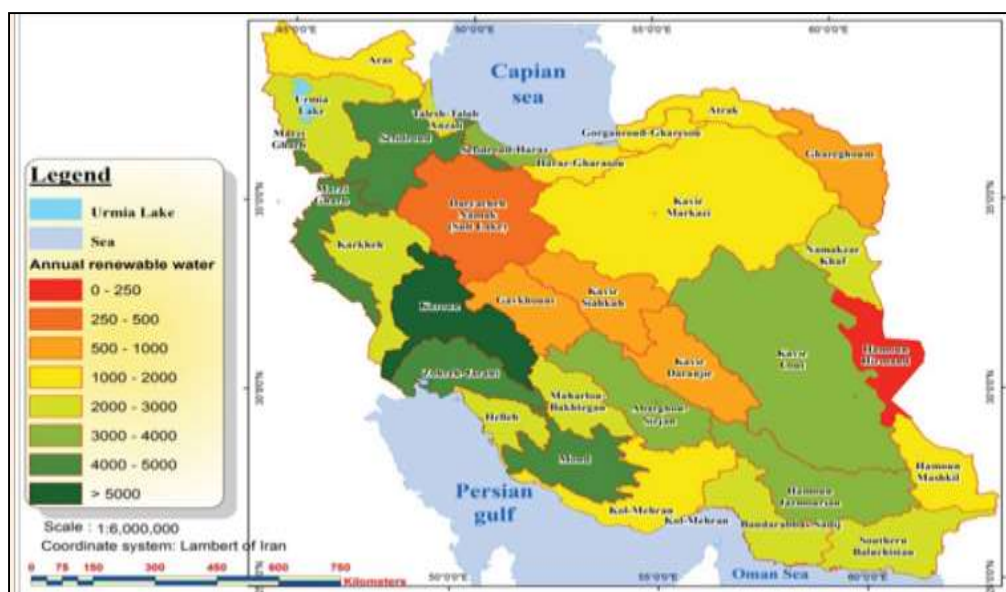
۲۰۴۰-۲۰۵۰ باز هم کم‌تر خواهد شد.



شکل ۱۴- پیش‌بینی بارندگی در ایران و منطقه خاورمیانه طی سال‌های ۲۰۵۰-۲۰۴۰ بر حسب درصد

منبع: ترینک و همکاران، ۲۰۱۲

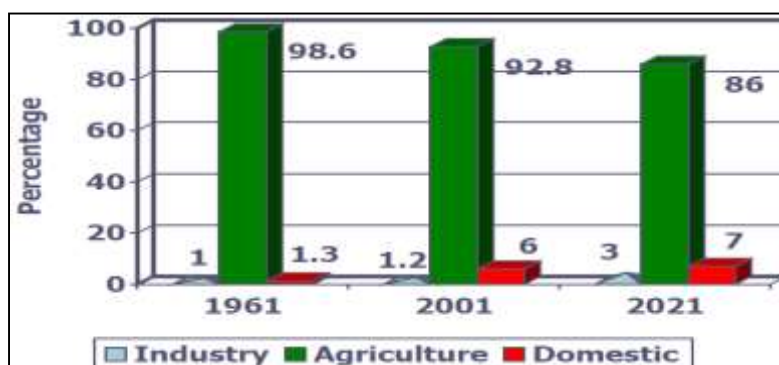
شکل (۱۵) نقشه آب‌های تجدیدپذیر کشور نشان می‌دهد که، فقط قسمت‌های محدودی از کشور ایران تجدیدپذیر سالانه بالایی دارد، بیش‌تر مناطق کشور، آب تجدیدپذیر کم‌تری دارند. سرانه آب تجدیدپذیر در سال در جهان ۶۵۰۰ مترمکعب در سال است و در ایران این مقدار به ۱۶۷۰ مترمکعب در سال می‌رسد. ۷۵ درصد از بارش در ۲۵ درصد از مساحت کشور ایران است و در ۶۱ درصد از مساحت کشور زیر ۲۵۰ میلی‌متر باران می‌بارد.



شکل ۱۵- نقشه آب‌های تجدیدپذیر در هر سی ثانیه حوضه آبریز بر حسب مترمکعب سالانه در ایران

منبع: گزارش وضعیت آب در ایران، ۲۰۱۷

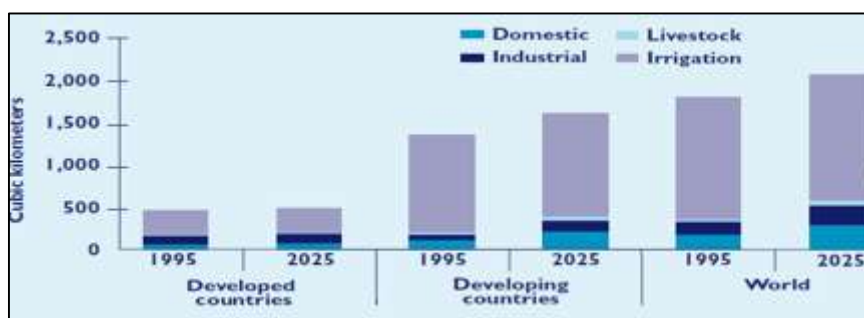
مطابق شکل (۱۶) کشور ایران در مصرف آب در بخش‌های مختلف مانند کشورهای کم‌درآمد و یا درآمد متوسط خواهد بود. بیش‌تر آب در بخش کشاورزی و خانگی و بعداً آن در بخش صنعت مصرف شده‌است و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۱ میلادی مصرف آب در بخش کشاورزی کم‌تر شود و در بخش خانگی و صنعت افزایش یابد.



شکل ۱۶- مقایسه و پیش‌بینی مصرف آب در بخش‌های مختلف در ایران

منبع: اردکانیان^۱، ۲۰۰۴

شکل (۱۶) نشان می‌دهد، آب در ایران، در بخش کشاورزی بیش‌تر مصرف می‌شود. در سال ۲۰۲۵ پیش‌بینی می‌شود، همچنان مصرف آب در بخش آبیاری بیش‌تر از مصرف آب در بخش خانگی، صنعت و دام باشد. در سال ۲۰۲۵ پیش‌بینی می‌شود مصرف آب در بخش خانگی، دام، صنعت و آبیاری افزایش یابد. در کشور ایران ۵۰ درصد از آب‌های زیرزمینی صرف آبیاری کشاورزی می‌شود که در ردیف کشورهایی قرار می‌گیرد که از آب‌های زیرزمینی به‌طور وسیعی در آبیاری استفاده می‌کنند. بر اساس شکل (۱۷) کشورهای در حال توسعه مصرف آب بیش‌تری در بخش کشاورزی نسبت به کشورهای توسعه‌یافته دارند.



شکل ۱۷- مصرف آب در بخش‌های مختلف در جهان

منبع: چشم‌انداز جهانی آب در سال ۲۰۲۵،^۲ ۲۰۱۶

1 Ardakanian

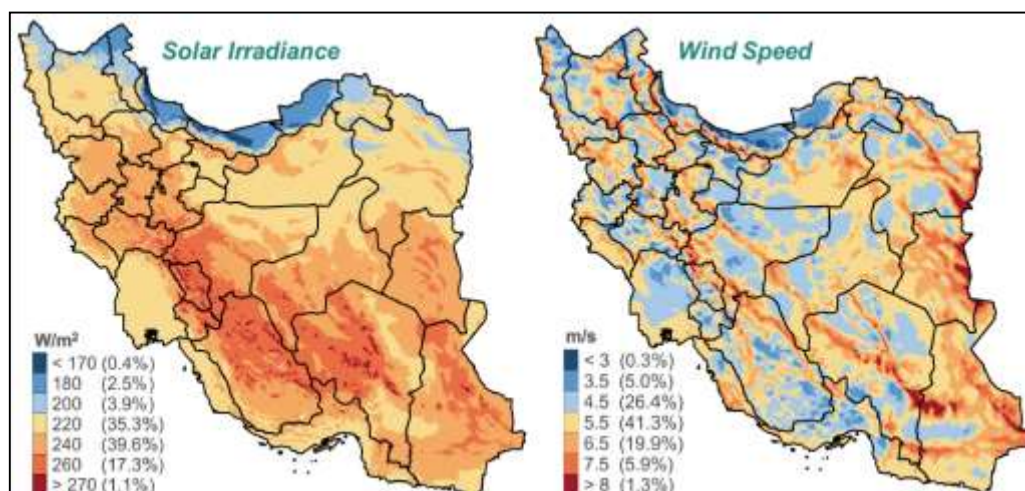
2 Global water outlook 2025

۴- نتیجه گیری

انتشار گازکربنیک رو به افزایش است، کشور ایران به دلیل برخورداری از منابع سوخت‌های فسیلی، در مصرف سوخت‌های فسیلی دارای مزیت نسبی است. با توجه به این‌که افق برنامه‌ریزی کشور بیست سال است، این پژوهش نیز پیش‌بینی انتشار گازکربنیک را برای بیست سال آینده در نظر گرفته است. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، پیش‌بینی می‌شود، در سال ۲۰۳۹ میلادی میزان انتشار گازکربنیک ناشی از زغال‌سنگ $4/8378$ (MMtonnes CO_2)، انتشار گازکربنیک ناشی از گاز طبیعی $594/2$ (MMtonnes CO_2) و انتشار گازکربنیک ناشی از مصرف نفت خام $353/95$ (MMtonnes CO_2) می‌رسد. انتشار گازکربنیک ناشی از مصرف هر سه سوخت فسیلی افزایش می‌یابد. انتشار ناشی از مصرف گاز طبیعی بیش‌تر از دیگر انرژی‌های فسیلی خواهد بود. انتشار گازکربنیک ناشی از سوخت‌های فسیلی گازی در سال ۲۰۳۹ میلادی به 169701 کیلوتن، انتشار گازکربنیک ناشی از سوخت‌های مایع به 787698 کیلوتن و سوخت‌های فسیلی جامد در سال ۲۰۳۹ میلادی به 3605 کیلوتن خواهد رسید. انتشار گازکربنیک ناشی از سوخت‌های مایع نسبت به سوخت‌های دیگر بیش‌تر خواهد بود.

مصرف آب در ایران مطابق با الگوی کشورهای با درآمد پایین است و بیش‌ترین مصرف آب در بخش کشاورزی می‌باشد. همه سناریوها افزایش دما را پیش‌بینی می‌کنند. در بیست سال گذشته میزان انتشار گازکربنیک که عامل اصلی ایجاد اثر گلخانه‌ای و گرم شدن زمین است، دو برابر شده است و در صورتی‌که تلاشی برای جلوگیری از انتشار بیشتر این گاز نشود، به بیش از ۵۰ درصد افزایش خواهد یافت. یکی از روش‌هایی که به‌منظور ثابت نگه داشتن غلظت کربن در اتمسفر انجام می‌شود، به دام انداختن و ذخیره کربن است. در ایران یکی از صنایع آلاینده، صنعت سیمان است که می‌توان با احداث این کارخانه‌ها در کشورهای دیگر، از انتشار آلودگی این صنعت در کشورمان جلوگیری شود.

در شکل (۱۸) مناطق دارای قدرت بادی و انرژی خورشیدی نشان داده شده است. می‌توان با احداث نیروگاه‌های بادی و خورشیدی، انرژی‌های پاک را جایگزین انرژی فسیلی نمود و از انتشار بیش‌تر گاز دی‌اکسیدکربن کاست.



شکل ۱۸- نقشه انرژی خورشیدی و بادی در ایران

منبع: چشم‌انداز گاز طبیعی، برق و انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، ۲۰۱۷

با توجه به پیش‌بینی‌های انجام شده در مورد بارش باران و تبخیر آب در آینده، باید در نگهداری منابع آبی کشورمان بیش‌تر کوشا باشیم و با برنامه‌ریزی درست سیاست‌گذاران در مورد خروج آب‌های شیرین از کشورمان و ریختن به دریاها، شور، بیش‌تر توجه کنیم. یکی از پیشنهادها انتقال آب رودها در انتهای رود و در زمان خروج از کشور و انتقال این آب‌های شیرین به مناطق کویری و یا وارد کردن این آب‌ها به سفره‌های آب زیرزمینی و ذخیره این آب‌ها در سفره‌های آب زیرزمینی است. با توجه به تبخیر آب زیاد کشور ایران و پیش‌بینی بیش‌تر تبخیر آب در سال‌های آینده، احداث سد نمی‌تواند راه‌کار مناسبی برای ذخیره آب در کشورمان باشد، بهتر است آب در سفره‌های زیرزمینی ذخیره شوند. با توجه به این نکته که مطابق با پیش‌بینی‌های انجام شده مقدار بارش باران در ایران و خاورمیانه در سال‌های آینده کاهش خواهد یافت و جایگزینی آب شیرین به‌ندرت انجام خواهد گرفت، باید در نگهداری منابع آب شیرین بسیار کوشا باشیم. با توجه به این‌که بیش‌تر آب‌وهوای کشور ما گرم و خشک است و در آینده پیش‌بینی می‌شود که زمین و کشور ایران گرم‌تر شود، بهتر است این پیش‌بینی را در ساختمان‌سازی و شهرسازی لحاظ شود، تا در مصرف انرژی صرفه‌جویی شود و از انتشار آلودگی بیش‌تر کاسته شود. با آموزش در صرفه‌جویی آب و راهکارهای کاهش مصرف آب به کشاورزان و مردم از طریق صداوسیما و در مدارس و آگاهی دادن به مردم در زمینه حفاظت از منابع آب شیرین می‌توان گام‌های مناسبی در هدر رفت آب شیرین برداشت. سرمایه‌گذاری دولت در پروژه‌های حفاظت از آب شیرین از دیگر راهکارهایی است که می‌توان پیش‌بینی کرد.

کتابنامه

- انواری، ابراهیم؛ باقری، سمانه؛ صلاح منش، احمد؛ ۱۳۹۸. بررسی روند و پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در بخش‌های آلاینده: مطالعه موردی ایران. *محیط‌زیست و توسعه*. ۱۰(۱۹). صص ۱۵۷-۱۴۷.
- کلاترهرمزی، کاوه؛ پناهی، مصطفی؛ منصوری، نبی‌اله؛ ۲۰۰۹. ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی و هزینه‌های اجتماعی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل. *مطالعات اقتصاد انرژی*. ۱۱(۴۷). صص ۲۰۴-۱۸۱.
- محمدی، حسین؛ عباس، فائزه؛ کار بخش راوری، سمیه؛ ۱۳۹۵. ارزیابی پیامدهای اقتصادی-محیط‌زیستی گرمایش جهانی با تأکید بر دستاوردهای اجرای پروکل کیوتو در جمهوری اسلامی ایران. *پژوهش‌های محیط‌زیست*. ۷(۱۴): صص ۳۲-۱۷.
- مقدسی رضا؛ طاهری، فرزانه؛ ۱۳۹۱. پیامدهای اقتصادی و محیط‌زیستی مالیات بر آلودگی. *تحقیقات اقتصاد کشاورزی*. ۳(۴). صص ۱۱۱-۷۷.
- ملا محمدی راوری، مجید؛ امیر تیموری، سمیه؛ شمشادی، کتایون؛ امیر تیموری، سپیده؛ ۱۳۹۱. پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در جهان طی سال‌های ۲۰۲۵-۲۰۱۰، ارائه شده در هشتمین همایش دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران. صفحات ۱۷۰ تا ۱۹۰ دانشگاه شیراز. ۲۰ و ۲۱ اردیبهشت ۱۳۹۱.
- میرزایی، فرشته؛ نغمه، مبرقعی دینان؛ ۱۳۹۱. تلفیق ارزش‌گذاری اقتصادی و ارزیابی اثرات محیط‌زیستی در ایران: چالش‌ها و راهکارها. *محیط‌زیست و توسعه*. ۳(۵). صص ۵۴-۴۵.
- Ardakanian, R., 2004. Long Term Development Strategies for iran's water Resource: public Relations and International Affairs Bureau of Iran Water Resource Management Company. Global water outlook 2025., 2016.
- Hosseini, S. M., Saifoddin, A., Shirmohammadi, R and Aslani, A., 2019. Forecasting of CO₂ emissions in Iran based on time series and regression analysis. *Energy Reports*. 5: 619-630. IPCC Report. Climate Change., 2007. Synthesis Report.
- Levinson, A., 2002. The ups and downs of the environmental Kuznets curve. In: List, J., de Zeeuw, A. (Eds.), *Recent Advances in Environmental Economics*. Edgar Elgar, Cheltenham.
- Pao, H.T., and Tsai, C.M., 2011. Modeling and Forecasting The CO₂ Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth in Brazil. *Energy*. 36: 2450-2458.
- state of water resource in iran., 2017.
- Tapia Granados, J and Ionides, E., 2012. Climate change and the world economy: short-run determinants of atmospheric CO₂. *Environmental Science & Policy*. 21: 50-62.
- Terink, w, Immerzeel, w.w and Droogers, P., 2012. Climate Change Projection and Reference Evapotranspiration For The Middle East and Northern Africa Until 2050. *International Journal of Climatology*.
- The Outlook For Natural Gas, Electricity and Renewable Energy in Iran ., 2017.
- Tol, R., 2009. The Economic Effect of Climate Change, *Journal of Economic Perspectives*. 23(2): 29-51.
- Tolvi, J., 2003. Long Memory and Outliers in Stock Market Returns, *Applied Financial Economics*, 13(7): 495-502.



RESEARCH ARTICLE

DOI: 10.22067/geoh.2021.67023.0

Open access

Spatial Distribution of Annual Precipitation Frequency trend in Northwest of Iran from 1970 to 2013

Hossein Asakereh^a, Hassan Shadman^{b*}

^a Professor of Climatology, Zanjan University, Zanjan, Iran

^b PhD Student in Climatology, Zanjan University, Zanjan, Iran

Received: 19 October 2020

Revise: 3 December 2020

Accepted: 20 January 2021

Abstract

Precipitation is one of the most significant elements and phenomena of the climate. Understanding precipitation and identifying its changes is one of the first steps in environmental planning based on climate knowledge. It seems that the trend of time series of precipitation has a nonlinear behavior rather than a linear pattern. Therefore, in this research, the aim was to examine the spatial distribution of the frequency of annual precipitation in the northwest of Iran in the statistical period of 1970 to 2013, using linear and polynomial patterns. In this regard, the data from 219 synoptic, climatological and precipitation stations were used. The results have shown that linear models are associated with many weaknesses in detecting the annual precipitation trend in northwestern Iran; In a way, according to a linear model, the precipitation frequency had a significant trend in only 21.82% of northwestern Iran. While, with the addition of 2 degree and 3 degree models, the trend of precipitation frequency in 83.1% of the region was significant. If we consider the model with the highest degree as the basis for selecting the best model in each pixel; then, the trend of annual precipitation frequency in 6.4% of northwestern Iran has a linear pattern, in 10.7% a pattern of 2 degree and in 66% a pattern of 3degree. Also, Lake Urmia and the central mountain range in the region have played a clear role in the diversity of the spatial distribution of precipitation trends. In a way, it is the center of 2nd degree trends and at least a large part of the linear trends around the lake and in the west of the central mountains.

Keywords: precipitation, trend, polynomial regression, northwest of Iran.

*. Corresponding author: Hassan Shadman

E-mail: shadman.h@znu.ac.ir

Tel: + 989111837520

How to cite this Article: Asakereh, H., Shadman, H. (2021). Spatial Distribution of Annual Precipitation Frequency trend in Northwest of Iran from 1970 to 2013. Journal of Geography and Environmental Hazards, 10(3), 123-140.

doi: 10.22067/geoh.2021.67023.0



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.67023.0>

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۱۴۰-۱۳۳

مقاله پژوهشی

توزیع مکانی روند فراوانی بارش سالانه در شمال باختری ایران در دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳

حسین عساکره - استاد آب‌وهواشناسی دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

حسن شادمان^۱ - دانشجوی دکتری آب‌وهواشناسی دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۲۸ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۹/۱۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۱/۱

چکیده

بارش یکی از برجسته‌ترین عناصر و پدیده‌های آب‌وهوایی است. شناخت بارش و به‌ویژه شناسایی دگرگونی‌های آن یکی از نخستین گام‌ها در برنامه‌ریزی‌های محیطی مبتنی بر دانسته‌های آب‌وهوایی است. یکی از ویژگی‌های رفتاری بارش دگرگونی‌های درازمدت آن در راستای زمان (روند) است. به نظر می‌رسد که روند سری‌های زمانی بارش بیش از آنکه از الگوی خطی پیروی کند، رفتاری غیرخطی داشته باشد. از این رو در این پژوهش کوشش شده است تا توزیع مکانی روند فراوانی بارش سالانه در شمال باختری ایران در دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳ میلادی، با استفاده از الگوهای خطی و چندجمله‌ای بررسی شود. در این راستا از داده‌های ۲۱۹ ایستگاه همدید، آب‌وهواشناسی و باران‌سنجی استفاده شده است. یافته‌ها نشان داد که الگوهای خطی در آشکارسازی روند بارش سالانه در شمال باختری ایران با کاستی‌های فراوانی همراه هستند؛ به‌گونه‌ای که بر پایه یک الگوی خطی فراوانی بارش تنها در ۲۱/۸۲ درصد از شمال باختری ایران روند معنی‌داری داشته‌اند. حال آنکه با افزودن الگوهای درجه ۲ و درجه ۳ روند فراوانی بارش در ۸۳/۱ درصد از منطقه معنی‌دار می‌شود. چنانچه الگوی دارای بالاترین درجه را پایه‌گزینش الگوی برتر در هر یاخته بدانیم؛ آنگاه روند فراوانی بارش سالانه در ۶/۴ درصد از شمال باختری ایران دارای الگوی خطی، در ۱۰/۷ درصد دارای الگوی درجه ۲ و در ۶۶ درصد از منطقه دارای الگوی درجه ۳

Email: shadman.h@znu.ac.ir

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۸۳۷۵۲۰

نحوه ارجاع به این مقاله :

عساکره، حسین، شادمان، حسن. (۱۴۰۰). توزیع مکانی روند فراوانی بارش سالانه در شمال باختری ایران در دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰(۳)، صص ۱۴۰-۱۳۱. <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.67023.0>

است. از این رو تنها در ۱۶/۹ درصد از منطقه هیچ روند معنی داری رخ نداده است. همچنین دریاچه ارومیه و رشته کوه‌های مرکزی منطقه نقش آشکاری بر تنوع توزیع مکانی روند بارش داشته‌اند. به گونه‌ای که کانون روندهای درجه ۲ و دست کم بخش زیادی از روندهای خطی پیرامون دریاچه و در باختر کوه‌های مرکزی است. از سوی دیگر گسترش روندهای درجه ۳ در تمامی موقعیت‌های جغرافیایی به غیر از پیرامون دریاچه این گمانه را ایجاد می‌کند که روندهای درجه ۳ بیش تر زیر اثر اطلاعات و رویدادهای بزرگ مقیاس آب و هوا شکل گرفته‌اند.

کلیدواژه‌ها: بارش، روند، رگرسیون چندجمله‌ای، شمال باختری ایران.

۱- مقدمه

بارش یکی از پیچیده‌ترین و برجسته‌ترین عناصر و فرایندهای سامانه آب و هوا است. همچنین وابستگی منابع آب به بارش اهمیت آن را برای آدمی دوچندان کرده است. یکی از ویژگی‌های رفتاری بارش دگرگونی‌های درازمدت آن در راستای زمان (روند) است. روند بارش، گذشته از عوامل طبیعی زیر اثر رفتارهای انسانی نیز بوده است. برای نمونه گرمایش جهانی سبب دگرگونی در توزیع مکانی، زمانی، شکل و شدت بارش‌ها شده است (عساکره، ۱۳۸۶؛ ترنبرث^۱، ۲۰۱۱). باین همه این دگرگونی نه در مقیاس زمانی و نه در مقیاس مکان یکنواخت نیست (عساکره، ۱۳۸۶). ناهمگونی دگرگونی‌های بارش یکی از نشانه‌های رفتار پیچیده و غیرخطی سامانه آب و هوا است. از این رو هر چند که استفاده از روش‌های خطی در بررسی دگرگونی‌های عناصر و پدیده‌های آب و هوایی می‌تواند مفید باشد و به شناخت رفتار عمومی این متغیرها بینجامد؛ ولی دستیابی به شناختی ریزبینانه‌تر تنها با به کارگیری روش‌های غیرخطی ممکن است. بر همین پایه به کارگیری روش‌های غیرخطی در واکاوی دگرگونی‌های بارش امری بایسته است؛ از این رو در این پژوهش کوشش شده است تا روند فراوانی بارش سالانه در شمال باختری ایران با به کارگیری روش‌های خطی و غیرخطی بررسی شود. شمال باختری ایران استان‌های آذربایجان باختری، آذربایجان خاوری، اردبیل و زنجان را دربر گرفته است. گذر سامانه‌های بارشی، شکل‌گیری سلول‌های همرفتی به ویژه در موسم بهار زیر اثر ریخت‌شناسی پیچیده، نقش آشکار بلندی‌ها و چکادهای این ناحیه در انباش برف و ذخیره‌سازی فصلی آب، سبب شده‌اند تا شمال باختری ایران مکانی برجسته در بررسی پیچیدگی‌های بارش باشد. همچنین شناخت رفتار درازمدت و وردایی بارش در شمال باختری ایران می‌تواند در مدیریت دریاچه ارومیه نقش بارزی داشته باشد. برآوردها نشان می‌دهد که در بستر این دریاچه نزدیک به ۸ میلیارد تن نمک وجود دارد (توریان و همکاران، ۲۰۱۵؛ سعیدآبادی، ۱۳۹۶)؛ از این رو کاهش تراز آب دریاچه ارومیه که در سال‌های گذشته رخ داده است، می‌تواند پیامدهای فاجعه باری به دنبال داشته باشد.

تاکنون پژوهش‌گران فراوانی به بررسی روند بارش پرداخته‌اند که برای نمونه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. گمر^۱ و همکاران (۲۰۰۴) روند بارش ماهانه چین را بررسی کرده و نشان دادند که دگرگونی روند از ماهی به ماه دیگر همگون نیست. مارنگو^۲ (۲۰۰۴) الگوهای درازمدت و دهه‌ای بارش در حوضه آمازون را بررسی کرده و دریافته است که بارش‌ها دارای روندی منفی هستند. نالی^۳ و همکاران (۲۰۱۲) روند بارش‌های ماهانه، فصلی و سالانه در جنوب انتاریا و کبک^۴ کانادا از ۱۹۵۴ تا ۲۰۰۸ را بررسی کرده و نشان دادند که بیش‌تر روندها مثبت بوده است. جیمز و واشنگتون^۵ (۲۰۱۳) تغییرات دما و بارش در آفریقا را در رابطه با گرمایش زمین بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد که افزایش یک درجه سلسیوس در دمای زمین اثر کمی بر بارش آفریقا دارد اما افزایش دو تا چهار درجه‌ای می‌تواند اثرات خطرناکی در پی داشته باشد. وو^۶ (۲۰۱۵) به بررسی ویژگی‌های بارش در ایالات متحده بین سال‌های ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۳ پرداخت. در این پژوهش بارش‌های سبک، متوسط و سنگین بررسی شد. وی نشان داد افزایش بارش ۱/۶۶ درصد در هر دهه بیش‌تر از یافته‌های پیشین بوده است. همچنین افزایش‌ها در بارش‌های شدید بیش‌تر بوده است. نورانی و همکاران (۲۰۱۵) به تحلیل روند داده‌های بارش و رواناب در تامبای^۷ پرداختند و نشان دادند روندها بیش‌تر منفی بوده است. پاندی^۸ و همکاران (۲۰۱۷) روند بارش‌های هندوستان در دوره آماری ۱۸۵۱ تا ۲۰۰۶ را بررسی کردند و نشان دادند بارش‌های سالانه و موسمی در نواحی کوهستانی شمال هند همچنین در شمال خاوری افزایش داشته‌اند؛ درحالی که در دیگر نواحی روندهای منفی دیده می‌شود. تهرانی و همکاران (۲۰۱۸) روند بارش در حوضه آبریز نکا در شمال ایران را در دوره آماری ۱۹۷۲ تا ۲۰۱۵ بررسی کرده و نشان دادند بارش سالانه و موسم زمستان روندی کاهشی داشته‌اند. باین‌همه بیشینه بارش روزانه روندی افزایشی داشته است. بارتلز^۹ و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی فراوانی روزهای بارشی بین سال‌های ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۵ بیان کردند که فراوانی رخداد بارش در ایالت‌های شمال خاوری و باختر مرکزی افزایش داشته است؛ درحالی که روندهای کاهشی در شمار روزهای بارشی جنوب خاوری و شمال باختری رخ داده است. هو^{۱۰} و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی برخی ویژگی‌های هیدرواقليمی در حوضه رودخانه کامو^{۱۱} نشان دادند بارش‌های سالانه، موسم پاییز و زمستان در ایستگاه کوموگاهاتا^{۱۲} روند

1 Gemmer

2 Marengo

3 Nalley

4 Ontario and Quebec

5 James and Washington

6 Wu

7 Tampa Bay

8 Pandey

9 Bartels

10 Hu

11 Kamo

12 Kumogahata

افزایشی داشته است؛ ولی هیچ روند معنی‌داری در بارش‌های ایستگاه کیوتو^۱ رخ نداده است. هو^۲ و همکاران (۲۰۱۹) روند بارش در استان هونان^۳ چین بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۳ را بررسی کردند و نشان دادند بارش‌های زمستان و تابستان افزایش داشته‌اند. پال^۴ و همکاران (۲۰۱۹) روند بارش‌های سالانه، ماهانه، فصلی، موسمی، پیش از موسمی و پساموسمی در ایالت چھاتیسگرا^۵ در هندوستان را بررسی کردند و دریافتند روند منفی در همه سری‌های زمانی بارش در بیش‌تر نواحی این ایالت رخ داده است. پاول^۶ و همکاران (۲۰۱۹) روند بارش‌های هندوستان را بررسی کردند. به باور ایشان بارش‌های موسمی روند کاهشی داشته‌اند. سزن و پارتال^۷ (۲۰۲۰) روند بارش را در حوضه آبریز فرات- دجله بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد که روند بارش سالانه، بهار و زمستانه کاهشی بوده است. بااین‌همه بارش در موسم تابستان و پاییز روند افزایشی داشته است.

در ایران نیز کاویانی و عساکره (۱۳۸۲) با بررسی بارش ۱۰۳ ساله ایستگاه اصفهان، نبود روند معنی‌دار در مشاهدات را نشان دادند. عساکره (۱۳۸۲) روند بارش سالانه تبریز را بررسی کرده و نشان داد که روند بارش منفی بوده است. رضیئی و همکاران (۱۳۸۴) با استفاده از ۷۹ ایستگاه، روند بارش در نواحی خشک و نیمه‌خشک مرکزی و خاوری ایران را برای دوره آماری ۲۰۰۰-۱۹۶۵، برآورد کردند. به باور ایشان روند بارش در این نواحی دچار دگرگونی نشده است. عساکره (۱۳۸۴) به کاوش در روند بارش‌های استان اصفهان پرداخته و نشان داد که بارش استان اصفهان دارای روند سهمی است. عسگری و رحیم زاده (۱۳۸۵) با استفاده از آمار ۳۴ ایستگاه همدید کشور، روند بارش را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بارش کشور در پاره‌ای از ایستگاه‌ها افزایش و در برخی دیگر کاهش داشته است. حجام و همکاران (۱۳۸۷) روند دگرگونی بارش فصلی و سالانه در ایستگاه‌های گزینش شده ایران مرکزی را بررسی کردند. به باور ایشان بارش در این ناحیه از کشور روندی کاهشی داشته است. محمدی (۱۳۹۰) به کاوش در روند بارش کشور پرداخت. به باور وی میانگین بارش یاخته‌ای و ایستگاهی کشور از سال ۱۳۴۳ تا ۱۳۸۲ روند معنی‌داری نداشته است. عساکره و رزمی (۱۳۹۱) با بررسی اندازه بارش سالانه در شمال باختری ایران بیان کردند که در ۸۴/۵ درصد از پهنه موردبررسی بارش روند کاهش داشته و تنها در جنوب باختری روندهای افزایشی دیده می‌شود. احمدی و همکاران (۱۳۹۴) روند بارش در ایران را با به‌کارگیری داده‌های ماهانه بارش ۳۶ ایستگاه کشور در دوره آماری ۱۹۶۵ تا ۲۰۰۹ بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد که در بیش‌تر ایستگاه‌های موردبررسی به‌ویژه در شمال باختری ایران بارش دارای روند کاهشی بوده است. همچنین میانگین بارش کشور نیز روندی کاهشی را

1 Kyoto

2 Hu

3 Hunan

4 Pal

5 Chhattisgarh

6 Paul

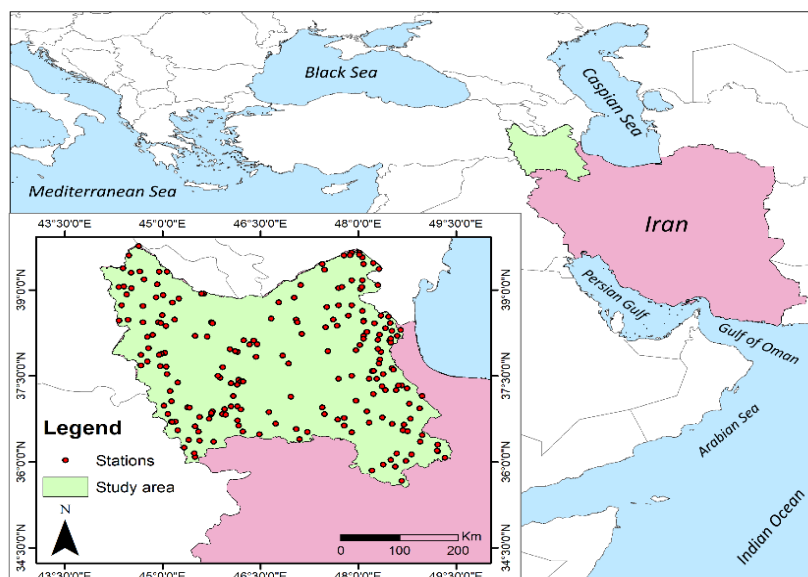
7 Sezen and Partal

نشان می‌دهد. اکبری و نودهی (۱۳۹۴) به بررسی بارش در ۹ ایستگاه باران‌سنجی استان گلستان، در یک دوره آماری ۴۱ ساله پرداختند. یافته‌ها نشان داد که بارش سالانه در بیش‌تر ایستگاه‌ها روند معنی‌داری نداشته است؛ ولی بارش موسم تابستان در بیش‌تر ایستگاه‌ها روندی کاهشی داشته و فراوانی روزهای بارش سنگین نیز روندی افزایشی داشته‌اند. امیررضاییه و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی روند بارش و دمای شمال باختری ایران در دوره آماری ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۰ نشان دادند که سری‌های زمانی ماهانه بارش روند کاهشی داشته‌اند؛ همچنین موسم بهار و زمستان بیش‌ترین نرخ کاهش را داشته‌اند. به گفته ایشان در مجموع روند کاهشی بارش، در ۷۰ درصد از ایستگاه‌ها دیده شده است. نورانی و همکاران (۱۳۹۵) روند تراز آب دریاچه ارومیه، بارش و برخی دیگر از متغیرهای هیدرواقليمی در حوضه آبریز آجی‌چای را بررسی کرده و بیان کردند که بارش در این حوضه روند معنی‌داری نداشته است.

۲- مواد و روش‌ها

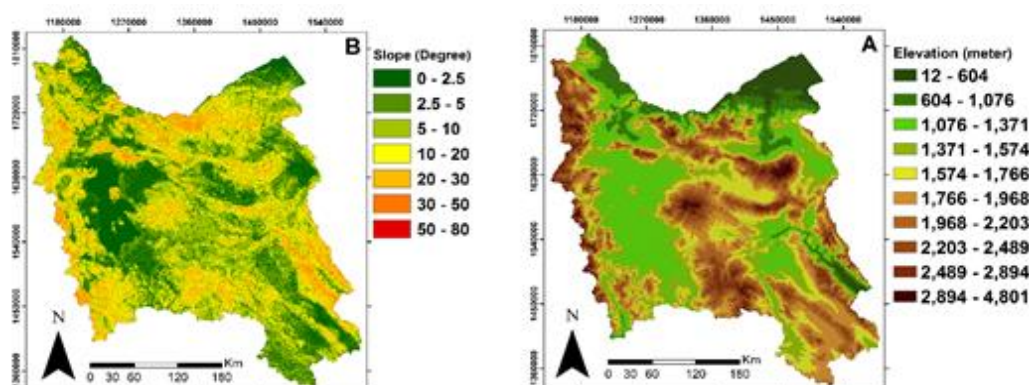
۲-۱- منطقه موردبررسی

در این پژوهش رفتار درازمدت بارش در شمال باختری ایران بررسی شده است. این منطقه بین عرض جغرافیایی ۳۵/۵ تا ۴۰ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۴ تا ۴۹/۵ درجه شرقی جای دارد که گستره‌ای برابر با ۱۲۶۰۳۹/۲ کیلومترمربع از ایران را دربر می‌گیرد. شکل ۱ موقعیت سیاسی ایران، شمال باختری آن و ایستگاه‌های همدید، آب‌و-هواشناسی و باران‌سنجی مورداستفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت سیاسی ایران، منطقه موردبررسی و ایستگاه‌های به‌کاررفته در این پژوهش

شکل ۲ ویژگی‌های ارتفاعی و شیب زمین در گستره مورد بررسی را نشان می‌دهد. شمال باختری ایران محل برخورد و به هم فشردگی سه فلات ایران، ارمنستان و آناتولی است (علائی طالقانی، ۱۳۸۸). رشته‌کوه‌های خاوری در این منطقه بیش‌تر سمت‌وسوی شمال باختری- جنوب خاوری و رشته‌کوه‌های باختری جهت شمالی- جنوبی دارند. بلندی‌های مرکزی که از جنوب تا بخش‌های میانی منطقه گسترش یافته‌اند نیز بیش‌تر جهت شمال باختری- جنوب خاوری داشته که در نواحی خاوری و جنوب خاوری دریاچه ارومیه گسترش یافته‌اند.



شکل ۲- اشکوب‌های ارتفاعی (A)، شیب ناهمواری (B)

بر پایه یافته‌های مسعودیان (۱۳۸۸) شمال باختری ایران در دو ناحیه بارشی کشور جای دارد. نخست ناحیه کم- بارش شمالی که استان‌های آذربایجان خاوری، اردبیل، زنجان و بخش‌هایی از آذربایجان باختری را در بر می‌گیرد و دوم ناحیه نیمه پربارش زاگرس شمالی که در جنوب و جنوب باختری آذربایجان باختری دیده می‌شود. دریاچه ارومیه یکی از دریاچه‌های فرا اشباع از نمک در جهان است که نقش برجسته‌ای در ویژگی‌های آب- وهوایی، زیستی و اقتصادی شمال باختری ایران دارد (جلیلی و همکاران، ۲۰۱۱؛ سعیدآبادی، ۱۳۹۶). این دریاچه در بیش‌ترین اندازه خود نزدیک به ۱۴۰ کیلومتر درازا و ۵۵ کیلومتر پهنا دارد. بیشینه ژرفای دریاچه ارومیه ۲۰ متر بوده و بستر آن نیز ۱۲۶۸ متر بالاتر از تراز آب‌های آزاد است (یاراحمدی، ۱۳۹۳؛ سعیدآبادی، ۱۳۹۶). باین‌همه در سال‌های گذشته تراز آب دریاچه کاهش داشته است؛ به گونه‌ای که نزدیک به ۶۰ درصد از گستره خود را از دست داده و از ۵۴۰۰ کیلومترمربع در سال ۱۳۷۴ به ۱۸۰۰ کیلومترمربع در سال ۱۳۹۱ رسیده است (توریان و همکاران، ۲۰۱۵؛ سعیدآبادی، ۱۳۹۶). کاهش تراز آب دریاچه ارومیه می‌تواند اثر بارزی بر شرایط آب‌وهوایی شمال باختری ایران داشته باشد. برای نمونه یافته‌های یک همانندسازی نشان می‌دهد که با خشک شدن دریاچه ارومیه، بارش در شمال باختری ایران به شکل میانگین تا ۱۰ درصد کاهش می‌یابد و بیش‌ترین اندازه کاهش نیز در موسم بهار رخ خواهد داد (سعیدآبادی، ۱۳۹۶).

روی هم رفته وجود کوه‌ها، دره‌ها، دشت‌ها و زمین‌های هموار در کنار هم و در یک گستره جغرافیایی کوچک سبب شده است تا شمال باختری ایران از ریخت‌شناسی پیچیده‌ای برخوردار باشد. ناهمسانی‌های زیاد ارتفاعی و تنوع زیاد شیب زمین در مسافت‌های کوتاه به همراه دامنه‌هایی که در جهت‌های جغرافیایی گوناگون گسترش یافته‌اند؛ سبب می‌شود تا توزیع مکانی انرژی و رطوبت در شمال باختری ایران در مسافت‌های کوتاه ناهمگون باشد. از این رو رخداد بارش‌های همرفتی، طوفان‌های تندری و پهنه‌های بارشی گوناگون از ویژگی‌های بارش در این ناحیه است.

۲-۲- داده‌ها

داده‌های به‌کاررفته در این پژوهش، داده‌های شبکه‌ای روزانه بارش شمال باختری ایران از ۱۹۷۰/۱/۱ تا ۲۰۱۳/۱۲/۳۱ (۱۶۰۷۱ روز) است. این داده‌ها دستاورد میان‌بایی بارش روزانه با روش کریجینگ در دستگاه مختصات لامبرت مخروطی هم‌شکل هستند. اندازه هر یاخته ۴ کیلومتر در ۴ کیلومتر است؛ از این رو آرایه داده‌ها ۷۸۱۸ در ۱۶۰۷۱ است که به ترتیب شمار یاخته‌ها و روزها را نشان می‌دهند. تبدیل داده‌های ایستگاهی به شبکه‌ای با دو انگیزه انجام شده است؛ نخست آنکه ناهمگونی دوره آماری ایستگاه‌ها و همچنین داده‌های گمشده، خود مشکلی در پژوهش‌های آب‌وهوایی است. این تبدیل برای کاهش اثر چنین داده‌هایی است. دوم آنکه داده‌های شبکه‌ای پوشش کامل‌تری از داده‌های نقطه‌ای که با پهنه‌های بدون مقدار از هم جدا شده‌اند، ایجاد می‌کنند.

۲-۳- روش پژوهش

در الگوسازی‌های خطی انگاره بنیادین این است که نرخ دگرگونی‌ها ایستا است (راولینگز^۱ و همکاران، ۱۹۹۸). به بیان دیگر دگرگونی‌های یک سامانه در راستای زمان نرخ یکسان دارد. با این همه می‌دانیم که پدیده‌های طبیعی بیش‌تر به رفتارها و الگوهای غیرخطی گرایش دارند. هرچند که ساده‌سازی رفتار یک پدیده بخشی از فرایند الگوسازی و از پایه‌های این فرایند است؛ ولی الگوسازی‌های خطی در برخی موارد به ساده‌سازی بیش از اندازه می‌انجامد. از این رو شاید بتوان گفت که الگوسازی‌های خطی برای ایجاد چشم‌اندازی کلی از رفتار یک پدیده شایسته هستند؛ ولی اگر انگیزه پژوهش چیزی فراتر از رسیدن به یک چشم‌انداز کلی باشد؛ الگوهای خطی کارکرد خود را از دست داده و چه‌بسا همراه کننده نیز باشند.

یکی از رویکردهای مناسب در بررسی روندهای غیرخطی، به‌کارگیری رگرسیون‌های چندجمله‌ای است. رگرسیون‌های چندجمله‌ای می‌توانند دارای یک، دو و یا بیش از دو متغیر پیشگو بوده و همچنین هر متغیر پیشگو نیز توان‌های گوناگونی داشته باشد. در این مدل‌ها بزرگ‌ترین توان درجه چندجمله‌ای را مشخص می‌کند و درجه چندجمله‌ای شمار چرخش‌های منحنی رگرسیون را شکل می‌دهد. برای نمونه چندجمله‌ای درجه ۲ دارای یک چرخش و چندجمله‌ای درجه ۳ دارای دو چرخش است (عساکره، ۱۳۹۰).

یک مدل رگرسیون خطی را با نگارش آرایه‌ای می‌توان به شکل زیر نشان داد (راولینگز و همکاران، ۱۹۹۸؛ گروبر^۱، ۲۰۱۳):

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (۱)$$

رابطه بالا را برای مدلی با یک متغیر پیشگو به شکل زیر نیز می‌توان نوشت (گروبر، ۲۰۱۳):

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (۲)$$

و یا برای یک مدل چند متغیره می‌توان نوشت (راولینگز و همکاران، ۱۹۹۸):

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (۳)$$

در روابط بالا بردار Y متغیر پاسخ، آرایه X متغیر یا متغیرهای پیشگو و ستون ۱ در این آرایه برای برآورد عرض از مبدأ است؛ بردار β ضریب‌های مدل و بردار ε مانده‌های برآورد هستند. ضریب‌های مدل را می‌توان به شکل آرایه‌ای زیر به دست آورد (راولینگز و همکاران، ۱۹۸۸):

$$\beta = (X'X)^{-1} X'Y \quad (۴)$$

با نگرش به اینکه رگرسیون‌های چندجمله‌ای گونه‌ای خاص از رگرسیون‌های چند متغیره هستند؛ با جایگزین کردن X با X_1 ، X^2 تا X_n در روابط بالا می‌توان ضریب‌های یک رگرسیون چندجمله‌ای را به دست آورد (عساکره، ۱۳۹۰؛ راولینگز و همکاران، ۱۹۹۸). برای آزمون معنی‌داری مدل می‌توان آماره F را از رابطه زیر به دست آورد (براون^۲، ۲۰۱۴):

$$F = \frac{SS_{reg} / k}{SS_{res} / (n - k - 1)} \quad (۵)$$

1 Gruber

2 Brown

در رابطه بالا n شمار داده‌ها، k شمار متغیرهای پیشگو، SS_{reg} و SS_{res} به ترتیب مجموع مربعات رگرسیون و مجموع مربعات مانده‌ها هستند و بر پایه نگارش آرایه‌ای به شکل زیر محاسبه می‌شوند (براون، ۲۰۱۴):

$$SS_{reg} = (X\beta - \bar{y})'(X\beta - \bar{y}) \quad (6)$$

$$SS_{res} = (y - X\beta)'(y - X\beta) \quad (7)$$

از آنجاکه رد فرض صفر در آزمون معنی‌داری برای یک رگرسیون چندمتغیره گواه این است که دست‌کم یکی از متغیرهای پیشگو شرکت معنی‌داری در مدل دارد؛ آزمون هر یک از ضریب‌ها بایسته است (عساکره، ۱۳۹۰). همچنین با نگرش به اینکه هر یک از فراسنجهای عرض از مبدأ و شیب خط متغیرهای تصادفی به شمار می‌روند؛ می‌توان آزمون معنی‌داری را بر روی آن‌ها انجام داد (عساکره، ۱۳۹۰، ۴۵۴). برای آزمون ضریب‌های مدل به آرایه کوواریانس (C) متغیرهای پیشگو نیاز است. این آرایه به روش زیر به دست می‌آید (براون، ۲۰۱۴):

$$C = (X'X)^{-1} \times MS_{res} \quad (8)$$

که MS_{res} میانگین مربع مانده‌ها بوده و از رابطه زیر حساب می‌شود (براون، ۲۰۱۴):

$$MS_{res} = \frac{SS_{res}}{n - k - 1} \quad (9)$$

با در دست داشتن درایه‌های قطر اصلی آرایه کوواریانس می‌توان خطای استاندارد هر ضریب را برآورد کرد (براون، ۲۰۱۴):

$$SE(\beta_i) = \sqrt{c_{ii}} \quad (10)$$

و در پایان آماره t برای هر ضریب به شکل زیر به دست می‌آید (براون، ۲۰۱۴):

$$t_o = \frac{\beta_i}{SE(\beta_i)} \quad (11)$$

برای محاسبه ضریب تبیین نیز می‌توان رابطه زیر را به کار گرفت (براون، ۲۰۱۴):

$$R^2 = \frac{SS_{reg}}{SS_{tot}} \quad (12)$$

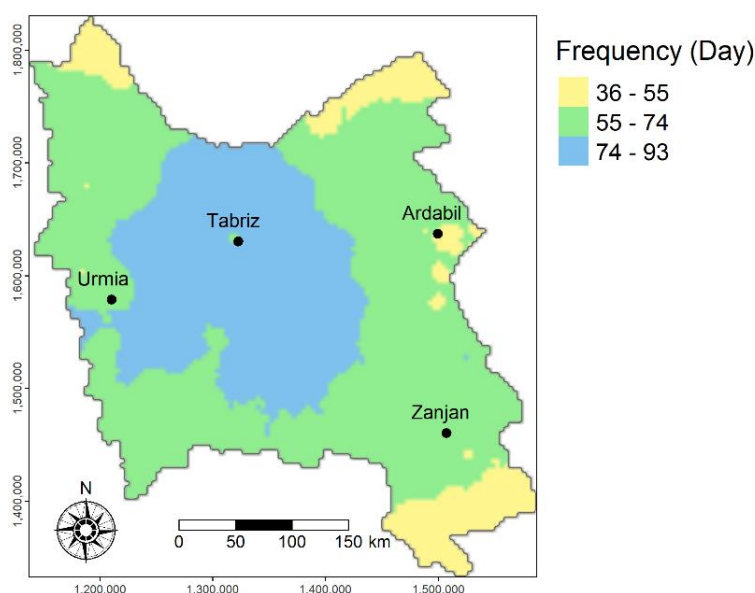
که SS_{tot} مجموع مربعات کل بوده و به شکل زیر محاسبه می‌شود (براون، ۲۰۱۴):

$$SS_{tot} = (y - \bar{y})'(y - \bar{y}) \quad \text{یا} \quad SS_{tot} = SS_{reg} + SS_{res} \quad (13)$$

۳- نتایج و بحث

۳-۱- توزیع مکانی میانگین فراوانی بارش سالانه

شکل ۳ توزیع مکانی میانگین فراوانی بارش سالانه در شمال باختری ایران در دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳ را نشان می‌دهد. در این شکل فراوانی روزهای بارشی به سه دسته بخش شده‌اند. دسته ۳۶ تا ۵۵ روز که بیش‌تر در جنوب خاوری، خاور، شمال خاوری و شمال باختری منطقه دیده می‌شوند. بخش‌های میانی و شمالی بیش‌ترین فراوانی بارش سالانه را داشته‌اند که از ۷۴ تا ۹۳ روز بوده است. پیرامون پهنه‌های دارای بیشینه فراوانی، به‌سوی خاور، باختر و جنوب منطقه شمار روزهای بارشی بین ۵۵ تا ۷۴ روز بوده است. از این‌رو در یک روند کلی فراوانی روزهای بارشی از بخش‌های میانی به پیرامون کاهش می‌یابد. میانگین پهنه‌های فراوانی بارش در شمال باختری ایران 11 ± 69 روز بوده است.

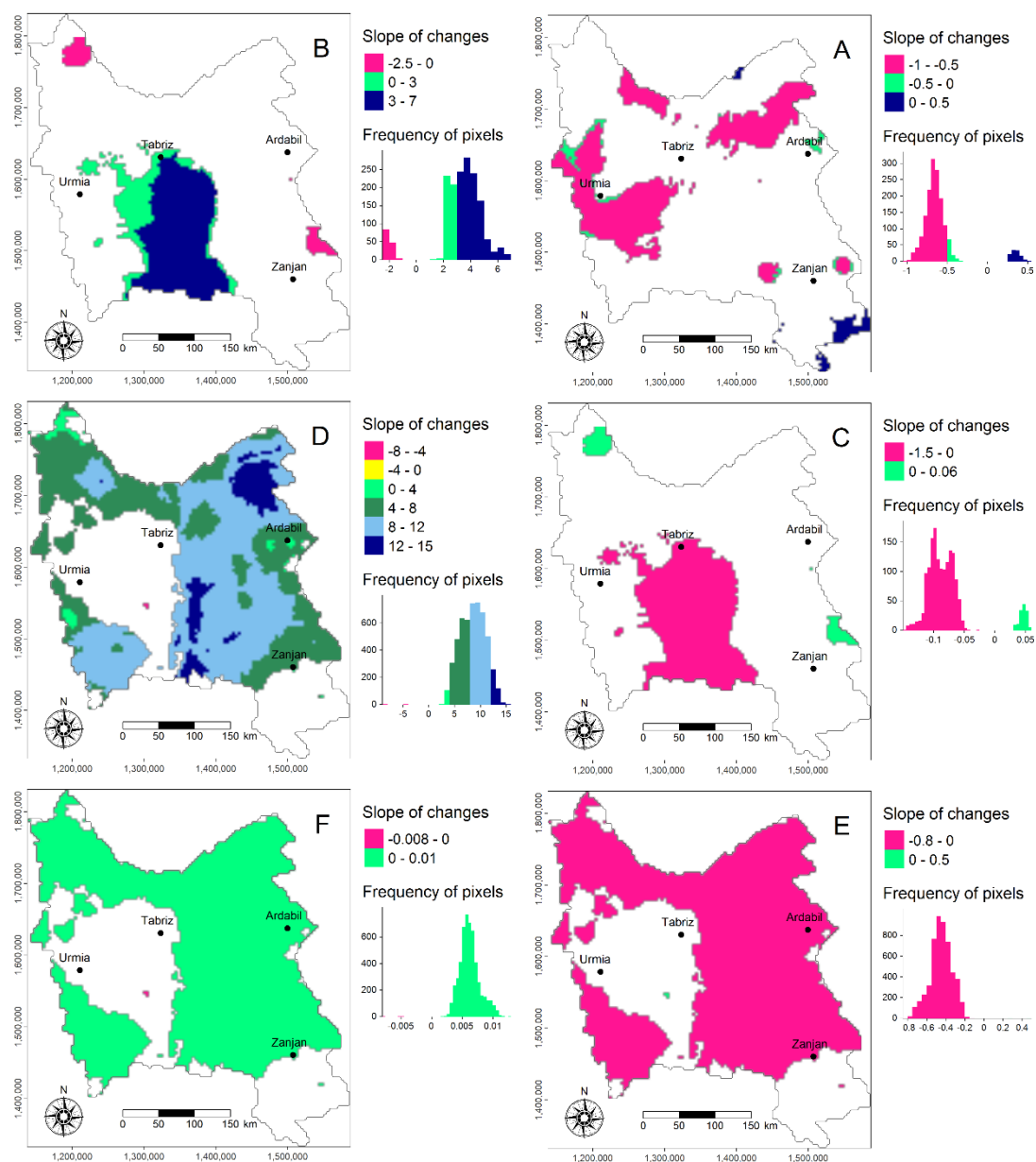


شکل ۳- توزیع مکانی فراوانی بارش سالانه شمال باختری ایران در دوره ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳

۳-۲- کاوش روند فراوانی بارش با مدل‌های خطی و غیرخطی

شکل ۴ روندهای معنی‌دار فراوانی بارش سالانه در شمال باختری ایران را بر پایه مدل‌های خطی، درجه ۲ و درجه ۳ نشان می‌دهد. بافتنگاری که در این شکل آمده است نیز شمار یاخته‌ها در هر یک از رسته‌های شیب تغییرات را نمایش می‌دهد؛ همچنین گستره زیر پوشش رسته‌های شیب در جدول ۱ آمده است. بر پایه شکل ۴-A و جدول

۱ در ۲۱/۸۲ درصد از گستره مورد بررسی روندهای خطی معنی دار با اطمینان ۹۵ درصد و بیش تر در فراوانی بارش سالانه روی داده است. از این بین در ۱۸/۸ درصد از گستره مورد بررسی فراوانی روزهای بارشی با میانگین ۱- تا ۰/۵- روز در هر سال کاهش داشته است. همچنین در ۱/۵ درصد از منطقه شیب دگرگونی ها بین ۰/۵- تا ۰ بوده است. بخش هایی که روند کاهشی داشته اند بیش تر در باختر و شمال منطقه، همچنین در دو ناحیه کوچک در باختر و خاور شهر زنجان جای دارند. روندهای افزایشی که بین ۰/۵ تا صفر بوده است؛ تنها در جنوب خاوری و شمال منطقه دیده می شوند. این نواحی ۱/۵۲ درصد از گستره شمال باختری کشور را پوشش داده اند. از این رو در گستره ای برابر با ۲۰/۳ درصد از شمال باختری ایران روندهای کاهشی و در ۱/۵۲ درصد روندهای افزایشی معنی دار رخ داده است. شکل ۴-B و ۴-C بخش هایی از منطقه که در یک مدل درجه ۲ دارای روندهای معنی دار هستند را نشان می دهد. در این شکل بخش B نشان گر ضریب زمان و بخش C نشان گر ضریب توان دوم زمان است. با نگرش به شکل یاد شده و جدول ۱ در ۱/۷ درصد از پهنه مورد بررسی در سال های نخستین روند فراوانی بارش سالانه کاهشی و پس از آن افزایشی بوده است. این پهنه ها در خاور و شمال باختری منطقه جای دارند. در ۱۹/۱ درصد از گستره مورد بررسی که بیش تر در جنوب و بخش های میانی دیده می شوند سال های نخست روند مثبت و پس از آن روندهای منفی روی داده است. از این رو در گستره ای برابر با ۲۰/۸ درصد روندهای درجه ۲ معنی دار رخ داده است. می توان دید که روندهای درجه ۲ در برخی بخش ها با روندهای خطی هم پوشانی دارند. باین همه روندهای درجه ۲ بیش تر در نواحی مرکزی و جنوبی رخ داده است؛ در حالی که روندهای خطی بیش تر به نواحی باختری و شمالی گرایش داشته اند. شکل ۴-D، ۴-E و ۴-F همچنین جدول ۴ نشان می دهند که در گستره ای برابر با ۶۷/۰۴ درصد از شمال باختری ایران یک مدل درجه ۳ الگوی برانزده بر روند فراوانی بارش است. از این بین در بخش کوچکی از نواحی میانی که برابر با ۰/۰۴ درصد از گستره مورد بررسی است؛ سال های نخستین همراه با کاهش فراوانی بارش بوده است (شکل ۴-D) که پس از آن روندی افزایشی روی داده (شکل ۴-E) و در سال های پایانی بار دیگر روند فراوانی بارش سالانه کاهشی بوده است (شکل ۴-F). در ۶۶ درصد دیگر از گستره مورد بررسی شرایط وارونه بوده و از این- رو سال های نخستین همراه با افزایش فراوانی بارش، سال های میانی همراه با کاهش و سال های پایانی بار دیگر همراه با افزایش شمار روزهای بارشی بوده است. پهنه های یاد شده در نیمه خاوری (به غیر از جنوب)، شمال، شمال باختری، بخش هایی از خاور و جنوب خاوری جای دارند. روی هم رفته روندهای درجه ۳ بخش های درخور توجهی از نیمه خاوری، شمال و جنوب باختری را پوشش داده اند که در برخی نواحی با روندهای درجه ۲ و خطی هم- پوشانی دارند.



شکل ۴- روندهای معنی‌دار فراوانی بارش سالانه با اطمینان ۹۵ درصد و بیش‌تر (A ضریب زمان در مدل خطی، B و C به ترتیب ضریب زمان و ضریب زمان به توان ۲ در مدل درجه ۲، D، E و F به ترتیب ضریب زمان، ضریب زمان به توان ۲ و ضریب زمان به توان ۳ در مدل درجه ۳)

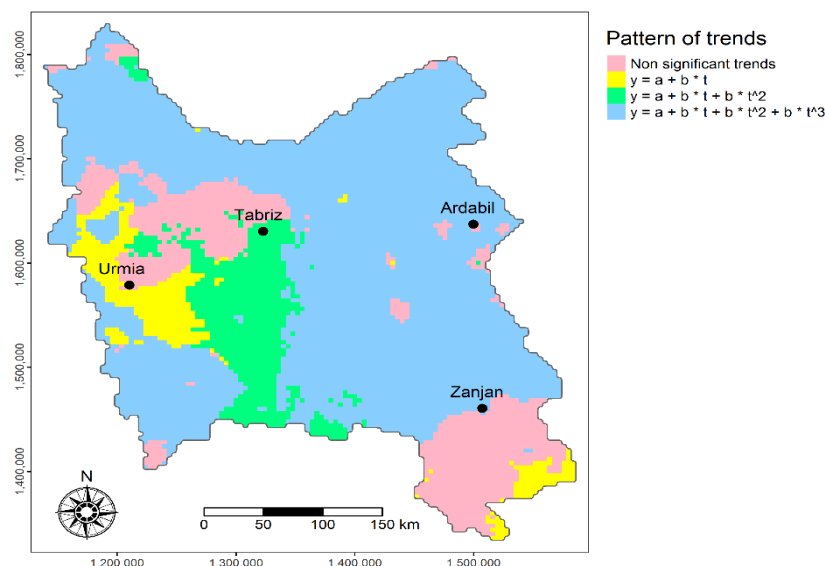
جدول ۱- گستره زیرپوشش روندهای معنی دار فراوانی بارش سالانه در شمال باختری ایران

مدل خطی	شیب در راستای زمان	گستره به کیلومتر مربع	گستره به درصد						
	۱- تا ۰/۵-	۲۳۵۲۰	۱/۸۸						
	۰ تا ۰/۵-	۱۸۲۴	۱/۵						
	۰ تا ۰/۵	۱۹۰۴	۱/۵۲						
مدل درجه ۲	مجموع	۲۷۲۴۸	۲۱/۸۲						
	شیب در راستای زمان	گستره به کیلومتر مربع	گستره به درصد	شیب در راستای زمان به توان ۲	گستره به کیلومتر مربع	گستره به درصد			
	۰ تا ۲/۵-	۲۱۷۶	۱/۷	۰ تا ۱/۵-	۲۳۹۰۴	۱۹/۱			
	۳ تا ۰	۷۰۲۴	۵/۶	۰ تا ۰/۰۶	۲۱۷۶	۱/۷			
مدل درجه ۳	۷ تا ۳	۱۶۸۸۰	۱۳/۵						
	مجموع	۲۶۰۸۰	۲۰/۸	مجموع	۲۶۰۸۰	۲۰/۸			
	شیب در راستای زمان	گستره به کیلومتر مربع	گستره به درصد	شیب در راستای زمان به توان ۲	گستره به کیلومتر مربع	گستره به درصد	شیب در راستای زمان به توان ۳	گستره به کیلومتر مربع	گستره به درصد
	۸- تا ۴-	۳۲	۰/۰۳	۰ تا ۰/۸-	۸۲۵۴۴	۶۶	۰ تا ۰/۰۰۸-	۴۸	۰/۰۴
	۰ تا ۴-	۱۶	۰/۰۱	۰ تا ۰/۵	۴۸	۰/۰۴	۰ تا ۰/۵	۸۲۵۴۴	۶۶
	۴ تا ۰	۱۲۸۰	۱/۰۲						
	۸ تا ۴	۳۳۲۲۴	۲۵/۸						
مدل درجه ۴	۱۲ تا ۸	۴۲۵۹۲	۳۴/۰۵						
	۱۵ تا ۱۲	۶۴۴۸	۵/۲						
	مجموع	۸۲۵۹۲	۶۶/۰۴	مجموع	۸۲۵۹۲	۶۶/۰۴	مجموع	۸۲۵۹۲	۶۶/۰۴

۳-۳- گزینش الگوی برتر روند در هر یاخته

برای دستیابی به نگاهی فراگیر و پیش‌گیری از تشکیک رأی درباره الگوی برتر روند در هر یاخته لایه‌های به‌دست‌آمده در بخش پیشین روی هم‌گذاری شده و سپس الگوی برتر برای هر یاخته گزینش شد. این گزینش بر پایه درجه بالاتر انجام شده است. برای نمونه اگر در یک یاخته هر سه الگوی خطی، درجه ۲ و درجه ۳ معنی دار باشند؛ برتری با مدل سوم بوده و الگوی برازنده روند آن یاخته، مدلی با درجه ۳ است. با نگرش به شکل ۵ و جدول ۲ در

گستره‌ای برابر با ۸۳/۱ درصد از شمال باختری ایران فراوانی بارش سالانه روند معنی‌دار داشته و در این بین الگوی درجه ۳ با ۶۶ درصد بیش‌ترین سهم را داشته است. نواحی دارای روند درجه ۳ بیش‌تر در نیمه خاوری، شمال، شمال باختری و بخش‌هایی از باختر دیده می‌شوند که از پیوستگی درخور توجهی نیز برخوردار هستند؛ همچنین الگوی درجه ۳ در بخش‌هایی از باختر منطقه نیز الگوی برتر بوده است. روندهای درجه ۲ بیش‌تر در جنوب و بخش‌های میانی با گرایش به باختر دیده می‌شوند. باین‌همه در بخش‌های کوچکی از باختر و شمال باختری نیز روندها از همین الگو پیروی می‌کند. گستره‌های دارای روند درجه ۲، ۱۰/۷ درصد از شمال باختری ایران را دربرگرفته‌اند. روندهای خطی که تنها ۶/۴ درصد از منطقه را پوشش داده‌اند؛ بیش‌تر در بخش‌های باختری و جنوب خاوری جای دارند و در ۱۶/۹ درصد از منطقه نیز هیچ روند معنی‌داری دیده نشده است. نواحی بدون روند بیش‌تر در جنوب خاوری، مرکز و باختر جای دارند؛ همچنین بخش‌های کوچکی از نیمه خاوری، شمال خاوری، شمال باختری و جنوب باختری نیز از همین ویژگی برخوردار بوده‌اند. نکته درخور نگرش توزیع مکانی روندهای درجه ۲ در باختر رشته‌کوه‌های مرکزی و خاور دریاچه ارومیه است. الگوهای خطی نیز بیش‌تر در باختر دریاچه ارومیه دیده می‌شوند؛ از این رو نقش دریاچه ارومیه در کنترل رفتار بلندمدت بارش سالانه قابل استنباط است. همچنین نقش کوه‌های مرکزی که در بخش‌های خاوری دریاچه ارومیه جای دارند؛ گسترش اثر دریاچه به‌سوی نواحی خاوری را محدود می‌کند به گونه‌ای که راستای جدایی روندهای درجه ۲ و درجه ۳ هماهنگ با بلندی‌های رشته‌کوه‌های مرکزی در این ناحیه است.



شکل ۵- الگوی برتر روند فراوانی بارش سالانه در شمال باختری ایران در دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳

جدول ۲- گستره زیر پوشش الگوی برتر روند فراوانی و اندازه بارش سالانه برای هر یاخته

متغیر	الگوی روند	گستره به کیلومتر مربع	گستره به درصد
فراوانی بارش سالانه	غیر معنی دار	۲۱۱۳۶	۱۶/۹
	روند خطی	۸۰۱۶	۶/۴
	روند درجه ۲	۱۳۳۴۴	۱۰/۷
	روند درجه ۳	۸۲۵۹۲	۶/۶

۴- جمع بندی

در این پژوهش کوشش شد تا توزیع مکانی روند فراوانی و اندازه بارش سالانه شمال باختری ایران در دوره آماری ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳ میلادی بررسی شود. در این راستا از الگوهای خطی و غیرخطی استفاده شده است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که الگوهای خطی در آشکارسازی روند بارش سالانه در شمال باختری ایران با کاستی‌های فراوانی همراه هستند؛ به گونه‌ای که بر پایه یک الگوی خطی فراوانی بارش تنها در ۲۱/۸۲ درصد از شمال باختری ایران روند معنی داری داشته‌اند. حال آنکه با افزودن الگوهای درجه ۲ و درجه ۳ روند فراوانی بارش در ۸۳/۱ درصد از شمال باختری ایران معنی دار می‌شود. چنانچه الگوی دارای بالاترین درجه را پایه گزینش الگوی برتر در هر یاخته بدانیم؛ آنگاه رفتار درازمدت فراوانی بارش سالانه در ۶/۴ درصد از شمال باختری ایران از الگوی خطی، در ۱۰/۷ درصد از یک الگوی درجه ۲ و در ۶/۶ درصد از یک الگوی درجه ۳ پیروی می‌کند؛ همچنین در ۱۶/۹ درصد از منطقه هیچ یک از الگوها روند معنی داری را نشان نداده‌اند. پیش از این عساکره و رزمی (۱۳۹۱) بر پایه پژوهشی که سال‌های ۱۹۶۶ تا ۲۰۰۵ را پوشش می‌دهد و از رگرسیون خطی برای برآورد روند استفاده می‌کند؛ نتیجه گرفته‌اند که اندازه بارش در ۸۴/۵ درصد از منطقه روندی کاهشی داشته و تنها در جنوب باختری روبه افزایش بوده است. به نظر می‌رسد که تفاوت‌های در نتایج این پژوهش و تحقیق یاد شده به دلیل دوره آماری ناهمسان و روش‌های متفاوت در برآورد روند باشد. همچنین عساکره (۱۳۸۴) پیروی بارش سالانه در استان اصفهان از یک الگوی غیرخطی را گزارش کرده است. از این رو پیشنهاد می‌شود تا رفتارهای درازمدت بارش در دیگر نواحی کشور نیز بر پایه مدل‌های غیرخطی مورد بازنگری قرار گیرد.

نکته درخور نگرش دیگر که در این پژوهش نشان داده شد؛ نقش دریاچه ارومیه و رشته‌کوه‌های مرکزی در توزیع مکانی روند است. به گونه‌ای که کانون روندهای درجه ۲ و دست کم بخش زیادی از روندهای خطی پیرامون دریاچه و در باختر کوه‌های مرکزی است. از سوی دیگر گسترش روندهای درجه ۳ در تمامی موقعیت‌های جغرافیایی به غیر از پیرامون دریاچه این گمانه را ایجاد می‌کند که روندهای درجه ۳ بیش تر زیر اثر اطلاعات و رویدادهای بزرگ مقیاس آب و هوا شکل گرفته‌اند. از این رو دریاچه ارومیه و رشته‌کوه‌های مرکزی به عنوان یک عامل محلی بر چگونگی اثر رخداد‌های بزرگ مقیاس نقش داشته و رفتار بلندمدت بارش را دستخوش دگرگونی می‌کند. به بیان دیگر

این دو عامل محلی سبب تغییر در تفسیر اطلاعاتی می‌شوند که از سامانه کلان آب‌وهوا دریافت می‌شود و پیامد آن دگرگونی آشکار رفتار درازمدت بارش در پیرامون دریاچه است. با این همه، این گمانه نیازمند بررسی‌های دقیق‌تری است و می‌توان آن را یکی از پیشنهاد‌های این پژوهش به حساب آورد. یافته‌های این پژوهش اثر دریاچه ارومیه بر رفتار بلندمدت بارش را به روشنی نشان می‌دهد. گذشته از این سعیدآبادی (۱۳۹۶) نشان داده است که خشک شدن این دریاچه می‌تواند به کاهش بارش دریافتی در شمال باختری ایران بینجامد. این یافته‌ها می‌تواند گواهی بر نقش برجسته دریاچه ارومیه بر آب‌وهوای ناحیه‌ای و خرد باشد. از این رو بایسته است که مدیران و سیاست‌گذاران توجه ویژه‌ای به دگرگونی‌های تراز آب این دریاچه داشته باشند.

کتابنامه

- احمدی، محمد؛ فتح نیا، امان اله؛ آب‌خراشات، شعبی؛ ۱۳۹۴. فراکاوی روند بارش در ایران و ارتباط آن با واداشت‌های پیوند از دور. *پژوهش‌های اقلیم‌شناسی*. (۲۳)، ۱۳۹۴، ۳۲-۱۹.
- اکبری، مه‌ری؛ نوده‌ی، وحیده؛ ۱۳۹۴. بررسی و تحلیل روند بارش سالانه و تابستانه استان گلستان. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*. (۱۷)، ۵، ۱۵۰-۱۴۱.
- امیررضائی، علیرضا؛ پرهمت، جهانگیر؛ احمدی، فرشاد؛ ۱۳۹۵. بررسی روند تغییرات بارش و دمای شمال غرب کشور در نیم قرن اخیر. *نشریه آبیاری و زهکشی ایران*. (۶)، ۱۰، ۸۰۹-۷۹۷.
- حج‌ام، سهراب؛ خوشخو، یونس؛ شمس‌الدین وندی، رضا؛ ۱۳۸۷. تحلیل روند تغییرات بارندگی سالانه و فصلی در چند ایستگاه منتخب در حوضه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری. *پژوهش‌های جغرافیایی*. ۶۴، ۱۶۸-۱۵۷.
- رضیئی، طیب؛ دانش کار آراسته، پیمان؛ ثقفیان، بهرام؛ ۱۳۸۴. بررسی روند بارندگی سالانه در مناطق خشک و نیمه خشک مرکزی و شرقی ایران. *مجله آب و فاضلاب*. (۲)، ۱۶، ۸۱-۷۳.
- سعیدآبادی، رشید؛ ۱۳۹۶. شبیه سازی عددی نقش دریاچه ارومیه در ماهیت اقلیمی منطقه پیرامونی آن. *نشریه علمی جغرافیا و برنامه ریزی*. (۲۱)، ۶۲، ۱۶۱-۱۳۹.
- عراقی، علیرضا؛ موسوی بایگی، محمد؛ هاشمی‌نیا، سید مجید؛ ۱۳۹۴. بکارگیری تبدیل موجک گسسته برای تحلیل روند و شناسایی الگوهای نوسانی دما (مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک مشهد). *مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)*. (۱)، ۲۹، ۲۴۹-۲۳۹.
- عساکره، حسین؛ ۱۳۸۴. تحلیل روند بارش سالانه استان اصفهان. *نیوار*. ۳۰، ۹۰-۷۶.
- ؛ ۱۳۸۶. *تغییر اقلیم*. دانشگاه زنجان.
- ؛ ۱۳۸۶. کاربرد رگرسیون خطی در تحلیل روند دمای تبریز. *تحقیقات جغرافیایی*. (۴)، ۸۷، ۲۵-۳.
- ؛ ۱۳۹۰. *مبانی اقلیم‌شناسی آماری*. دانشگاه زنجان.

- عساکره، حسین؛ رزمی، رباب؛ ۱۳۹۱. تحلیل تغییرات بارش سالانه شمال غرب ایران. *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*. ۲۳(۳)، ۱۶۲-۱۴۷.
- عسگری، احمد؛ رحیم زاده، فاطمه؛ ۱۳۸۵. مطالعه تغییر پذیری بارش دهه‌های اخیر ایران. *پژوهش‌های جغرافیایی*. ۳۸، ۸۰-۶۷.
- علائی طالقانی، محمود؛ ۱۳۸۸. *ژئومورفولوژی ایران*. نشر قومس. چاپ پنجم.
- کاویانی، محمد رضا؛ حسین، عساکره؛ ۱۳۸۲. بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالانه اصفهان. *مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان*. ۱۸(۱)، ۱۶۲-۱۴۳.
- محمدی، بختیار؛ ۱۳۹۰. تحلیل روند بارش سالانه ایران. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*. ۴۴(۳)، ۹۵-۱۰۶.
- مسعودیان، سید ابوالفضل؛ ۱۳۹۰. *آب‌وهوای ایران*. مشهد: شریعه توس.
- نورانی، وحید؛ آزاد، نرگس؛ قاسم زاده، مهسا؛ شرقی، الناز؛ ۱۳۹۵. بررسی تأثیر پارامترهای هیدروکلیماتولوژیکی آجی جای بر تغییرات تراز آب دریاچه ارومیه با استفاده از مدل ترکیبی موجک - من کندال. *نشریه هیدروژئومورفولوژی*. ۷، ۱۵۹-۱۴۱.
- یاراحمدی، دایوش؛ ۱۳۹۳. تحلیل هیدروکلیماتولوژیکی نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*. ۴۶(۱)، ۹۲-۷۷.

- Bartels, R. J., Black, A. W., & Keim, B. D., 2020. Trends in precipitation days in the United States. *International Journal of Climatology*, 40(2), 1038-1048.
- Brown, Jonathon D., 2014. *Linear Models in Matrix Form*, Springer.
- Gemmer, M., Becker, S., & Jiang, T., 2004. Observed monthly precipitation trends in China 1951–2002. *Theoretical and applied climatology*, 77(1-2), 39-45.
- Gruber, Marvin H. J., 2013. *Matrix algebra for linear Models*, Wiley.
- Hu, M., Sayama, T., Try, S., Takara, K., & Tanaka, K., 2019. Trend analysis of hydroclimatic variables in the Kamo River Basin, Japan. *Water*, 11(9), 1782.
- Hu, Q., He, X., Lu, X. A., & Zhang, X., 2019. Trend Analysis of Seasonal Precipitation (1960–2013) in Subregions of Hunan Province, Central South China Using Discrete Wavelet Transforms. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 58(10), 2159-2175.
- Jalili, S., Kirchner, I., Livingstone, D. M., & Morid, S., 2012. The influence of large-scale atmospheric circulation weather types on variations in the water level of Lake Urmia, Iran. *International Journal of Climatology*, 32(13), 1990-1996.
- James, R., & Washington, R., 2013. Changes in African temperature and precipitation associated with degrees of global warming. *Climatic change*, 117(4), 859-872.
- Marengo, J. A., 2004. Interdecadal variability and trends of rainfall across the Amazon basin. *Theoretical and applied climatology*, 78(1-3), 79-96.
- Nalley, D., Adamowski, J., & Khalil, B., 2012. Using discrete wavelet transforms to analyze trends in streamflow and precipitation in Quebec and Ontario (1954–2008). *Journal of hydrology*, 475, 204-228.
- Nourani, V., Nezamdoost, N., Samadi, M., & Daneshvar Vousoughi, F., 2015. Wavelet-based trend analysis of hydrological processes at different timescales. *Journal of Water and Climate Change*, 6(3), 414-435.

- Pal, L., Ojha, C. S. P., Chandniha, S. K., & Kumar, A., 2019. Regional scale analysis of trends in rainfall using nonparametric methods and wavelet transforms over a semi-arid region in India. *International Journal of Climatology*, 39(5), 2737-2764.
- Pandey, B. K., Tiwari, H., & Khare, D., 2017. Trend analysis using discrete wavelet transform (DWT) for long-term precipitation (1851–2006) over India. *Hydrological sciences journal*, 62(13), 2187-2208.
- Paul, R. K., Sarkar, S. A. N. D. I. P. A. N., Mitra, D., Panwar, S. A. N. J. E. E. V., Paul, A. K., & Bhar, L. M., 2020. Wavelets based estimation of trend in sub-divisional rainfall in India. *Mausam*, 71(1), 69-78.
- Rawlings, John O., Pantula, Sastry G., Dickey, David A., 1998. *Applied Regression Analysis: A Research Tool*, Second Edition, Springer.
- Sezen, C., & Partal, T., 2020. Wavelet combined innovative trend analysis for precipitation data in the Euphrates-Tigris basin, Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 1-19.
- Tehrani, E. N., Sahour, H., & Booiij, M. J., 2019. Trend analysis of hydro-climatic variables in the north of Iran. *Theoretical and applied climatology*, 136(1-2), 85-97.
- Tourian, M. J., Elmi, O., Chen, Q., Devaraju, B., Roohi, S., & Sneeuw, N., 2015. A spaceborne multisensor approach to monitor the desiccation of Lake Urmia in Iran. *Remote Sensing of Environment*, 156, 349-360.
- Trenberth, K. E., 2011. Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, 47(1-2), 123-138.
- Wu, S. Y., 2015. Changing characteristics of precipitation for the contiguous United States. *Climatic Change*, 132(4), 677-692.



Investigating the vulnerability of Ardabil city road network against natural disasters (earthquake) (Case study: Imam Khomeini Street, Shahr)

Mohammad Taghi Masoumi ^a, Milad Rajabzadeh Niaragh ^{b*}

^a Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran

^b Master in Geography and Urban Planning, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran

Received: 17 February 2021

Revise: 8 April 2021

Accepted: 26 May 2021

Abstract

Reducing the vulnerability of cities to earthquakes is one of the objectives of urban planning. The urban road network is one of the factors that have a significant impact on the city's vulnerability to earthquakes. It is necessary to study the vulnerability of the urban road network and to plan to reduce this damage. This research was carried out by a descriptive-analytical method and using the AHP multi-criteria evaluation model, with the aim of evaluating the network of urban roads against earthquakes, in Imam Khomeini street, city of Ardabil. The data collection method in this research is mainly in the field and the library method. To assess the vulnerability of Imam Khomeini Street in Ardabil, five criteria of density, construction characteristics, natural factors, accessibility and degree of confinement were used. Type of materials, number of floors of buildings, ground floor of buildings, compatibility of uses, the criteria of natural factors including the distance to the fault and the distance to the river and the access criteria include three sub -criteria of passage width, existence of intersections and secondary roads and access to rescue centers. Imam Khomeini Street was divided into nineteen sections and finally the scores of each section were overlaid according to the criteria and sub-criteria in the form of Expert Choice software and the final street vulnerability map was produced in the Arc GIS software. The final results indicate that the highest level of vulnerability is observed in the central parts.

Keywords: Vulnerability, Road network, Earthquake, Ardabil, AHP.

*. Corresponding author: Milad Rajabzadeh Niaragh E-mail: m.rajabzade202000@gmail.com Tel: + 989120503424

How to cite this Article: Masoomi, M., Rajabzadeh, M. (2021). Investigating the vulnerability of Ardabil city road network against natural disasters (earthquake) (Case study: Imam Khomeini Street, Shahr). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(3), 141-161.

doi:10.22067/geoh.2021.67019.0



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.67019.0>

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۱۶۱-۱۴۱

مقاله پژوهشی

بررسی میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهر اردبیل در برابر سوانح طبیعی (زلزله)

(مطالعه موردی: خیابان امام خمینی شهر)

محمدتقی معصومی - استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران.
میلاد رجب‌زاده نیاروق^۱ - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱/۱۹ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۳/۵

چکیده

کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله از اهداف برنامه‌ریزی شهری است. شبکه معابر شهری یکی از عواملی است که در میزان آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله تأثیر بسزایی دارد. بررسی آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری و برنامه‌ریزی جهت کاهش این آسیب‌ها امری ضروری است. این پژوهش با روش توصیفی-تحلیلی و با به‌کارگیری مدل ارزیابی چند معیاره AHP، با هدف ارزیابی شبکه معابر شهری در برابر زلزله، در خیابان امام خمینی (ره) شهر اردبیل انجام گرفته است. روش جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش عمدتاً میدانی و در طول انجام پژوهش از روش کتابخانه‌ای نیز استفاده شده است. برای ارزیابی آسیب‌پذیری خیابان امام خمینی شهر اردبیل از پنج معیار تراکم، ویژگی‌های ساختمانی، عوامل طبیعی، دسترسی و درجه محصوریت استفاده شد که معیار تراکم شامل دو زیر معیار تراکم ساختمانی و تراکم جمعیتی، معیار ویژگی‌های ساختمانی شامل شش زیر معیار کیفیت بنا، قدمت بنا، نوع مصالح، تعداد طبقات ساختمان، مساحت همکف ساختمان‌ها، سازگاری کاربری‌ها، معیار عوامل طبیعی شامل فاصله از گسل و فاصله از مسیر رود و معیار دسترسی شامل سه زیر معیار عرض معبر، وجود تقاطع و راه‌های فرعی و دسترسی به مراکز امداد و نجات است. خیابان امام خمینی به نوزده قسمت تقسیم و در نهایت امتیازات هر یک از قسمت‌ها با توجه به معیارها و زیر معیارها در قالب نرم‌افزار Expert Choice

Email: m.rajabzade202000@gmail.com

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۰۵۰۳۴۲۴

نحوه ارجاع به این مقاله:

معصومی، محمدتقی، رجب‌زاده نیاروق، میلاد. (۱۴۰۰). بررسی میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهر اردبیل در برابر سوانح طبیعی (زلزله) (مطالعه موردی: خیابان امام خمینی شهر). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰(۳)، صص ۱۶۱-۱۴۱.
<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.67019.0>

همپوشانی شد و نقشه نهایی آسیب پذیری خیابان در نرم افزار Arc GIS تولید شد. نتایج نهایی حاکی از آن است که بیشترین میزان آسیب پذیری در قسمت های مرکزی به چشم می خورد.

کلیدواژه ها: آسیب پذیری، شبکه معابر، زلزله، اردبیل، AHP.

۱- مقدمه

ایران نیز یکی از کشورهایی است که با مخاطرات طبیعی عدیده ای روبه رو است. موقعیت و ویژگی های جغرافیایی سبب شده است ایران در کمربند زلزله قرار گیرد؛ به طوری که بیش از ۷۰ درصد سرزمین ایران در معرض خطر زمین لرزه قرار دارد. از این رو زمین لرزه یکی از اصلی ترین مخاطرات طبیعی سکونتگاه های انسانی ایران به شمار می رود (نورائی و همکاران، ۱۳۹۵). شبکه ارتباطی به عنوان یکی از مهم ترین استحکامات زیر بنایی، نقش مهمی در کاهش یا افزایش آسیب های ناشی از وقوع حوادث طبیعی نظیر زمین لرزه دارند (مانگ^۱ و همکاران، ۲۰۰۷). اگرچه حذف اثرات مخاطرات طبیعی امری غیرممکن است؛ با این حال کاهش ریسک و خطرپذیری شهرها در برابر پدیده های طبیعی به یکی از سرفصل های مهم برنامه ریزی و طراحی شهرها در سال های اخیر تبدیل شده است (کاپ^۲، ۲۰۱۵). آسیب پذیری شبکه به ساختار فضایی شبکه پرداخته و در زمینه تخلیه عمومی به کار می رود تا قسمت های آسیب پذیر ساختار شهری مشخص شود. از عوامل مؤثر بر آسیب پذیری شبکه معابر می توان به آسیب پذیری بنا، نسبت سطح ساخته شده به سطح معابر ساخته شده (درجه محصوریت)، قوس معبر، عرض معبر، تعداد گره و تقاطع و شیب معبر (نورائی و همکاران، ۱۳۹۰) اشاره کرد. نقش شریان های ارتباطی مانند خیابان ها و معابر به عنوان نقاط اتصال و گریز در شهرها در مواقع بحران های طبیعی نقش بسیار اساسی دارند. این چالش در مواقعی که کاربری های اطراف این شریان ها دارای ایستایی نامناسب و فرسوده ای بوده و با آسیب های احتمالی موجب ریزش و بسته شدن این نقاط مواصلاتی شده و در فرایند امداد رسانی و گریز از نقاط بحران اختلال ایجاد کرده و مشکلات و خطرات جانی و مالی را در مواقع بحران دوچندان می نمایند. در این پژوهش سعی بر ارزیابی میزان آسیب پذیری خیابان امام خمینی شهر اردبیل در برابر زلزله شده است. این منطقه به دلیل ویژگی های منحصر به فرد خود مانند: تمرکز شدید ساختمانی، تراکم زیاد جمعیت، پایین بودن عرض معبر، عدم رعایت استانداردهای لازم در اکثر سازه های موجود و عدم رعایت قوانین مربوط به سطح اشغال و فضای باز، با مشکلات عدیده ای مواجه است. بر این اساس توجه به ارزیابی آسیب پذیری خیابان امام خمینی در برابر زلزله از ضروریات مدیریت شهری در شهر اردبیل است. در این بین خیابان امام خمینی شهر اردبیل نیز به عنوان بستر مورد مطالعه به علت داشتن بافت های ناپایدار و همچنین ماهیت مسکونی و تجاری آن می تواند در هنگام رخداد زلزله پذیرای آسیب های

1 mang

2 kap

زیادی از لحاظ اختلال در فرآیند امدادرسانی به منطقه و تخریب‌های صورت گرفته در بخش‌های مسکونی و شبکه‌های مواصلاتی باشد؛ بنابراین ضرورت مطالعه مسأله حال حاضر بیش از پیش آشکار می‌شود. با توجه به اهمیت موضوع، در زمینه ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله تحقیقات زیادی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته که ابتدا به تحقیقات صورت گرفته در کشورهای خارجی اشاره می‌شود و سپس به تحقیقات انجام شده در کشور پرداخته می‌شود.

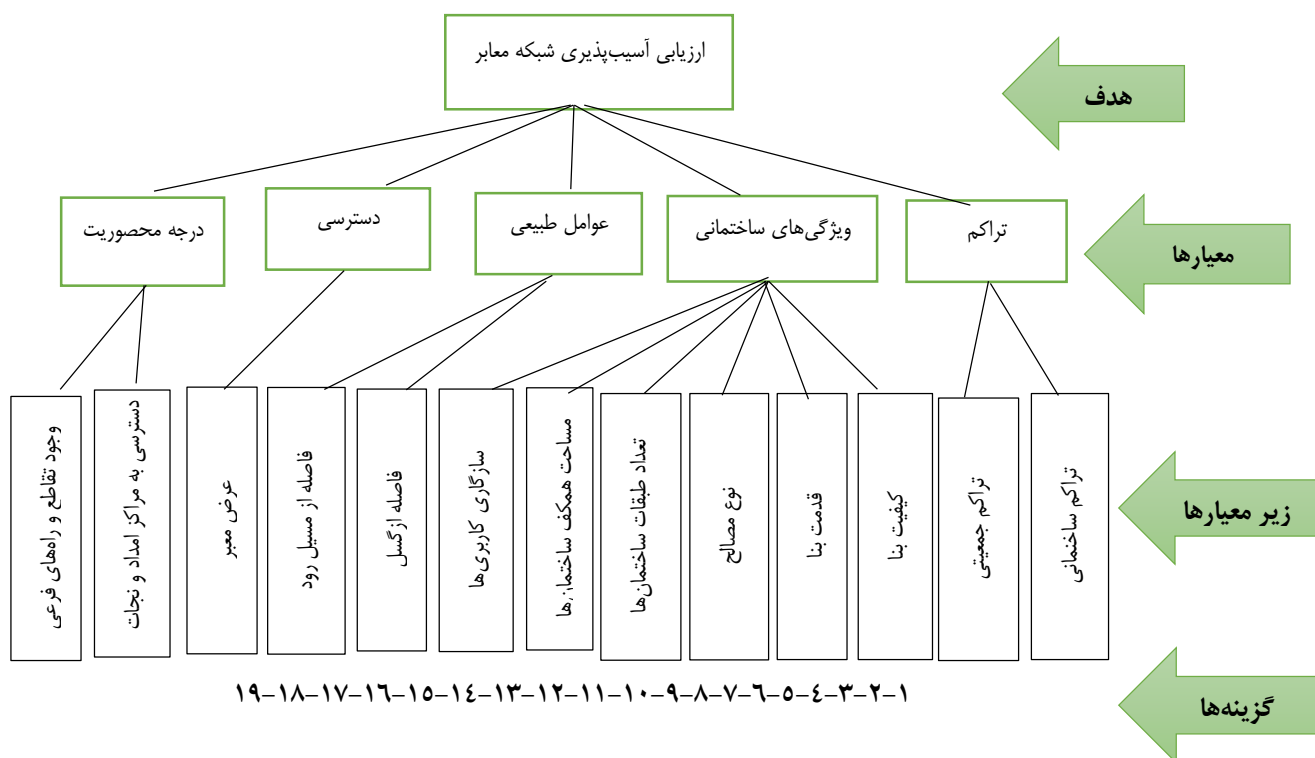
صدری کیا و همکاران (۲۰۱۷) آسیب‌پذیری ناشی از زمین‌لرزه را در مناطقی که داده‌های ناکافی در این زمینه دارند با استفاده از سه روش AHP، تکنیک مجموعه‌های فازی و روش TOPSIS ارزیابی نمودند. با توجه به نتایج به عمل آمده روش فازی در تعیین تأثیرات معیارهای آسیب‌پذیری لرزه‌ای از اولویت بالاتری برخوردار است. محمد پور و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای به شناسایی و توسعه ارتباط برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران زلزله به منظور کاهش آسیب‌پذیری لرزه‌ای در بافت قدیمی محله سیروس شهرداری تهران، منطقه ۱۲ پرداختند. به این نتیجه رسیدند که می‌توان از طریق تحلیل آسیب‌پذیری لرزه‌ای در بافت قدیمی شهری به نقش برنامه‌ریزی شهر برای پارامترهای ساختاری در زمینه مقابله با زلزله اشاره نمود. چن نن هانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله خود به بررسی آسیب‌پذیری و وابستگی متقابل زیرساخت‌های حیاتی شهر در تایوان پرداخته‌اند. (احدنژاد روشتی و همکاران، ۱۳۹۹) مقاله‌ای تحلیل فضایی آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله با رویکرد مدیریت بحران، یافته‌ها نشان داد که بخش مرکزی شهر زنجان آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله‌های احتمالی داشته باشد. به‌طوری‌که از کل معابر منطقه مورد مطالعه با مساحت ۸۲ هکتار، ۹،۲ هکتار آسیب‌پذیری خیلی زیاد، ۲۰،۴ هکتار آسیب‌پذیری زیاد، ۲۵،۴ هکتار آسیب‌پذیری متوسط، ۱۱،۵ هکتار آسیب‌پذیری کم و ۱۵،۵ هکتار از آسیب‌پذیری خیلی کم برخوردار بوده است که در مجموع ۲۹،۶ هکتار از سطح معابر از آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد برخوردار هستند. در نهایت می‌توان بیان داشت که مهم‌ترین عوامل آسیب‌پذیر شبکه معابر در بخش مرکزی زنجان شامل فرسودگی بافت جداره معبر، تراکم بالای جمعیت مرتبط با معبر و درجه محصوریت بالای معابر است. خدادادی و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای تحلیل آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش FUZZY ELECTRE، نتایج حاصله حاکی از آسیب‌پذیر بودن مناطق ۶، ۸، ۱ و ۷ شهرداری کرج در برابر زلزله است طوری که بیش از ۷۰ درصد از شهر کرج از نظر خطر آسیب‌پذیری در برابر زلزله در طبقه خیلی کم و کم قرار گرفته است و تنها حدود ۲۰ درصد از شهر کرج به خاطر نزدیکی به گسل و وجود تراکم بالای جمعیتی، ساختمانی و... در مناطق با خطر زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است. (احدنژاد روشتی و همکاران، ۱۳۹۴) در مقاله‌ای ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله برای ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه معابر منطقه ۱ تبریز. نتایج نهایی حاکی از این است که آسیب‌پذیری شبکه معابر محدوده‌ی

مورد مطالعه (جز در محلات نوساز)، بیشتر از حد متوسط و عمدتاً زیاد و خیلی زیاد است. آسیب‌پذیری شبکه معابر در محلات اسکان غیررسمی بیشتر به چشم می‌خورد که در برنامه‌ریزی‌ها باید در اولویت قرار بگیرند. کریمی کردآبادی و همکار (۱۳۹۴) در پژوهش خود با استفاده از مدل ترکیبی FUZZY AHP و با به کارگیری نرم‌افزارهای Arc GIS و Expert Choice به پهنه‌بندی خطر زلزله و تأثیر آن در امنیت شهری منطقه یک شهر تهران پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که منطقه یک کلان‌شهر تهران به شدت در خطر زلزله‌خیزی قرار دارد و مناطق دارای خطر خیلی زیاد و زیاد در حدود ۵۰ درصد مساحت منطقه یک را دربر می‌گیرند. جلالیان و همکار (۱۳۹۴) با استفاده از مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی و روش تحلیل چند معیاری فضایی و با به کارگیری پنج شاخص گسل، جنس زمین، شیب، زمین لغزش و تراکم جمعیت به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری زلزله در بخش چورزق شهرستان طارم اقدام نمودند. نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از شهرستان طارم و سکونتگاه‌های روستایی منطقه در پهنه‌های با خطر بالا (۴۵٫۷۱ درصد) و خیلی بالا (۱۴٫۷۱ درصد) قرار گرفته است.

۲- منطقه مورد مطالعه

خیابان امام خمینی یک معبر در امتداد شمال شرقی - جنوب غربی شهر اردبیل است. این محور از قدیمی‌ترین خیابان‌های شبکه معابر شهر اردبیل بوده و اصلی‌ترین محور در استخوان‌بندی محدوده مرکزی شهر است. شبکه معابر شهر اردبیل در حال حاضر ساختار حلقوی - شعاعی دارد. از موقعیت قرارگیری خیابان امام خمینی در دو حلقه خیابانی و شریانی درونی شبکه معابر شهر اردبیل نتیجه می‌شود که این خیابان در قسمت‌های واقع در داخل حلقه درونی خیابانی (چهارراه ژاندارمری تا چهارراه امام خمینی) و قسمت‌های بیرون از این حلقه که داخل حلقه شریانی بزرگراه شهدا قرار دارد (میدان جهاد تا چهارراه ژاندارمری و چهارراه امام خمینی تا ایستگاه سریع) ویژگی‌ها و سیمای متفاوتی دارد.

۳- مواد و روش‌ها



شکل ۱. معیارها و زیر معیارهای تحقیق (ساختار سلسله‌مراتبی) منبع: یافته‌های تحقیق

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و از نظر روش جز تحقیقات توصیفی - تحلیلی است. تحلیل این پژوهش و استخراج داده‌ها با استفاده از بررسی‌های کتابخانه‌ای، داده‌های آماری، بررسی نقشه‌های موجود شهر اردبیل و مطالعات میدانی انجام گرفته است. در تحلیل داده‌های پژوهش حاضر از روش مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شد. پس از بررسی مطالعات پیشین در این حوزه و جویا شدن نظرات کارشناسان، معیارها و زیر معیارهای تحقیق انتخاب، سپس معیارها و زیر معیارها بر اساس نظرات کارشناسان خبره در حوزه زلزله‌نگاری و مهندسی شهرسازی، وزن دهی شد. در مرحله بعدی معیارهای تحقیق توسط مدل AHP استانداردسازی شده و میزان اهمیت هر یک از معیارها و زیر معیارها مشخص گردید. سپس با استفاده از برنامه تحلیلی Expert Choice میزان آسیب‌پذیری هر قسمت مشخص و در نهایت با استفاده از دستورهای نرم‌افزار Arc GIS نقشه آسیب‌پذیری خیابان امام شهر اردبیل تولید شد.

۳-۱- آنالیز داده‌ها

در این بخش به تحلیل و بررسی معیارها و زیر معیارهای پژوهش پرداخته شده است.

معیارها

در پژوهش حاضر با توجه به مطالب مطرح شده در تحقیق و نتیجه‌گیری از آن‌ها به تهیه پرسش‌نامه‌ای پرداخته شده است که در آن معیارهای موردنظر در ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه معابر مورد پرسش از متخصصین قرار گرفته شده است. در نهایت معیارهایی که در میزان آسیب‌پذیری خیابان امام خمینی نقش داشته‌اند مشخص شد. با توجه به مطالعات نظری و استفاده از نظرات کارشناسان معیارها به این ترتیب می‌باشند:

- تراکم
- ویژگی‌های ساختمانی
- عوامل طبیعی
- دسترسی
- درجه محصوریت

بنابراین با توجه به معیارهای انتخاب و استخراج شده و نوع هدف تحقیق به بررسی معیارها با تهیه پرسش‌نامه پرداخته شد و اطلاعات حاصل از پرسش‌نامه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت تا میزان آسیب‌پذیری نمونه موردی مشخص شود.

جدول ۱- معیارها و زیر معیارها و کدبندی آسیب‌پذیری آن‌ها

عوامل و معیارهای کلی	عوامل و معیارهای اصلی	زیر معیارها	آسیب‌پذیری خیلی کم ۱	آسیب‌پذیری کم ۳	آسیب‌پذیری متوسط ۵	آسیب‌پذیری زیاد ۷	آسیب‌پذیری خیلی زیاد ۹
تراکم	تراکم ساختمانی	کمتر از ۵۰	•				
		تراکم ۵۰-۱۰۰		•			
		تراکم ۱۰۰-۱۲۰			•		
		تراکم ۱۲۰-۱۵۰				•	
		تراکم ۱۵۰ به بالا					•
	تراکم جمعیتی	۷۵-۱۰۰ نفر در هکتار	•				
		۱۵۰-۷۵ نفر در هکتار		•			
		۲۲۵-۱۵۰ نفر در هکتار			•		
		۳۰۰-۲۲۵ نفر در هکتار				•	
		۳۰۰ نفر به بالا در هکتار					•
ویژگی‌های ساختمانی	کیفیت بنا	فاقد بنا	•				
		نوساز		•			
		قابل نگهداری			•		

عوامل و معیارهای کلی	عوامل و معیارهای اصلی	زیر معیارها	آسیب پذیری خیلی کم ۱	آسیب پذیری کم ۳	آسیب پذیری متوسط ۵	آسیب پذیری زیاد ۷	آسیب پذیری خیلی زیاد ۹
	مرمتی تخریبی	مرمتی				•	
		تخریبی					•
	قدمت بنا	کمتر از ۲۵ سال	•				
		۲۵ تا ۳۰ سال		•			
		۳۰ تا ۴۵ سال			•		
		۴۵ تا ۶۰ سال				•	
		۶۰ سال به بالا					•
		خشت و گل					•
	نوع مصالح	آجر و سیمان				•	
		آجر و آهن			•		
		اسکلت بتنی		•			
		اسکلت فلزی	•				
	تعداد طبقات ساختمانها	طبقه ۱	•				
		طبقه ۲ و ۳		•			
		طبقه ۳ و ۵			•		
		طبقه ۵ و ۷				•	
		طبقه ۷ به بالا					•
	مساحت همکف ساختمانها	کمتر از ۱۰۰					•
		۱۰۰ تا ۲۵۰				•	
		۲۵۰ تا ۵۰۰			•		
		۵۰۰ به بالا	•				
	سازگاری کاربریها	کاملاً سازگار	•				
		نسبتاً سازگار		•			
		بی تفاوت			•		
		کاملاً سازگار				•	
		نسبتاً سازگار					•
عوامل طبیعی	فاصله از گسل	فاصله کمتر از ۵۰ متر					•
		فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ متر				•	
		فاصله ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر			•		
		فاصله ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر		•			
		فاصله بیش از ۵۰۰ متر	•				
	فاصله از مسیل	فاصله کمتر از ۵۰ متر					•

عوامل و معیارهای کلی	عوامل و معیارهای اصلی	زیر معیارها	آسیب پذیری خیلی کم ۱	آسیب پذیری کم ۳	آسیب پذیری متوسط ۵	آسیب پذیری زیاد ۷	آسیب پذیری خیلی زیاد ۹
	رود	فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ متر				•	
		فاصله ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر			•		
		فاصله ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر		•			
		فاصله بیش از ۵۰۰ متر	•				
دسترسی	عرض معبر	کمتر از ۸ متر					•
		۸ تا ۱۲ متر				•	
		۱۲ تا ۲۰ متر			•		
		۲۰ تا ۲۴ متر		•			
	دسترسی به مراکز امداد و نجات	۲۴ متر به بالا	•				
		کمتر از ۱ کیلومتر	•				
		بین ۱ تا ۳ کیلومتر		•			
		بین ۳ تا ۵ کیلومتر			•		
		بین ۵ الی ۷ کیلومتر				•	
		۷ کیلومتر به بالا					•
	وجود تقاطع و راه فرعی	کمتر از ۱					•
		۱-۳				•	
		۳-۵			•		
		۵-۱۰		•			
درجه محصوریت	محصوریت خیلی کم	کمتر از ۰/۳	•				
	محصوریت کم	بین ۰/۳ تا ۰/۵		•			
	محصوریت متوسط	بین ۰/۵ تا ۰/۷			•		
	محصوریت زیاد	بین ۰/۷ تا ۱				•	
	محصوریت خیلی زیاد	۱ به بالا					•

تراکم

با افزایش تراکم احتمال آسیب پذیری افزایش می یابد؛ بنابراین تراکم اعم از ساختمانی و جمعیتی با آسیب پذیری، رابطه مستقیم دارد. در ادامه پژوهش تأثیر تراکم های ساختمانی و جمعیت در آسیب پذیری خیابان امام خمینی با توجه به نظر کارشناسان محاسبه شد.

جدول ۲- ارزش دهی به به زیر معیارهای ویژگی های ساختمانی در نرم افزار Expert Choice

تراکم ساختمانی	تراکم جمعیتی
۰/۲۵۰	۰/۷۵۰



شکل ۲- ارزش های تعلق گرفته به زیر معیارهای تراکم در نرم افزار Expert Choice

ویژگی های ساختمانی

ویژگی های ساختمان های مجاور معابر در آسیب پذیری شبکه معابر بسیار تأثیرگذار است؛ بنابراین در ادامه تحقیق تأثیر این معیار و زیر معیارهایش در آسیب پذیری خیابان امام خمینی، با روش هایی که در ادامه آمده، محاسبه شد. زیر معیارهای ویژگی های ساختمانی هر یک جداگانه و با شدت های متفاوت در احتمال آسیب پذیری تأثیر دارند. به همین منظور در ابتدای کار از کارشناسان خبره خواسته شد تا به هر یک از زیر معیارهای قدمت بنا، کیفیت بنا، سازگاری کاربری، تعداد طبقات ساختمان ها، نوع مصالح و مساحت همکف ساختمان ها را با توجه به نظر کارشناسان ارزش دهند. در ادامه جدول های مربوط به هر یک از زیر معیارهای ویژگی های ساختمانی که توسط کارشناسان ارزش گذاری شده، آمده است.

جدول ۳- ارزش های تعلق گرفته به زیر معیارهای ویژگی های ساختمانی در نرم افزار Expert Choice

کیفیت بنا	قدمت بنا	نوع مصالح	تعداد طبقات ساختمان ها	مساحت همکف ساختمان ها	سازگاری کاربری ها
۰/۲۵۵	۰/۴۱۵	۰/۰۵۴	۰/۰۹۰	۰/۰۳۴	۰/۱۵۳



شکل ۳- ارزش های تعلق گرفته به زیر معیارهای ویژگی های ساختمانی در نرم افزار Expert Choice

با توجه به اینکه بافت فرسوده شهری بیشتر حول محور خیابان امام خمینی اردبیل تجمیع شده است معیار قدمت بنا بیشترین آسیب‌پذیری را از نظر کارشناسان به خود اختصاص داد.

عوامل طبیعی

عوامل طبیعی مانند نزدیکی به گسل در آسیب‌پذیری شبکه معابر در برابر زلزله بسیار تأثیرگذار می‌باشند؛ بنابراین در ادامه تحقیق تأثیر این معیار و زیر معیارهایش در آسیب‌پذیری خیابان امام خمینی، با روش‌هایی که در ادامه آمده است محاسبه شد. زیر معیارهای این معیار با توجه به نظر کارشناسان به دو دسته فاصله از گسل و فاصله از مسیل رود تقسیم شد و پس از بررسی‌های میدانی و نظر کارشناسان امتیازات هرکدام در نرم‌افزار Expert Choice تعیین شد.

جدول ۴- ارزش‌دهی به زیر معیارهای عوامل طبیعی در نرم‌افزار Expert Choice

فاصله از گسل	فاصله از مسیل رود
۰/۶۶۷	۰/۳۳۳



شکل ۴- ارزش‌های تعلق‌گرفته به زیر معیارهای عوامل طبیعی در نرم‌افزار Expert Choice

دسترسی

عامل دسترسی یکی از عوامل تأثیرگذار در آسیب‌پذیری شبکه معابر به شمار می‌رود. به‌طوری‌که در هنگام بروز حادثه امور مربوط به امداد و نجات و تردد به‌قدری اهمیت پیدا می‌کند که در تمام برنامه‌ریزی‌های شهری مدرن به این عامل توجه می‌شود؛ بنابراین در ادامه کار تأثیر این معیار و زیر معیارهای آن در آسیب‌پذیری خیابان امام خمینی شهر اردبیل با استفاده از روش‌های زیردست آمد. زیر معیارهای این معیار با توجه به نظرات کارشناسان به سه زیر معیار عرض معبر، دسترسی به مراکز امداد و نجات و وجود تقاطع و راه‌های فرعی تقسیم شد و در نهایت در نرم‌افزار Expert Choice امتیازدهی شده و امتیاز هرکدام به شرح جدول زیر به دست آمد.

جدول ۵- ارزش‌دهی به زیر معیارهای دسترسی در نرم‌افزار Expert Choice

عرض معبر	دسترسی به مراکز امداد و نجات	وجود تقاطع و راه‌های فرعی
۰/۵۰۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰



شکل ۵- ارزش های تعلق گرفته به زیر معیارهای دسترسی در نرم افزار Expert Choice

درجه محصوریت

درجه محصوریت عبارت است از نسبت ارتفاع ساختمان واقع در جداره‌ی معبر به عرض معبر که نشان‌دهنده‌ی میزان ریزش آوار ساختمان به معبر و احتمال انسداد آن است. با توجه به این نکته، هرچه درجه محصوریت بیشتر باشد آسیب‌پذیری بیشتر خواهد بود. برای این منظور ابتدا تعداد طبقات هر ساختمان برای محاسبه ارتفاع ساختمان (به متر) در عدد ۳ ضرب شد، سپس نتایج به دست آمده در نرم‌افزار Expert Choice تحلیل شد.

۴- نتایج و بحث

با توجه به این که میزان تأثیر هر یک از معیارهای تراکم، ویژگی‌های ساختمانی، عوامل طبیعی، دسترسی و درجه محصوریت در آسیب‌پذیری شبکه معابر متفاوت است، کارشناسان این معیارها را نیز ارزش‌گذاری کردند. با توجه به ادامه‌ی محاسبات مجموع ارزش‌ها باید برابر عدد ۱ باشد.

جدول ۶- ارزش‌دهی به معیارهای آسیب‌پذیری شبکه معابر

تراکم	ویژگی‌های ساختمانی	عوامل طبیعی	دسترسی	درجه محصوریت
۰/۲۸۴	۰/۴۵۸	۰/۰۶۴	۰/۱۵۲	۰/۰۴۳



شکل ۶- ارزش‌های تعلق گرفته به معیارهای آسیب‌پذیری شبکه معابر در نرم‌افزار Expert Chocie

برای مشخص کردن نقاط آسیب‌پذیر خیابان امام خمینی شهر اردبیل با توجه به نقاط حساس‌تر در برابر زلزله، خیابان به ۱۹ قسمت (با عرض ۵۰ متر و طول ۵۰۰ متر) تقسیم شد. قسمت ۱ (پل بسیج و روبروی دانشکده‌های علوم انسانی و فنی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل)، قسمت ۲ (میدان بسیج و دادگستری کل اردبیل)،

قسمت ۳ (میدان ارتش)، قسمت ۴ (روبروی مجتمع چندمنظوره هلال احمر و ستاد اسکان فرهنگیان)، قسمت ۵ (روبروی استادیوم تختی) و قسمت ۶ (میدان شریعتی) می‌باشند. قسمت ۷ (چهارراه امام، روبروی پاساژ صفویه و صدف)، قسمت ۸ (میدان سرچشمه و بازار)، قسمت ۹ (تازه میدان و قسمت‌هایی از بازار)، قسمت ۱۰ (روبه روی پارک آرتا)، قسمت ۱۱ (چهارراه ژاندارمری و شرکت نفت) و قسمت ۱۲ (میدان جهاد روبه روی رفاه) می‌باشند. قسمت ۱۳ (بعد از میدان جهاد و پشت حمام جام جم)، قسمت ۱۴ (میدان علی سرباز)، قسمت ۱۵ (میدان علی سرباز به سمت خیابان جام جم)، قسمت ۱۶ (خیابان جام جم، رو به روی مرکز پخش میهن شعبه اردبیل)، قسمت ۱۷ (روبروی صداوسیما اردبیل)، قسمت ۱۸ (روبه روی اداره زندان مرکزی اردبیل) و قسمت ۱۹ (خیابان متهی به جاده نمین-آستارا) می‌باشند. در ادامه با استفاده از نتایج به‌دست‌آمده در تحقیقات میدانی و پرسشنامه‌ای، امتیازات هر قسمت نسبت به معیارها و زیر معیارها که در جدول زیر آمده است محاسبه شد.

جدول ۷- ارزش‌دهی به گزینه‌ها (قسمت‌ها) در نرم‌افزار Expert Chocie

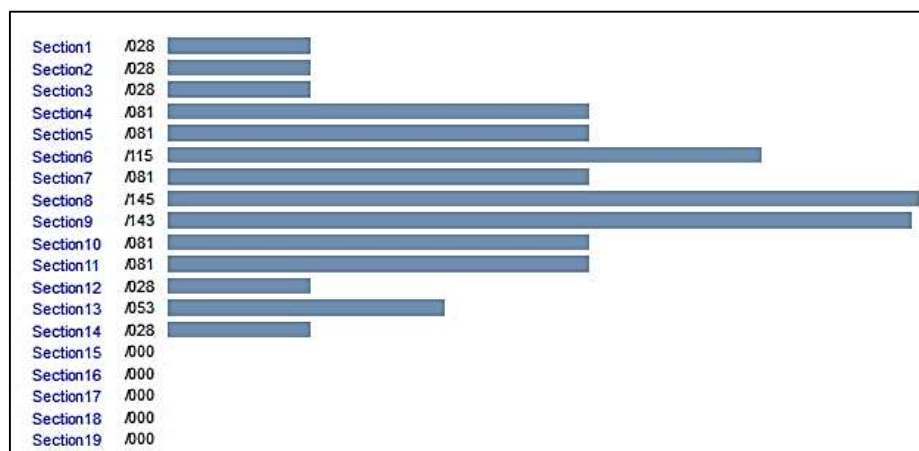
درجه محصوریت	وجود نقاط و راه‌های فرعی	دسترسی به مراکز امداد و نجات	عرض معبر	فاصله از مسهل رود	فاصله از گسل	سازگاری کاربری‌ها	مساحت همکف ساختمان‌ها	تعداد طبقات ساختمان‌ها	نوع مصالح	قدمت بنا	کیفیت بنا	تراکم جمعیتی	تراکم ساختمانی	زیر معیارها	قسمت‌ها
۱	۳	۵	۱	۴	۹	۱	۵	۵	۱	۱	۱	۳	۱	۱	۱
۱	۳	۵	۱	۵	۹	۳	۷	۷	۱	۳	۳	۳	۱	۲	۲
۱	۷	۵	۱	۵	۹	۵	۷	۳	۱	۳	۳	۳	۱	۳	۳
۱	۵	۴	۳	۴	۹	۳	۷	۳	۵	۵	۱	۵	۳	۴	۴
۱	۷	۴	۳	۷	۷	۷	۷	۳	۳	۷	۵	۵	۳	۵	۵
۵	۵	۱	۵	۷	۷	۷	۷	۳	۵	۷	۷	۷	۵	۵	۶
۳	۳	۴	۳	۷	۷	۹	۵	۷	۵	۹	۷	۵	۳	۷	۷
۳	۵	۵	۵	۹	۷	۹	۷	۳	۷	۹	۷	۹	۷	۷	۸
۳	۷	۳	۵	۷	۵	۹	۵	۷	۷	۹	۷	۹	۵	۵	۹
۱	۷	۳	۳	۵	۵	۷	۷	۱	۷	۷	۷	۵	۳	۳	۱۰
۱	۳	۵	۳	۵	۵	۷	۷	۱	۱	۷	۷	۵	۳	۳	۱۱
۱	۳	۵	۳	۳	۵	۵	۵	۱	۱	۷	۷	۵	۱	۳	۱۲
۱	۵	۵	۳	۵	۳	۷	۷	۱	۵	۷	۵	۵	۳	۳	۱۳
۱	۵	۵	۱	۳	۳	۵	۷	۱	۵	۵	۵	۳	۱	۳	۱۴
۱	۳	۵	۱	۳	۳	۵	۷	۱	۱	۵	۵	۱	۱	۱	۱۵

درجه محصوریت	وجود تقاطع و راههای فرعی	دسترسی به مراکز امداد و نجات	عرض معبر	فاصله از مسیر رود	فاصله از گسل	سازگاری کاربری ها	مساحت همکف ساختمان ها	تعداد طبقات ساختمان ها	نوع مصالح	قدمت بنا	کیفیت بنا	تراکم جمعیتی	تراکم ساختمانی	معیارها زیر قسمت ها
۱	۵	۷	۱	۴	۱	۴	۴	۴	۱	۳	۳	۱	۱	۱۶
۱	۴	۷	۱	۱	۱	۴	۵	۱	۴	۳	۳	۱	۱	۱۷
۱	۱	۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۸
۱	۱	۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۹

سپس نتایج آسیب پذیری هر یک از ۱۹ قسمت با توجه به معیارها و زیر معیارها مشخص شد که ذیلأ به آنها اشاره شده است.

تراکم

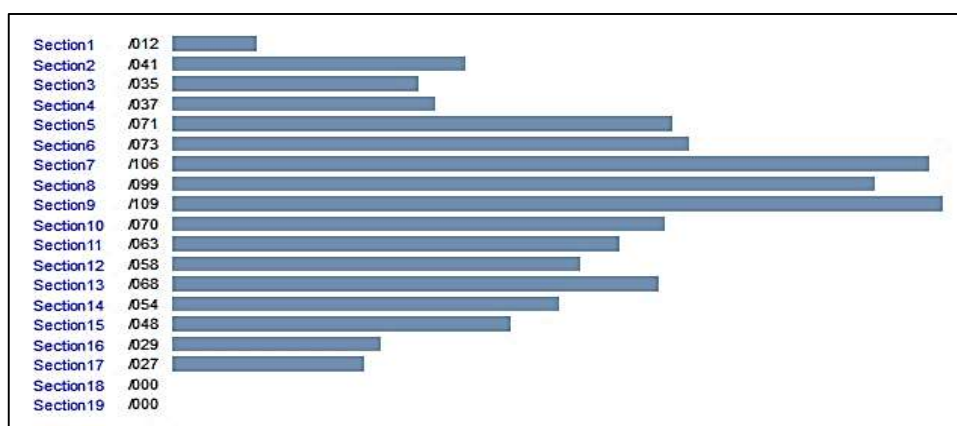
در این بخش زیر معیارهای تراکم های ساختمانی و جمعیتی با توجه به ارزش هایی که با استفاده از نظر کارشناسان برای آنها تعیین شده بود در نرم افزار Expert Choice امتیازدهی شدند سپس ارزش هر یک از آنها مشخص شد. پس از امتیازدهی به هر ۱۹ قسمت و با توجه به نتایج به دست آمده در نرم افزار Expert Choice، وضعیت آسیب پذیری خیابان امام خمینی در ارتباط با تراکم (ساختمانی و جمعیتی) مشخص شد. نتایج به دست آمده نشان می دهد که اغلب آسیب پذیری متوسط دارند اما قسمت هایی مانند قسمت ۶، ۸ و ۹ (میدان شریعتی، میدان سرچشمه و تازه میدان) به علت ریزدانه بودن واحدهای مسکونی، تجمع دست فروشان، تراکم بالای عابرین پیاده، تجمع واحدهای تجاری و خدماتی و ... از آسیب پذیری بالایی برخوردارند که در شکل زیر آسیب پذیری هر ۱۹ قسمت آمده است.



شکل ۷- ارزش‌های تعلق‌گرفته به قسمت‌های ۱۹ گانه با توجه به معیار تراکم در نرم‌افزار Expert Choice

ویژگی‌های ساختمانی

پس از امتیازدهی به هر ۱۹ قسمت و با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در نرم‌افزار Expert Choice، وضعیت آسیب‌پذیری خیابان امام خمینی در ارتباط با ویژگی‌های ساختمانی مشخص شد. نتایج نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری خیابان امام خمینی از بعد ویژگی‌های ساختمانی در قسمت‌های ۷، ۸ و ۹ (اطراف میدان سرچشمه تا، تازه میدان) بیشتر است و این نیز، به دلیل پایین بودن کیفیت مصالح ساختمانی، ناسازگاری کاربری‌ها (تمرکز واحدهای تجاری و خدماتی)، کمبود فضای باز، نوع مصالح ناسازگار و ... از یک‌سو و از سوی دیگر کم بودن عرض معبر در این قسمت‌ها می‌باشد که در هنگام وقوع زلزله بیشترین آسیب‌پذیری را خواهند داشت. قسمت‌های دیگر نیز آسیب‌پذیری نسبتاً زیادی از بعد ویژگی‌های ساختمانی دارند که در شکل زیر امتیازات هر یک آمده است.



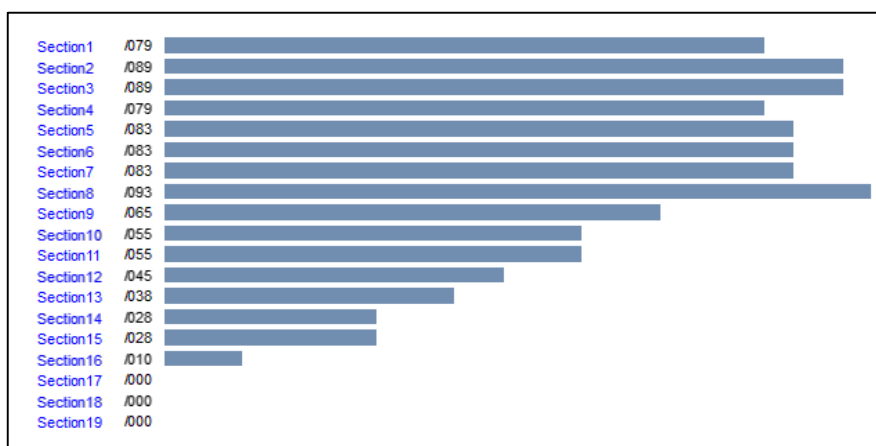
شکل ۸- ارزش‌های تعلق‌گرفته به قسمت‌های ۱۹ گانه با توجه به معیار ویژگی‌های ساختمانی در نرم‌افزار

Expert choice

با توجه به نمودار بالا کمترین آسیب پذیری نیز مربوط به قسمت های ۱۸ و ۱۹ به علت سازگاری مناسب کاربری ها و فضای باز موجود در جداره مسیر می باشد.

عوامل طبیعی

پس از امتیازدهی به هر ۱۹ قسمت و با توجه به نتایج به دست آمده در نرم افزار Expert choice، وضعیت آسیب پذیری خیابان امام خمینی در ارتباط با عوامل طبیعی مشخص شد. نتایج نشان می دهد که آسیب پذیری خیابان امام خمینی از بعد عوامل طبیعی در قسمت های ۱ تا ۹ (از پل بسیج تا، تازه میدان) بیشتر است و این نیز، به دلیل نزدیک بودن این قسمت ها به گسل های نزدیک به شهر اردبیل و همچنین وجود مسیل های رودخانه با توجه به شیب زیاد در این قسمت ها می باشد که در هنگام وقوع زلزله بیشترین آسیب پذیری را خواهند داشت. همچنین به دلیل محاصره شدن شهر اردبیل بین گسل های معروف؛ تالش، دشت مغان، سنگاور، ماسوله و بزقوش و همچنین وجود حوزه آبریز بالیخلی چای در اطراف خیابان که مسیل های زیادی در این مناطق وجود دارد، آسیب پذیری را در منطقه مورد نظر بالا برده است. قسمت های دیگر نیز آسیب پذیری نسبتاً زیادی از بعد عوامل طبیعی دارند که در نمودار زیر امتیازات هر یک آمده است. ضمناً آسیب پذیری عوامل طبیعی بیشتر متوجه اطراف میدان بسیج است و کمترین آن نیز متوجه اطراف میدان علی سرباز و خروجی اردبیل به سمت جاده نمین - آستارا می باشد.

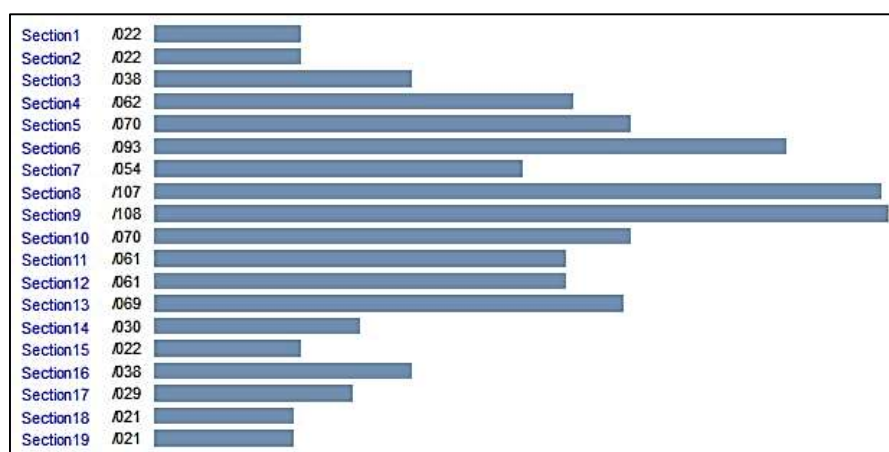


شکل ۹- ارزش های تعلق گرفته به قسمت های ۱۹ گانه با توجه به معیار عوامل طبیعی در نرم افزار Expert Choice

دسترسی

پس از امتیازدهی به هر ۱۹ قسمت و با توجه به نتایج به دست آمده در نرم افزار Expert Choice، وضعیت آسیب پذیری خیابان امام خمینی در ارتباط با معیار دسترسی مشخص شد و آسیب پذیری تقریباً در کل مسیر به جز

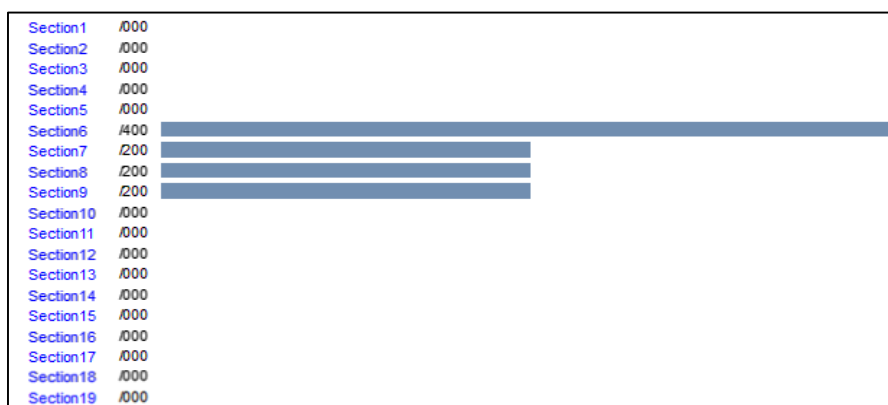
قسمت‌هایی که ذیلاً به آن‌ها اشاره شده است متوسط و نسبتاً کم می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری خیابان امام خمینی از بعد دسترسی در قسمت‌های ۶ الی ۸ (از میدان شریعتی تا، تازه میدان) بیشتر است و این نیز، به دلیل بالا بودن تراکم جمعیتی و ساختمانی، کم بودن عرض معبر، ترافیک سنگین، تراکم بالای عابر پیاده، هسته مرکزی شهر بودن، تراکم واحدهای تجارتي، خدماتی و آموزشی و... می‌باشد. قسمت‌های دیگر نیز آسیب‌پذیری نسبتاً زیادی از بعد دسترسی دارند که در نمودار زیر امتیازات هر یک آمده است.



شکل ۱۰- ارزش‌های تعلق‌گرفته به قسمت‌های ۱۹ گانه با توجه به معیار دسترسی در نرم‌افزار Expert Choice

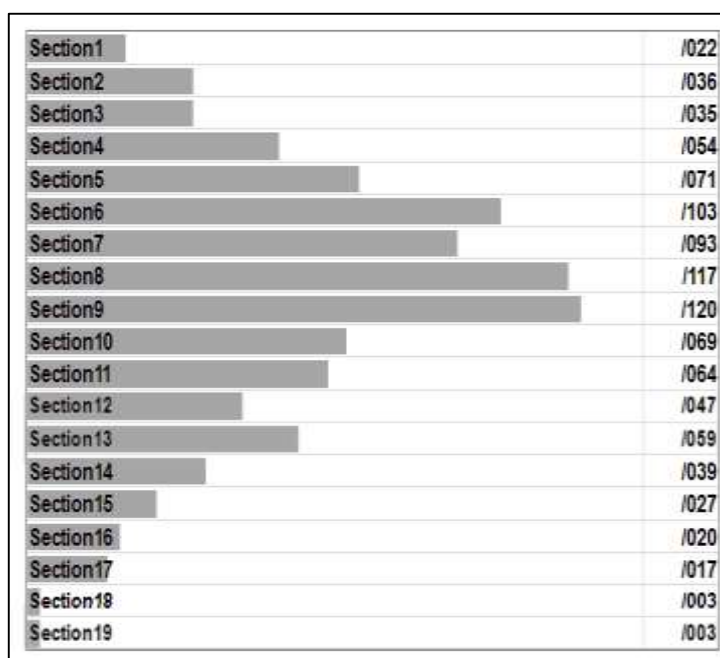
درجه محصوریت

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص می‌شود که درجه محصوریت بالا، در معابر کم‌عرض بیشتر است و در منطقه مورد مطالعه، قسمت ۶ (حول محور میدان شریعتی) که اغلب تمرکز واحدهای تجاری و پاساژهای شهری و ساختمان‌های بلند در این قسمت است از بیش‌ترین آسیب‌پذیری برخوردار است. همچنین مسیر قسمت‌های ۷، ۸ و ۹ (میدان سرچشمه تا پارک آرثا) آسیب‌پذیرتر نسبت به قسمت‌های دیگر هستند و علت آن نیز کم‌عرض بودن خیابان امام خمینی در این قسمت‌ها می‌باشد و هنگام زلزله معابر بسته خواهند شد و امکان هرگونه تردد ناممکن خواهد شد. به‌علاوه درجه محصوریت در مناطقی از محدوده که ارتفاع ساختمان‌ها با در نظر گرفتن عرض معبر طراحی شده مناسب است. از این مناطق می‌توان به اطراف میدان بسیج، جهاد و علی سرباز اشاره کرد. در رابطه با این موضوع، با وجود مشکلات موجود در خیابان امام خمینی، مناطقی که در ساخت‌وساز آن‌ها قوانین شهرسازی اجرا شده و سازه‌ها نوساز هستند، درجه محصوریت شرایط قابل‌قبول‌تری نسبت به قسمت‌های اشاره شده در بالا دارند.



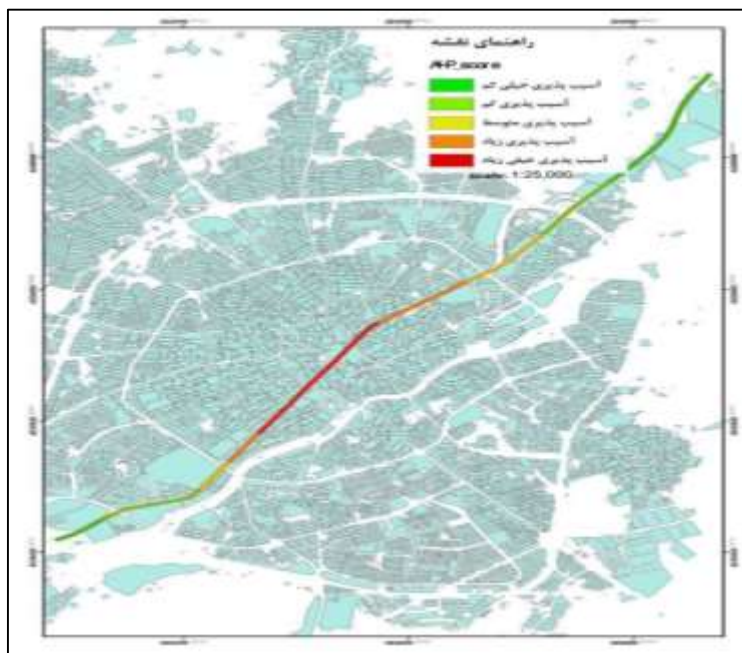
شکل ۱۱- ارزش‌های تعلق گرفته به قسمت‌های ۱۹ گانه با توجه به معیار درجه محصوریت در نرم‌افزار Expert Choice

در نهایت نتایج نهایی و آسیب‌پذیری هر یک از ۱۹ قسمت مشخص شد که در نمودار زیر به نمایش گذاشته شده است.



شکل ۱۲- ارزش‌های تعلق گرفته به قسمت‌های ۱۹ گانه در نرم‌افزار Expert Choice

در آخرین مرحله از تحقیق، آسیب‌پذیری کلی و اهمیت هر یک از ۱۹ قسمت با توجه به معیارها و زیر معیارها مشخص شد و نقشه نهایی آسیب‌پذیری خیابان امام خمینی در نرم‌افزار Arc GIS تولید شد.



شکل ۱۳- نقشه آسیب پذیری نهایی خیابان امام خمینی شهر اردبیل

با توجه به نقشه به دست آمده مشخص شد که بیشترین آسیب پذیری به ترتیب شامل، قسمت های ۹ (تازه میدان و قسمت هایی از بازار)، ۸ (میدان سرچشمه و بازار)، ۷ (چهارراه امام، روبه روی پاساژ صفویه و صدف) و ۶ (میدان شریعتی) می باشد که آسیب پذیری خیلی زیاد دارند. قسمت های ۵ (اطراف استادیوم تختی و اداره دخانیات استان اردبیل)، ۱۰ (رو به روی پارک آرتا) و ۱۱ (چهارراه ژاندارمری و شرکت نفت) دارای آسیب پذیری زیاد هستند. همچنین قسمت های ۴ (روبه روی مجتمع چندمنظوره هلال احمر و ستاد اسکان فرهنگیان)، ۱۲ (میدان جهاد) و ۱۳ (بعد از میدان جهاد و پشت حمام جام جم) دارای آسیب پذیری متوسط هستند. قسمت های ۲ (میدان بسیج و دادگستری کل اردبیل)، ۳ (میدان ارتش)، ۱۴ (میدان علی سرباز) و ۱۵ (میدان علی سرباز به سمت خیابان جام جم) دارای آسیب کم هستند و در نهایت قسمت های ۱ (پل بسیج و رو به روی دانشکده های علوم انسانی و فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل)، ۱۶ (خیابان جام جم روبه روی مرکز پخش میهن شعبه اردبیل)، ۱۷ (رو به روی صداوسیما اردبیل)، ۱۸ (روبه روی اداره زندان مرکزی اردبیل) و ۱۹ (خیابان منتهی به جاده نمین-آستارا) دارای آسیب خیلی کم هستند.

۵- جمع بندی و نتیجه گیری

در هر تحقیق نتایج حاصل از آن باید پاسخگوی سؤالات مطرح شده باشد. در این تحقیق نیز با توجه به سؤالات مطرح شده و تجزیه و تحلیل های انجام شده به سؤالات پاسخ داده شد که ذیلاً به آن ها اشاره شده است. سؤال ۱-

آسیب پذیری خیابان امام خمینی شهر اردبیل در برابر زلزله چگونه است؟ در این تحقیق مشخص گردید که غالب زیر معیارهای مشخص شده به غیر از ویژگی های ساختمانی و تراکم برای ارزیابی آسیب پذیری خیابان امام خمینی در بسیاری از قسمت ها مناسب می باشند؛ چراکه به نظر پرسش شوندگان و کارشناسان، خیابان امام خمینی دارای پتانسیل بالایی برای کاربری در شرایط زلزله دارد، لیکن برای بهبود آن نیاز به بازنگری و توسعه دارد؛ اما شرایط خیابان امام خمینی بخصوص در قسمت هایی مانند تازه میدان، میدان سرچشمه، چهارراه امام و میدان شریعتی که تمرکز واحدهای تجاری و تردد سواره و پیاده بالا می باشد بحرانی است و در هنگام زلزله آمار تلفات جانی و آسیب های مالی بالا خواهد بود. همچنین قسمت های فوق به دلیل قدمت بالای ساختمان ها، کیفیت پایین بنا، مصالح نامناسب، وجود کاربری های ناسازگار و تراکم زیاد ساختمانی از آسیب پذیری جدی برخوردار هستند. قسمت های منتهی به خروجی های شهر اردبیل مانند بسیج و علی سرباز و قسمت های اطراف آن ها به علت عرض بالای معبر، تراکم پایین ساختمانی و جمعیتی، رعایت اصول و قواعد شهرسازی، قدمت کم ابنا، سازگاری کاربری ها، کیفیت مناسب مصالح به کار برده شده در ساختمان و وجود فضاهای سبز و باز از وضعیت مناسبی برخوردار است. درضمن به علت تجمع فضاهای آموزشی، وجود فضاهای باز و سبز، اماکن مذهبی و دسترسی مناسب این خیابان به مراکز درمانی، وضعیت خیابان از بعد دسترسی و امداد و نجات و پناه گیری بعد از زلزله مناسب می باشد. سؤال ۲- آسیب پذیر ترین قسمت های خیابان امام خمینی در برابر زلزله کدامند؟ برای ارزیابی میزان آسیب پذیری خیابان امام خمینی، پنج سطح با آسیب پذیری خیلی زیاد، آسیب پذیری زیاد، آسیب پذیری کم و آسیب پذیری خیلی کم مشخص شد که در نقشه نهایی آسیب پذیری خیابان امام خمینی در فصل قبل آورده شده است. برای پاسخگویی به سؤال دوم جدولی برای مشخص شدن آسیب پذیری هر یک از نوزده قسمت طراحی شد؛ که نشان دهنده وضعیت آسیب پذیری خیابان امام خمینی و آسیب پذیرترین قسمت ها می باشد.

جدول ۸- آسیب پذیری نوزده قسمت خیابان امام خمینی در برابر زلزله

آسیب پذیری خیلی زیاد	آسیب پذیری زیاد	آسیب پذیری متوسط	آسیب پذیری کم	آسیب پذیری خیلی کم
قسمت ۹ (تازه میدان و قسمت هایی از بازار)	قسمت ۵ (اطراف استادیوم تختی و اداره دخانیات استان اردبیل)	قسمت ۴ (روبه روی مجتمع چند منظوره هلال احمر و ستاد اسکان فرهنگیان)	قسمت ۲ (میدان بسیج و دادگستری کل اردبیل)	قسمت ۱ (پل بسیج و روبه روی دانشکده های علوم انسانی و فنی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل)
قسمت ۸ (میدان سرچشمه و بازار)	قسمت ۱۰ (روبه روی پارک آرتا)	قسمت ۱۲ (میدان جهاد)	قسمت ۳ (میدان ارتش)	قسمت ۱۶ (خیابان جام جم روبه روی مرکز پخش میهن شعبه اردبیل)
قسمت ۷ (چهارراه امام، روبه روی پاساژ صفویه)	قسمت ۱۱ (چهارراه ژاندارمری و شرکت)	قسمت ۱۳ (بعد از میدان جهاد و پشت)	قسمت ۱۴ (میدان علی سرباز)	قسمت ۱۷ (روبه روی صدا و سیمای اردبیل)

آسیب پذیری خیلی زیاد	آسیب پذیری زیاد	آسیب پذیری متوسط	آسیب پذیری کم	آسیب پذیری خیلی کم
(و صدف)	(نفت)	(حمام جام جم)		
قسمت ۶ (میدان شریعتی)			قسمت ۱۵ (میدان علی سرباز به سمت خیابان جام جم)	قسمت ۱۸ (روبه روی اداره زندان مرکزی اردبیل)
				قسمت ۱۹ (خیابان منتهی به جاده نمین-آستارا)

کتابنامه

- احدنژاد روشتی، محسن، روستایی، شهریور و محمدجواد کاملی فر؛ ۱۳۹۴. ارزیابی آسیب پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله با رویکرد مدیریت بحران مطالعه موردی: منطقه ۱ شهر تبریز. فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی. دوره ۲۴. شماره ۹۵. پاییز ۹۴.
- احدنژاد روشتی، محسن، تیموری، اصغر و حسین طهماسبی مقدم؛ ۱۳۹۹. تحلیل فضایی آسیب پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله با رویکرد مدیریت بحران (مطالعه موردی: بخش مرکزی شهر زنجان). مجله مخاطرات محیط طبیعی. دوره ۹. شماره ۲۶. شماره پیاپی ۴. زمستان ۱۳۹۹.
- جلالیان، حمید، دادگر، حسین؛ ۱۳۹۴. پهنه بندی آسیب پذیری سکونتگاه های روستایی در برابر زلزله با مدل AHP، مطالعه موردی بخش چورزق شهرستان طارم. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی. ۲۶(۳): ۲۹-۴۲.
- خدادای، فاطمه، انتظاری، مژگان و فرزانه ساسان پور؛ ۱۳۹۷. تحلیل آسیب پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش ELECTRE FUZZY (مطالعه موردی: کلانشهر کرج). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. سال بیستم. شماره ۵۶. بهار ۹۹.
- کریمی کردآبادی، مرتضی، نجفی، اسماعیل؛ ۱۳۹۴. ارزیابی خطر زلزله با استفاده مدل ترکیبی FUZZY-AHP در توسعه و امنیت شهری (مطالعه موردی: منطقه یک کلانشهر تهران). مجله پژوهش های فرسایش محیطی. ۲(۸): ۷۷-۹۵.
- نورائی، همایون، رضایی، ناصر و رحیم علی عباسپور؛ ۱۳۹۵. ارزیابی و تحلیل مکانی کارایی شبکه های ارتباطی محلی پس از زمین زلزله از منظر پدافند غیرعامل. مجله علوم و فناوری های پدافند غیرعامل. سال دوم. شماره ۳ (پاییز). ۱۶۰-۱۵۱.

- Chun-Nen Huang., 2014. A method for exploring the interdependencies and important of critical in frastructures. Knowledge- Based Systems, 55(2014): 66-74, [http:// dx.doi.org/ 10.1016/ j.knosys.2013.10.010](http://dx.doi.org/10.1016/j.knosys.2013.10.010)
- Mohammadpour S, Zali N, Pourahmad A., 2016. Analysis of Seismic Vulnerability Factors in Urban Old Texture with the Approach of Earthquake Crisis Management (Case Study: Sirius Neighborhood), Human Geography Research Quarterly, 48(1):33-52
- monge, o . Alexoudis, S., 2007. An advanced approach to earthquake risk scenarios with applications to European towns.
- Sadrykia M, Delavar M, Zare M., 2017. A GIS-Based Fuzzy Decision Making Model for Seismic Vulnerability Assessment in Areas with Incomplete Data, ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2017, 6(4): 119, doi: 10.3390/ijgi6040119



Investigating the causes of lack of resilience of local communities against natural disasters (case study: Kermanshah province earthquake)

Somayeh shahbazi ^{a*}, Abdolhamid Papzan ^b, Mosayeb Gholami ^c

^a PhD Student in Agricultural Education and Extension, Razi University, Kermanshah, Iran

^b Associate professor in Agricultural Education and Extension, Razi University, Kermanshah, Iran

^c PhD in Agricultural Extension and Education, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: 21 February 2021

Revise: 1 May 2021

Accepted: 26 May 2021

Abstract

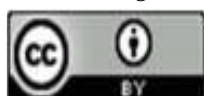
The earthquake in Kermanshah province, which occurred on November 12, 2017, had unfortunate consequences, and this was due to the lack of preparation and planning necessary to face with such event. Therefore, non-resilience to earthquakes is the main subject of this study, which was conducted in a qualitative approach and based on Grounded Theory. The study population was the key informants of Ghale Shahin village of Sarpol-e-Zahab city (15 people) who were selected purposefully according to the nature of qualitative research. Data were collected using semi-structured individual interviews, focus groups, direct observation, and field notes. For the validity and reliability of the research, the validity of the findings was obtained by using multiple methods in data collection in qualitative research. The results showed that factors such as lack of social capital (33 repetitions), poor economic situation (31 repetitions), lack of awareness about earthquakes (9 repetitions), loss of life and property (16 repetitions), mental health problems (44 repetitions), disputes Ethnic and tribal (40 repetitions), and lack of access to equipment and facilities (18 repetitions) have caused the earthquake victims to have consequences such as family problems, health problems, acute psychological problems, loss of work motivation culture. Therefore, in this regard, it is suggested that the authorities should use psychologists to create a sense of intimacy and empathy to be able to increase brotherhood and solidarity among earthquake victims and strengthen social capital.

Keywords: Resilience, Earthquake, Local Communities, Natural Disasters, Kermanshah Province.

*. Corresponding author: Somayeh shahbazi E-mail: somayeh.shahbazi22@gmail.com Tel: + 989186824336

How to cite this Article: Shahbazi, S., Papzan, A., Gholami, M. (2021). Investigating the causes of lack of resilience of local communities against natural disasters (case study: Kermanshah province earthquake). Journal of Geography and Environmental Hazards, 10(3), 163-179.

doi: 10.22067/geoh.2021.68474.1014



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.68474.1014>

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۱۷۹-۱۶۳

مقاله پژوهشی

بررسی علل عدم تاب‌آوری جوامع محلی در مقابله با بلایای طبیعی (مورد مطالعه: زلزله استان کرمانشاه)

سمیه شهبازی^۱ - دانشجوی دکتری ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

عبدالحمید پاپ‌زن - دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

مصیب غلامی - دانش‌آموخته دکتری ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۲/۱۱ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۳/۵

چکیده

زلزله استان کرمانشاه که در تاریخ ۲۱ آبان ماه ۱۳۹۶ اتفاق افتاد پیامدهای ناگواری به دنبال داشت و این امر به عدم آمادگی و برنامه‌ریزی لازم برای مقابله با چنین حادثه‌ای برمی‌گردد؛ بنابراین عدم تاب‌آوری در مقابل زلزله، موضوع اصلی این پژوهش است که در قالب رویکرد کیفی و به روش تئوری بنیانی انجام شد. جامعه مورد مطالعه، مطلعان کلیدی دهستان قلعه شاهین از توابع شهرستان سرپل ذهاب بودند (۱۵ نفر) که مطابق طبیعت تحقیق کیفی، به شیوه هدفمند انتخاب شد. جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از تکنیک مصاحبه نیمه ساختاریافته انفرادی، گروه‌های متمرکز، مشاهده مستقیم و یادداشت‌های میدانی صورت گرفت. جهت اعتبار و اطمینان پژوهش نیز با به‌کارگیری روش‌های چندگانه در جمع‌آوری داده‌ها در پژوهش کیفی، اعتبار یافته‌ها حاصل گردید. نتایج نشان داد عواملی از قبیل: کمبود سرمایه اجتماعی (۳۳ بار تکرار)، وضعیت نامناسب اقتصادی (۳۱ بار تکرار)، عدم آگاهی در خصوص زلزله (۹ بار تکرار)، خسارت جانی و مالی (۱۶ بار تکرار)، مشکلات روحی و روانی (۴۴ بار تکرار)، اختلافات قومی و قبیله‌ای (۴۰ بار تکرار) و عدم دسترسی به تجهیزات و امکانات (۱۸ بار تکرار) موجب گردیده که زلزله‌زدگان

Email: somayeh.shahbazi22@gmail.com

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۶۸۲۴۳۳۶

نحوه ارجاع به این مقاله:

شهبازی، سمیه، پاپ‌زن، عبدالحمید، غلامی، مصیب. (۱۴۰۰). بررسی علل عدم تاب‌آوری جوامع محلی در مقابله با بلایای طبیعی (مورد مطالعه: زلزله استان کرمانشاه). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰(۳)، صص ۱۷۹-۱۶۳.

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.68474.1014>

پیامدهایی از قبیل، مشکلات خانوادگی، مشکلات بهداشتی، مشکلات حاد روانی، از بین رفتن فرهنگ انگیزه کار، از بین رفتن حریم شخصی و خصوصی افراد و خشونت علیه زنان و کودکان را متحمل شوند؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که مسئولین با به‌کارگیری روانشناسان و ایجاد حس صمیمیت و همدلی، می‌توانند برادری و همبستگی را در بین زلزله‌زدگان بالا برده و سرمایه اجتماعی را تقویت نمایند.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری، زلزله، جوامع محلی، بلایای طبیعی، استان کرمانشاه.

۱- مقدمه

ایران در کمربند زلزله‌خیز آلپ-همالیا قرار دارد و به‌عنوان یکی از بخش‌های جوان و در حال کوه‌زایی، جزء کشورهای زلزله‌خیز محسوب می‌شود و به‌وسیله فعالیت‌های لرزه‌ای پراکنده، زلزله‌های بسیار بزرگ با دوره بازگشت طولانی و شکاف‌های بزرگ لرزه‌ای در امتداد گسل‌های متعدد کوآترنری مشخص می‌شود (محمدی احمدیانی و همکاران، ۱۳۸۹). مناطق روستایی نیز از جمله مناطقی هستند که با توجه به بافت روستایی همواره در معرض تهدید جدی بلایای طبیعی قرار داشته است. این مناطق بیشترین آسیب‌پذیری را در برابر سوانح زلزله دارند و هر سال شاهد وقوع زلزله‌های زیادی در سراسر روستاهای کشورهای جهان هستیم (رومیانی و همکاران، ۱۳۹۳). مناطق روستایی به دلیل آسیب‌پذیری، شکنندگی اقتصاد روستایی، نبود زیرساخت‌های فیزیکی و اجتماعی مناسب، فرسودگی شدید کالبدی، عرض کم معابر روستا و نداشتن دسترسی مناسب به راه‌های ارتباطی، فقدان و کمبود تأسیسات زیربنایی مناسب، زیاد بودن میزان فقر و محرومیت، استفاده از سازه‌های نامناسب و مصالح کم‌دوام، زیاد بودن میزان آسیب‌پذیری، رشد زیاد مهاجرت و کاهش شدید جمعیت روستایی، ارزش کم زمین و کم‌بها بودن آن، استحکام نداشتن مساکن روستایی و رعایت نکردن اسلوب و استانداردهای فنی ساخت‌وساز در این مناطق، عملاً با خسارات زیادی مواجه می‌شوند (همان)؛ بنابراین روستاها، در برابر سوانح و مخاطرات طبیعی آسیب‌پذیری زیادی دارند و هر سال حوادث طبیعی، خسارات بسیاری را بر روستاها و اقتصاد کشور تحمیل می‌کند (رضوانی، ۱۳۸۳). به همین دلیل مدیریت بحران از مهم‌ترین اولویت‌های کشور به‌ویژه در روستاها می‌باشد.

امروزه، خسارات فراوان مخاطرات طبیعی و انسانی به محیط و کالبد شهرها باعث شده است که مفهوم تاب‌آوری^۱ به‌منظور کاهش آثار سوانح، به حوزه‌ای مهم در عرصه مدیریت بحران تبدیل شود (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴). جستجوی راهکاری برای افزایش سطح تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری روستاییان در برابر مخاطرات محیطی و قدرت برگشت‌پذیری سریع به همراه افزایش سطح ماندگاری جمعیت روستایی یکی از نکات مهم موردتوجه در شرایط کنونی برنامه‌ریزی روستایی ایران است.

تجارب حاصل از بحران‌های گذشته نشان می‌دهد که انجام عملیات واکنش اضطراری مقابله با بحران، به‌تنهایی از عهده دولت‌ها خارج بوده و برای انجام عملیات موفق امداد و نجات و کاهش خسارات و تلفات توسط نهادهای مسئول، مشارکت فردی و گروه الزامی و در خروج موفق از بحران بسیار مؤثر است (رفیعیان و مطهری، ۱۳۹۱). ضرورت توجه به این موضوع باعث شکل‌گیری و تقویت رویکردهای اجتماع‌محوری در مدیریت بحران و بلایای طبیعی و غیرطبیعی شده است. شیوه‌های مدیریت بحران اجتماع‌محور، نقایص مدیریت از بالا به پایین در طرح‌های توسعه و مدیریت بحران را که با شکست روبه‌رو می‌شوند و عدم استفاده از منابع و ظرفیت‌های بالقوه محلی که ممکن است آسیب‌پذیری افراد را افزایش دهند، اصلاح کرده و با نوعی نگاه یکپارچه همکاری میان بخش سازمان‌های دولتی مسئول در زمینه برنامه‌ریزی کاربری اراضی، برنامه‌ریزی توسعه، برنامه‌ریزی زیست‌محیطی و کشاورزی و همچنین آموزش را برای مدیریت بحران همسو می‌کند. اساس این رویکرد تمرکززدایی از راهبردهای برنامه‌ریزی در زمینه خطرپذیری بحران است که منجر به توانمندی جوامع شده و پنجره‌ای به سمت مشارکت محلی می‌گشاید (همان). در این بین تاب‌آوری؛ به‌منزله ارتقاء توانایی جامعه، برنامه‌ریزی و آمادگی برای جذب و بهبود و موفقیت بیشتر برای مقابله با اثرات ناخواسته بعد از سوانح و ترمیم و بهبود جامعه سانحه دیده از لحاظ اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و کالبدی است (مانینا و همکاران^۱، ۲۰۱۱).

با توجه به اینکه مدیریت سوانح طبیعی بعد از رخداد سانحه در ایران در شرایط مطلوبی قرار نداشته و پس از وقوع این چنین حوادثی همچون زلزله شهرهای بم و رودبار آسیب‌های زیاد به مردم این‌گونه جوامع وارد شده و بدین دلیل که معمولاً افراد سانحه دیده قادر نیستند به‌آسانی به شرایط متعادل بازگردند و یا اینکه شرایط خود را به‌گونه‌ای جدید تغییر داده و بتوانند به سازگاری موفق دست یابند (کمائی فرد و همکاران^۲، ۲۰۱۲). تبیین مفهومی تاب‌آوری در ایران ضروری به نظر می‌رسد؛ زیرا نتایج آن می‌تواند در تدوین قوانین و مقررات مربوط به حوزه مدیریت سوانح طبیعی، آسیب‌پذیری، سیاست‌های تقلیل خطر بحران و افزایش تاب‌آوری و همچنین جهت تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های مجریان امر در شهرهای کشور در خصوص مدیریت سوانح طبیعی استفاده شود (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴).

مفهوم تاب‌آوری ریشه در علم فیزیک و ریاضی دارد و برای توصیف توانایی یک ماده یا سیستم برای بازگشت به حالت تعادل پس از جابجایی یا حرکت به کار می‌رود. این مفهوم در سال ۱۹۷۳ توسط هالینگ که از وی به‌عنوان پدر تاب‌آوری یاد می‌شود به‌عنوان یک اصطلاح توصیفی در اکولوژی معرفی شد و بعد از آن به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته و بر زمینه‌های مختلف علمی مانند مدیریت بلایا، روانشناسی و اکولوژی تأثیر گذاشته است.

1 Manyena et al

2 Kamani-fard et al

تایمرمان^۱ (۱۹۸۱) نخستین فردی بود که مفهوم تاب‌آوری را در حوزه بلایا و مخاطرات مطرح کرد (سلمانی مقدم و همکاران، ۱۳۹۳). به‌طور خاص برای اولین بار هاریجمن و همکاران^۲ در سال ۲۰۰۷ مفهوم تاب‌آوری روستایی را مطرح کردند. ایده مذکور بر این پایه که سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی روستایی به طرز فزاینده‌ای پیچیده بوده و در ارتباط متقابل با یکدیگر، این سیستم‌ها به‌طور دائم در حال شدت و افزایش مقیاس می‌باشند، بیان شده است (اسکوتن و همکاران^۳، ۲۰۰۹).

اخیراً محققان سه ظرفیت برای تاب‌آوری تعریف کرده‌اند: مقاومت، سازگاری و تغییرپذیری. مقاومت یا ظرفیت غلبه، مربوط به توانایی سیستم‌های تاب‌آور برای غلبه بر شوک‌ها و بازگشت به شرایط مناسب در مراحل پس از واقعه است. ظرفیت سازگاری مربوط به اقداماتی است که افراد یا جامعه از به‌کارگیری تجارب گذشته برای کاهش اثرات پیش‌بینی شده شوک‌ها، انجام می‌دهند. توانایی‌ها و مهارت‌های لازم برای سازگاری، با منابع و توانایی‌های لازم برای مقابله متفاوت می‌باشند. تغییرپذیری نیز مربوط به توانایی‌های افراد برای تغییر ساختارها و سیستم‌های وسیع‌تر می‌باشد. البته باید به نقش مهمی که سرمایه اجتماعی در ساختن، حفظ و تقویت این سه ظرفیت ایفا می‌کند، توجه داشت (برنیر و ماینزن^۴، ۲۰۱۴).

کولبورن و سعارا^۵ در تعریف تاب‌آوری اجتماعی، آن را به‌بخش قابل تغییر سیستم‌های اجتماعی مانند تطبیق‌پذیری و تغییرپذیری مربوط دانسته و دو شاخصه برای آن تعیین نموده است: سرمایه اجتماعی و ظرفیت تطبیق‌پذیری (کولبورن و سعارا، ۲۰۱۱). سرمایه اجتماعی مربوط به سهمی است که اعتماد، هنجارها و شبکه اجتماعی می‌توانند در حل مشکلات رایج جامعه داشته باشند (دبرتین و همکاران^۶، ۲۰۱۳). به‌طوری‌که روابط اجتماعی قوی بین افراد جامعه روستایی، سبب کاهش زمان بازتوانی و وجود شبکه‌های اجتماعی قوی، جریان اطلاعات و منابع مالی را که برای بازتوانی و بازسازی پس از سانحه حیاتی هستند، تسهیل می‌کنند (کاپوچو نایم و همکاران^۷، ۲۰۱۳). ظرفیت تطبیق‌پذیری نیز مربوط به توانایی نهادها و شبکه در یادگیری و تجربه‌ها، انعطاف در تصمیم و حل مشکلات می‌باشد (کولبورن و سعارا، ۲۰۱۱).

تاب‌آوری اجتماعی شامل شرایطی است که تحت آن افراد و گروه‌های اجتماعی با تغییرات محیطی انطباق می‌یابند. به‌طور کلی قابلیت تاب‌آوری اجتماعی، توان یک اجتماع برای برگشت به تعادل یا پاسخ مثبت به مصیبت‌ها است. لیکن

1 Timmerman

2 Harrijman et al

3 Schouten et al

4 Bernier and Meinzen

5 Colburn and Seara

6 Debertin et al

7 Kapucu Naim et al

همه تعاریف موجود در مورد تاب‌آوری اجتماعی به ظرفیت‌های افراد، سازمان‌ها و یا جوامع برای تحمل کردن، جذب کردن، تطبیق و تبدیل در برابر تهدیدات اجتماعی از هر نوع، توجه دارند (کچ و ساکداپولارک^۱، ۲۰۱۳).

سینر و همکاران^۲ (۲۰۰۹) در پژوهشی چهار عنصر میزان دارایی، انعطاف‌پذیری، ظرفیت برای خودسازماندهی و ظرفیت یادگیری یک جامعه را به‌عنوان اجزا کلیدی تاب‌آوری اجتماعی معرفی می‌کنند و معتقدند تاب‌آوری اجتماعی در سه مقیاس محلی، منطقه‌ای و ملی قابل بررسی است، درحالی‌که این سه سطح به یکدیگر مرتبط‌اند.

مدل تاب‌آوری اجتماعی که توسط کارل رادلوف تهیه شده دارای چهار بعد است. فرایند تاب‌آوری جامعه، درک کاملی از جامعه را به دست می‌دهد. این مدل شامل فرایند تهیه تصویری از تاب‌آوری جامعه، استفاده از این تصویر جهت تعیین اولویت‌های جامعه و انتخاب ابزار و راهبردهای مناسب است که عبارت‌اند از:

۱. مردم: رفتارها، نگرش‌ها، باور مردم محلی نسبت به رهبری، تحصیل، خوداتکایی، همکاری، حضور و غیره؛

۲. سازمان‌ها: محتوا و ماهیت و سطح همکاری درون سازمان‌ها و گروه‌های محلی؛

۳. منابع: منابع محلی و سطحی از منابع بیرونی؛

۴. فرایند جامعه: ماهیت و حدود برنامه‌ریزی اقتصادی جامعه و مشارکت (رادلوف^۳، ۲۰۰۴).

زرنگار و رحیمی (۱۳۸۸) با انجام تحقیقی با عنوان «ارزیابی مشارکتی مدیریت فاجعه در روستاهای زلزله زده بم مطالعه موردی: روستای درب باغ» به این نتیجه رسیدند که مدیریت با مشارکت نهادها و کمک‌های مردمی تا حدودی توانسته است به هنگام زلزله در منطقه مورد مطالعه، مفید واقع شود و زمینه اعتماد مردم را فراهم کند.

در پژوهشی که فلاحی و شهبازی در سال ۱۳۹۰ راجع به نقش تشکلهای جامعه‌محور در برنامه مقابله و بازسازی انجام داده‌اند به شاخص‌هایی همچون وضعیت تملک، مدت‌زمان سکونت، عضویت در تشکلهای، تمایل به همکاری و حمایت مالی برنامه‌ها، اعتماد همسایگان و مشارکت آن‌ها در برگزاری مراسم به‌عنوان شاخص‌های مؤثر توجه شده است. یافته‌های پژوهش نشان داد که حس تعلق به مکان، همکاری و اعتماد بین همسایگان، تمایل به همفکری و آموزش در بهبود و کارایی این رویکرد مؤثر واقع خواهند شد (فلاحی و شهبازی، ۱۳۹۰).

نتایج تحقیق رومیانی و همکاران (۱۳۹۳) با عنوان «بررسی نقش مدیریت در توسعه جوامع روستایی برای مقابله با مخاطرات زلزله در دهستان زاغه شهرستان خرم‌آباد» نشان داد از دیدگاه مسئولان روستایی، ضعف در ظرفیت‌ها و توانمندی‌های اقتصادی و به تبع آن، پایین بودن درآمد روستاییان منطقه مورد مطالعه، منجر به کاهش توانایی‌های آن‌ها برای مقاوم‌سازی مساکن در زیستگاه‌های خود شده است؛ به‌طوری‌که این امر در کنار فقدان ایفای نقش مناسب نظارتی

1 Keck & Sakdapolrak

2 Cinner et al

3 Radloff

و ضعف در سیستم اجتماعی - نهادی موجود و حاکمیت ساختارهای فیزیکی فرسوده، استفاده از مصالح کم دوام محلی، کم توجهی به ضوابط فنی و...، منجر به آسیب پذیری نسبی بیشتری در منطقه مورد مطالعه شده است.

مقاله نوری و سپهوند (۱۳۹۵) با عنوان "تحلیل تاب آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر زلزله (مورد مطالعه: دهستان شیروان شهرستان بروجرد) نشان از آن دارد که وضعیت تاب آوری روستاهای مطالعه شده در برابر زلزله پایین تر از سطح متوسط قرار دارد و تفاوت معناداری در بین روستاها وجود دارد. نتایج نشان داد که در بین ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیرساختی و سرمایه اجتماعی نواحی روستایی بعد سرمایه اجتماعی سهم و تأثیر بیشتری در میزان تاب آوری سکونتگاه‌های روستایی ایفا می‌کند.

مطالعه پرتویی و همکاران (۱۳۹۵) با عنوان طراحی شهری و تاب آوری اجتماعی بررسی موردی: محله جلفا اصفهان نشان می‌دهد که توجه به مؤلفه‌هایی چون ارتقای کیفی محیط، هویت، انعطاف پذیری، همه شمولی، فضاهای آموزش دهنده و تعاملات اجتماعی در طراحی محلات، سبب ارتقای تاب آوری اجتماعی می‌گردد.

نتایج تحقیق برقی و همکاران (۱۳۹۵) با عنوان "سنجش تاب آوری محیطی روستاهای در معرض خطر زلزله مطالعه موردی: دهستان معجزات در شهرستان زنجان" نشان می‌دهد که تاب آوری اجتماعی روستاها در سطح مطلوب است و افراد بی سواد دارای میانگین تاب آوری اجتماعی بیشتری هستند؛ اما تاب آوری نهادی-سازمانی در سطح تا حدی مطلوب قرار گرفته است. همچنین، بین ابعاد مختلف تاب آوری رابطه مستقیم و معنی داری وجود دارد.

سلیمی و نادری (۱۳۹۹) در مطالعه خود تجربه زنان زیسته در سرپل ذهاب را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که در سرپل ذهاب زنان شرایط بسیار سختی را سپری می‌کنند. بی هویتی و عدم انطباق آنان با وضعیت پس از زلزله، سوء استفاده‌های جنسی، اقدام به خودکشی، پایین آمدن سن اقدام به خودکشی، فویای زلزله و پس از زلزله، تغییر ناگهانی سبک زندگی، فقدان آرامش، فقدان امکانات و توان مالی، وضعیت دشوار و نابسامانی کمی و کیفی مدارس، افزایش نزاع در خانواده، افزایش طلاق، افزایش خشونت سبب بروز نابسامانی اجتماعی، روانی و فرهنگی در این شهر شده است.

گیلارد^۱ طی مطالعه‌ای در سال (۲۰۰۷) با عنوان تاب آوری جوامع سستی در برابر بلایای طبیعی، به این نتیجه رسیده که جوامع سستی در مواجهه با بلایای طبیعی با استفاده از چهار بعد ماهیت خطر، میزان تاب آوری، ساختار فرهنگی و سیاست‌های مدیران می‌توانند در مواجهه با بلایا مقاومت نشان دهند.

در سال‌های اخیر، بیشتر پژوهش‌های مرتبط با مخاطرات و سوانح، پارادایم خود را از مدل کاهش تلفات و خسارت به مدل جامع تر مدیریت سانحه مبتنی بر سیستم‌های اجتماعی و رویکردهای حل مسئله اجتماعی تغییر داده‌اند. رویکرد معیشت پایدار به عنوان یکی از این پارادایم‌ها، به جای تأکید صرف بر روی کاهش خسارات، به

توانمندسازی جوامع محلی با هدف ایجاد جوامعی که قادر به تحمل و بازگشت از اثرات ناگوار رویدادهای مخاطره‌آمیز هستند، توجه می‌کند (مونچ و همکاران ۱، ۲۰۱۶).

به باور هاینزل^۲ (۲۰۰۹) افزایش آگاهی‌ها، افزایش دانش، ارتقای سطح مهارت‌ها، مشارکت و پررنگ شدن نقش مردم و رویکردهای مردم محور، افزایش توانمندی‌های نهادی و تقویت انسجام اجتماعی در حل چالش‌های فراروی زلزله به‌عنوان مؤلفه اصلی مطرح شده است.

در تحقیقی با عنوان به‌سوی شاخص انعطاف‌پذیری شهری که سوارز و همکاران^۳ (۲۰۱۶) انجام داده‌اند، به ارائه چارچوبی برای اندازه‌گیری تاب‌آوری شهری، تعریف شاخص‌های تاب‌آوری شهری و کاربرد آن در مراکز استانی اسپانیا به‌عنوان نمونه موردی پرداخته شده است. نتایج تحقیق نشان داد که اغلب شهرها از تاب‌آوری شهری فاصله دارند؛ بنابراین، برای رسیدن به تاب‌آوری شهری باید اقداماتی مانند کاهش مصرف منابع، ترویج تجارب محلی، ایجاد فضای مشارکت شهروندان و تنوع بخشیدن به اقتصاد محلی را در مکان‌های مورد مطالعه افزایش داد. درمجموع مطالعات صورت گرفته ذکر این نکته ضروری است که علیرغم بررسی میزان تاب‌آوری و عوامل مؤثر بر آن در بین جوامع محلی خلأ تحقیقاتی در خصوص عدم تاب‌آوری جوامع محلی در مقابل با زلزله نمایان می‌گردد و این مطالعه در پاسخ به این خلأ شکل گرفته است.

در زلزله ۲۱ آبان ماه ۱۳۹۶ استان کرمانشاه مشخص گردید مدیریت بحران نتوانست آن‌چنان‌که شایسته است بحران به وجود آمده را مدیریت نماید و زلزله‌زدگان هرروز با وسعت بیشتری از حوادث و مشکلات روبرو بودند. این مسئله در مطالعه الیاسی سرزلی (۱۳۹۸) به‌خوبی نشان داده شده است. ایشان در مطالعه خود به بررسی آسیب‌های روانی و اجتماعی زلزله سرپل ذهاب پرداختند. نتایج مطالعه وی نشان داد که استرس و ترس شدید (فویا)، شب‌هراسی، سقف‌هراسی، خشونت (به‌منزله آسیب روانی) و بی‌اعتمادی، رنج اجتماعی زنان، رایگان‌خواهی و مظلوم‌نمایی، و سرقت (به‌منزله آسیب اجتماعی)، که ناشی از موقعیت پس‌اززلزله هستند، به‌شدت رشد کرده است. مع‌الوصف آنچه جای سؤال دارد این مسئله است که چرا زلزله‌زدگان از تاب‌آوری مناسبی در مقابل زلزله برخوردار نبوده و خود بر این عدم تاب‌آوری نیز صحنه گذاشتند، لذا پژوهش حاضر در پی آن است که این خلأ تحقیقاتی را برطرف کند.

۲- روش تحقیق

این مطالعه در قالب رویکرد کیفی و به روش تئوری بنیانی انجام شده است. تئوری بنیانی یکی از روش‌های تحقیق کیفی مبتنی بر دیدگاه استقرایی است که بر اساس شرایط واقعی، ابعاد تشکیل دهنده یک مسئله را روشن می‌نماید

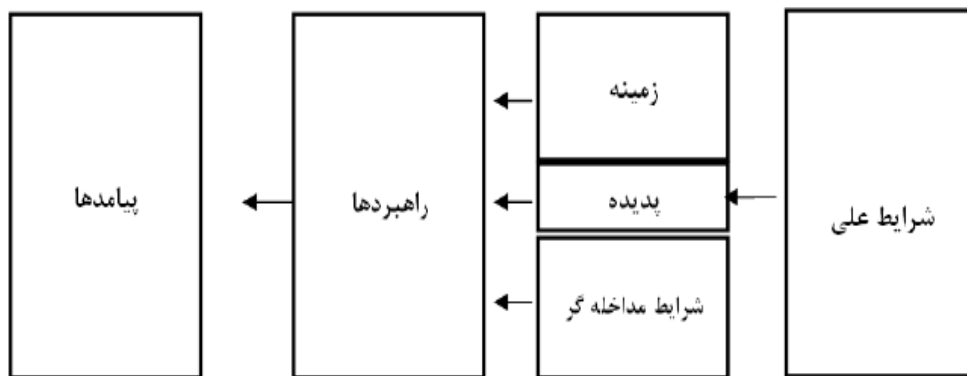
1 Moench et al

2 Hainzl

3 Suarez et al

(ادیب حاج باقری و همکاران، ۱۳۸۹). عمق مطالعه و کشف ابعاد مختلف با بهره‌گیری از نظر کنشگران اصلی و مهم‌تر از آن، ارائه الگو و مدل مبتنی بر شرایط واقعی موجب شد تا محققان در مطالعه حاضر از روش تئوری بنیانی بهره‌گیرند. جامعه مورد مطالعه، مطلعان کلیدی دهستان قلعه شاهین از توابع شهرستان سرپل ذهاب بودند که مطابق طبیعت تحقیق کیفی، به شیوه هدفمند انتخاب شد. در نمونه‌گیری هدفمند از نوع گلوله برفی، اصولاً هدف انتخاب مواردی است که با توجه به موضوع تحقیق در این پژوهش، اطلاعات بیشتری دارند و به‌نوعی افراد کلیدی محسوب می‌شوند. به‌منظور آشنایی با مطلعان کلیدی ابتدا به دهیار و اعضای شورا مراجعه گردید و هر یک از آن‌ها سایر خبرگان محلی (افرادی که صاحب‌نظر و حاضر به اشتراک اطلاعات بودند) را معرفی کردند. جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از تکنیک مصاحبه نیمه ساختاریافته انفرادی، گروه‌های متمرکز و یادداشت‌های میدانی صورت گرفت. جهت اعتبارسنجی یافته‌های تحقیق از روش‌های چندگانه در جمع‌آوری داده‌ها استفاده گردید. پس از انجام ۱۵ مصاحبه نیمه ساختاریافته، هرکدام به مدت حداقل یک ساعت، اشباع داده حاصل گردید. بدین ترتیب که پاسخ‌ها تکراری شد و مفاهیم جدیدی از سوی نمونه‌ها دریافت نگردید. پرسش اولیه پژوهش حاضر این بود که مردم محلی در مقابل با زلزله با چه مسائل روانی و اجتماعی مواجه شدند و ریشه این واکنش‌های منفی در چه بود، و چرا مردم محلی در برابر زلزله از تاب‌آوری لازم برخوردار نبودند آغاز گردید و به دنبال آن سؤالات بعدی شکل گردید. در پژوهش حاضر، پس از مرور داده‌ها، جملات در برگرفته عدم تاب‌آوری اجتماعی دهستان قلعه شاهین استخراج و مفاهیم مشابه با یک کد مشترک، کدبندی گردید. در کدگذاری محوری، ارتباط و پیوند میان مقوله‌ها کشف گردید. بدین ترتیب که پس از مقایسه طبقات حاصل از کدگذاری باز، طبقه عدم تاب‌آوری به‌عنوان طبقه محوری (پدیده در مدل پارادایمی) مشخص و در قالب مدل پارادایمی کدگذاری محوری انجام پذیرفت؛ مدل پارادایمی کدگذاری محوری (شکل ۱) شامل شرایط علی، پدیده، زمینه، شرایط میانجی مداخله‌گر، کنش یا راهبردها و پیامدها می‌باشد. شرایط علی، حوادثی هستند که به وقوع یا گسترش پدیده می‌انجامند که در این مطالعه، علل پایین بودن تاب‌آوری اجتماعی در دهستان قلعه شاهین را شامل می‌شود؛ ایده و فکر محوری نظیر عدم تاب‌آوری پدیده موردنظر است؛ زمینه، شرایط و بستر وقوع پدیده می‌باشد که مصداق آن در این پژوهش، شرایط دهستان قلعه شاهین را شامل می‌شود که تاب‌آوری این دهستان تحت آن شرایط نمود پیدا کرده است؛ شرایط میانجی، راهبردها را درون زمینه خاصی سهولت می‌بخشند و یا آن را محدود می‌کنند؛ به عبارتی در دهستان قلعه شاهین شرایط مداخله‌گر منجر به عدم تاب‌آوری اجتماعی شده است؛ راهبردها مواردی هستند که موجب کنترل یا گسترش پدیده می‌شوند. در این پژوهش شامل مواردی است که روستاییان با به‌کارگیری آن‌ها موجبات افزایش تاب‌آوری اجتماعی را در دهستان قلعه شاهین فراهم ساخته‌اند؛ پیامد نیز نتیجه و حاصل استراتژی‌ها می‌باشد.

در کدگذاری انتخابی، ارتباط سایر طبقات با طبقه محوری شکل گرفت و مدل پارادایمیک عدم تاب‌آوری استخراج گردید که در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۱- مدل پارادایمی در تئوری بنیانی

۳- نتایج

در جدول (۱) نتایج اصل از فرایند کدگذاری باز، محوری و انتخابی نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج کدگذاری باز، محوری و انتخابی

مقوله	خرده مقوله‌ها	فراوانی	گزاره‌ها
نتایج محوری	کمبود سرمایه اجتماعی	۱۲	مردم نسبت به همدیگر احساس مسئولیت نمی‌کنند و روابط حسنه نیست.
		۱۲	مردم با هم صادق نیستند و سعی در فریب هم دارند.
		۱۰	مردم به همدیگر کمک نمی‌کنند.
		۱۱	هرکسی به درد خودش گرفتار است.
		۸	هیچ رحم و دلسوزی در بین مردم نسبت به همدیگر وجود ندارد.
	وضعیت نامناسب اقتصادی	۱۱	اوضاع بد اقتصادی موجب بی‌رحمی به همدیگر شده است.
		۹	مردم از نظر معیشت در مضیقه‌اند و همین امر باعث شده هر کس به فکر خودش باشد.
		۶	کمک‌های مردم عادلانه توزیع نشد و مردم به وسایل نقلیه حامل کمک هجوم می‌آورند.
		۵	در مواردی مشاهده گردید که خانه تخریب شده مورد آزار دزد قرار می‌گرفت و شبانه مورد سرقت واقع شدند.
	عدم آگاهی در خصوص زلزله	۶	برخی وقوع زلزله را به عذاب الهی و قهر خدا با مردم نسبت می‌دادند.
		۳	با بروز پس‌لرزه‌ها برخی از مردم ناامید از ادامه زندگی شدند.
	خسارت جانی و مالی	۵	برخی از مردم شبانه کابوس زلزله می‌بیند و از خواب بیدار و جیغ می‌کشند.
		۵	هر چی وسیله و امکانات داشتیم در زلزله از بین رفت و رفت زیر آوار.

مقوله	خرده مقوله‌ها	فراوانی	گزاره‌ها
شرایط زمینه‌ای		۱	از فامیل ۱۰ نفر از یک خانواده فوت شدند.
		۵	دیگه از نظر روحی روانی انگیزه‌ای برای ادامه زندگی نداریم.
	اختلافات قومی و قبیله‌ای	۱۲	بعد از وقوع زلزله به علت آسیب‌های جدی روانی و اجتماعی نزاع و درگیری زیاد شده است.
		۱۰	تشدید نزاع و درگیری موجب شده که همکاری و مساعدت به همدیگر از بین برود.
		۱۰	برخی از این شرایط به وجود آمده سود استفاده کرده و چنانچه با کسی اختلافی دارند سعی در تلافی دارند.
		۸	وقتی کسی به کسی رحم نمی‌کند چگونه می‌توان انتظار داشت مردم آستانه تحمل بالایی داشته باشند.
	مشکلات روحی و روانی	۱۳	علاوه بر مشکلات اقتصادی زلزله و آسیب‌های آن موجب شده که مردم دچار آسیب‌های جدی روانی و اجتماعی شوند.
		۱۱	بعضی‌ها با وقوع زلزله و پس‌از آن پس‌لرزه دچار وحشت شده‌اند.
		۱۰	بعضی‌ها ترجیح می‌دهند تا آخر عمر در کانکس یا چادر زندگی کنند و هیچ‌گاه به زیر سقف نروند و دچار سقف‌هراسی شده‌اند.
		۱۰	ما هر لحظه که صدایی بلند می‌شنویم احساس می‌کنیم زلزله اومده و سریع فرار می‌کنیم
	عدم حمایت مناسب دولت	۱۴	کمک‌های دولتی و مردمی عادلانه توزیع نشد.
		۱۰	وام‌های اختصاص‌یافته به واحدهای تخریبی و تعمیری متناسب با میزان خسارت نیست.
		۵	بعضی بیشتر از حمایت برخوردارند.
	عدم دسترسی به امکانات و تجهیزات	۸	چون تا حالا به این شدت تجربه زلزله نداشتیم از نظر امکانات ضروری دچار کمبود بودیم.
		۷	در روزهای اولیه زلزله کمبود امکانات بیش‌از حد اذیتمان کرد.
		۳	اصلاً پیش‌بینی نکرده بودیم زمانی چنین حادثه‌ای اتفاق بیفته که بخواهیم تجهیزات مورد نیاز را فراهم کنیم.
مداخله‌گر	رواج گداپروری	۹	برخی برای دسترسی به کمک‌های جمع‌آوری شده دست به هر کاری می‌زنند.
		۸	برخی از این شرایط سود استفاده کردند و به‌نوعی گدایی کردند.
		۹	در مواردی مشاهده شد که افرادی به‌دروغ تظاهر به فقیر بودن کردند.
		۱۰	برای به دست آوردن کمک‌های بیشتر به ماشین‌های حامل کمک هجوم می‌بردند.
	شکستن کرامت انسان‌ها	۱۲	برخی با حرکات ناشایست در هنگام جمع‌آوری کمک عزت‌نفس خود را زیر سؤال می‌برند.
		۱۰	بعضی‌ها سعی در تخریب دیگران دارند.
	شایعه‌پراکنی در خصوص زمان وقوع زلزله	۷	هر روز یک شایعه در خصوص زمان وقوع زلزله منتشر می‌کنند و با اعصاب و روان مردم بازی می‌کنند.
	خشونت علیه همشهریان	۱۲	بارها بر سر مسائلی از قبیل جمع‌آوری کمک باهم درگیر شده‌اند.
راهنم	مهاجرت	۸	در این منطقه چندین خانوار به کرمانشاه و شهرهای اطراف مهاجرت کردند.
	ترک تحصیل	۸	برخی از دانش‌آموزان به علت فوت والدین یا اعضای خانواده تصمیم به ترک تحصیل

مقوله	خرده مقوله‌ها	فراوانی	گزاره‌ها
			گرفتند.
	خودکشی	۲	تا حالا چندین مورد خودکشی ناموفق در این منطقه صورت گرفته است.
	افسردگی	۶	اگر نگاهی به روحیه مردم بن‌دازین متوجه خواهید شد که افسردگی بعد زلزله گریبان مردم شده است.
۳-۱	مشکلات خانوادگی	۱۰	بعد از زلزله خیلی عصبی شدیم، همیشه ناراحتیم، همه چیزمان را از دست دادیم.
		۸	همیشه حالت عصبانی داریم و با کوچک‌ترین مشکلی از کوره درمی‌رویم.
		۹	پرخاشگری در بین مردم زیاد شده است و این مسئله به داخل خانواده‌ها کشیده شده است.
	مشکلات بهداشتی	۱۴	چندین هفته استحمام نکردیم و شرایط اسفناکی را تحمل کردیم.
		۱۰	از نظر سرویس بهداشتی که شرایط خیلی وخیم بود.
	مشکلات حاد روانی	۱۲	درگیری و نزاع بیش‌ازحد تشدید شده است.
	از بین رفتن انگیزه و فرهنگ کار	۸	برخی ترجیح می‌دهند وقت خود را صرف جمع‌آوری کمک‌های مردمی نمایند و کار نمی‌کنند.
	خشونت علیه زنان و کودکان	۵	با توجه به شرایط حاد روانی پرخاشگری تشدید شده و زنان و کودکان بیشتر در معرض هستند.
	از بین رفتن حریم شخصی	۹	به علت نزدیکی کانکس و چادرهای اسکان حریم خصوصی معنایی نداشت.

۳-۱- شرایط علی مربوط به پدیده عدم تاب‌آوری در مقابل زلزله

به‌زعم شرکت‌کنندگان در پژوهش شرایط علی که موجب عدم تاب‌آوری اهالی شهرستان سرپل ذهاب در مقابل با زلزله شده است، «کمبود سرمایه اجتماعی»، «وضعیت نامناسب اقتصادی»، «عدم آگاهی در خصوص زلزله» و «خسارت جانی و مالی» ناشی از زلزله می‌باشد.

«کمبود سرمایه اجتماعی» از جمله عواملی بود که به‌زعم پاسخگویان، عامل مؤثری در عدم تاب‌آوری شهروندان سرپل ذهاب محسوب می‌شود. پاسخگویان معتقد بودند چون مردم آسیب‌دیده از سرمایه اجتماعی بالایی برخوردار نبودند بنابراین بعد از وقوع زلزله تاب‌وتوان بالایی در مقابل زلزله نتوانستند از خود نشان دهند.

«وضعیت نامناسب مالی» از دیگر عواملی بود که به‌زعم مشارکت‌کنندگان در تحقیق، عامل مهمی در بروز پدیده عدم تاب‌آوری می‌باشد. شرکت‌کنندگان در تحقیق معتقد بودند چون اکثریت شهروندان سرپل ذهاب بنیه مالی کافی ندارند، بنابراین نمی‌توانند پاسخگوی خسارات مالی وارده باشند و همین امر منجر به کاهش تاب‌آوری آنان شده است.

«عدم آگاهی در خصوص زلزله» نیز یکی دیگر از عواملی بود که مشارکت‌کنندگان در تحقیق بر آن تأکید داشتند. برخی از شرکت‌کنندگان معتقد بودند که از آنجایی تاکنون با این پدیده شدید مواجه نگردیده و تجربه‌ای در این زمینه

نداشتند، لذا از تاب‌وتوان بالایی نیز برخوردار نبودند. از سویی عدم انتظار از چنین بحرانی موجب سردرگمی و مشکلات روحی و روانی نیز گردیده است.

«خسارت جانی و مالی» از عواملی بود که مشارکت‌کنندگان در تحقیق بر آن تأکید بسیاری داشتند. شرکت‌کنندگان معتقد بودند که تاکنون با این سطح خسارت جانی و مالی بالا مواجه نگردیده و تجربه چنین آسیبی را نداشتند، لذا از تاب‌وتوان بالایی نیز برخوردار نبودند.

۳-۲- شرایط زمینه‌ای مربوط به پدیده عدم تاب‌آوری در مقابل زلزله

عوامل زمینه‌ای به آن دسته از عواملی گفته می‌شود که بسترهایی مادی و غیرمادی را برای عدم تاب‌آوری در جامعه مذکور فراهم و از طرفی بر استراتژی‌ها و کنش‌های آنان نیز تأثیرگذار می‌باشد؛ بنابراین بروز پدیده‌ای به نام "عدم تاب‌آوری" نه در خلأ بلکه در شرایط خاص محیطی خود رخ می‌دهد. اختلافات قومی و قبیله‌ای، مشکلات روحی و روانی، عدم حمایت مناسب دولت و عدم دسترسی به امکانات و تجهیزات مناسب از عوامل زمینه‌ای مؤثر در عدم تاب‌آوری شهروندان سرپل ذهاب در مقابل با زلزله شده است.

«اختلافات قومی و قبیله‌ای» یکی از عوامل زمینه‌ای مؤثر در عدم تاب‌آوری شهروندان سرپل ذهاب در مقابل با زلزله می‌باشد. شرکت‌کنندگان در پژوهش معتقد بودند که وجود اختلافات قومی و قبیله‌ای بر مشکلات موجود افزوده و منجر به درگیری و نزاع شده است.

«عدم حمایت مناسب دولت» یکی دیگر از عوامل زمینه‌ای در بروز عدم تاب‌آوری زلزله‌زدگان در مقابل زلزله بود. برخی از شرکت‌کنندگان در پژوهش اذعان داشتند که علیرغم مرزی بودن شهرستان‌های زلزله‌زده، دولت از این شهرستان‌ها حمایت چندانی در همه ابعاد اقتصادی، اجتماعی و ... نمی‌نماید و همین امر موجب گردیده شهروندان زلزله‌زده در مقابل زلزله از تاب‌آوری بالایی برخوردار نباشند.

«عدم دسترسی به تجهیزات مناسب» یکی دیگر از عوامل زمینه‌ای مؤثر در بروز عدم تاب‌آوری می‌باشد. برخی از شرکت‌کنندگان در پژوهش بیان داشتند چون امکانات و تجهیزات در حد کافی و مناسب وجود نداشت و نبود این تجهیزات در زمان زلزله به موضوعی بغرنج تبدیل شده بود، همه این عوامل موجب کاهش تاب‌آوری شده است. «مشکلات روحی - روانی» نیز یکی از عوامل زمینه‌ای می‌باشد که شرکت‌کنندگان در پژوهش بر آن تأکید داشتند. برخی از مشارکت‌کنندگان معتقد بودند که مشکلات روحی - روانی ناشی از فشار اقتصادی و مشکلات اجتماعی جامعه موجب کاهش تاب‌آوری زلزله‌زدگان در مقابل زلزله شده است.

۳-۳- شرایط مداخله‌گر مربوط به پدیده عدم تاب‌آوری در مقابل زلزله

درحالی‌که عوامل زمینه‌ای بر موجبات هم‌بافت و بی‌واسطه در پدیده "عدم تاب‌آوری" دلالت می‌کنند، عوامل مداخله‌گر عاملیت‌ها و کنش‌های مؤثر و با واسطه در پدیده مذکور را تشکیل می‌دهند. گرچه پدیده "عدم تاب‌آوری"

متأثر از عوامل علی، زمینه‌ای و راهبردهای خاص است ولی در این اثنا نقش عاملیت‌های انسانی و کنشگران را نباید نادیده گرفت. آن‌ها با مداخلات خود می‌توانند فرآیندها را تسهیل کنند. در واقع، عاملیت‌ها و کنشگران به‌عنوان کارگشایان و میانجی‌های تغییر عمل می‌کنند. رواج گداپروزی، شکستن کرامت انسان‌ها، شایعه‌پراکنی در خصوص زمان وقوع زلزله، خشونت علیه همشهریان به‌عنوان عواملی است که از سوی جامعه مورد مطالعه به‌عنوان کاتالیزور عدم تاب‌آوری زلزله‌زدگان در مقابل زلزله بیان گشته است.

۳-۴- پدیده

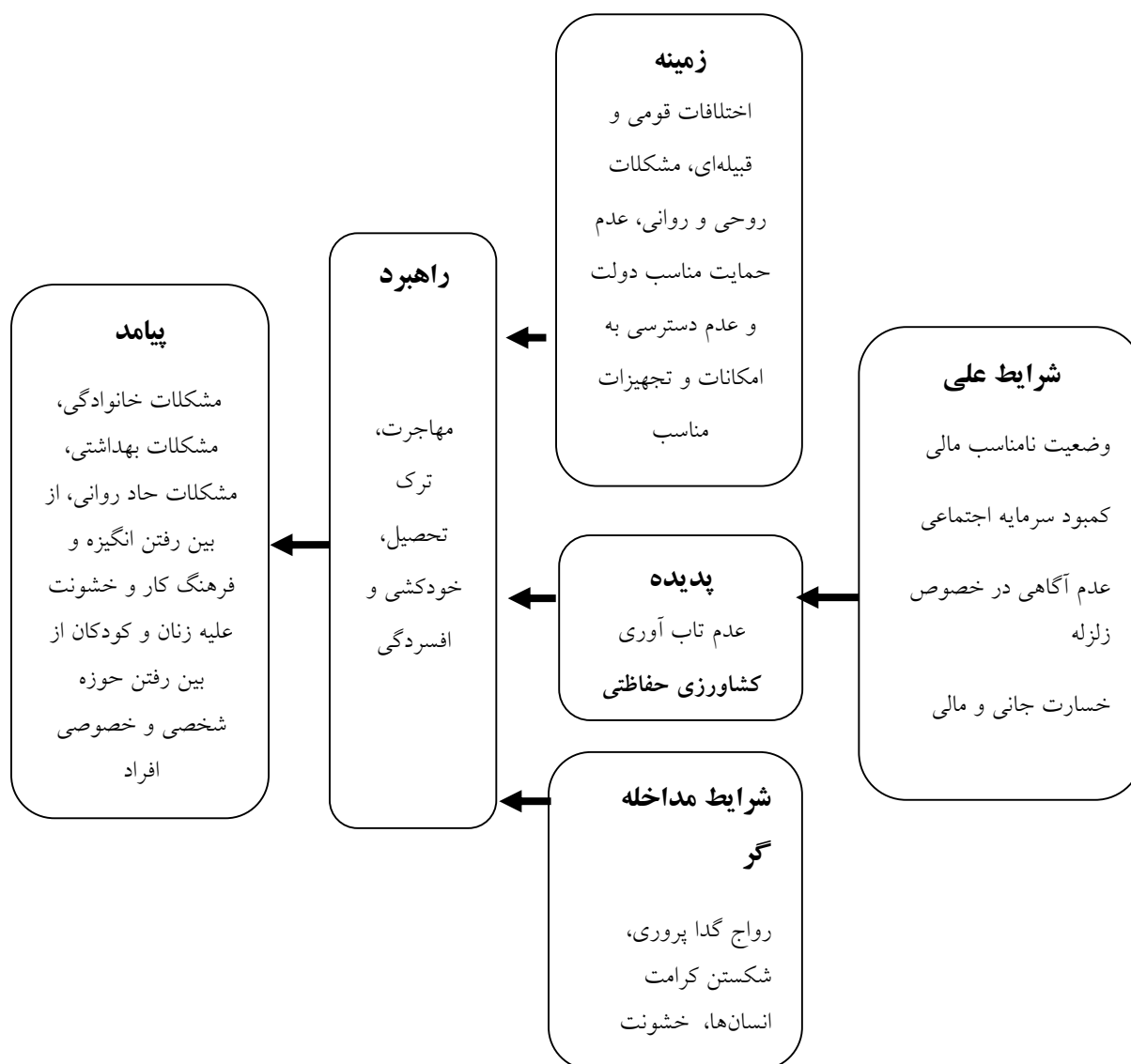
«عدم تاب‌آوری زلزله‌زدگان در مقابل زلزله» پدیده مورد بررسی می‌باشد.

۳-۵- راهبردهای مربوط به پدیده عدم تاب‌آوری در مقابل زلزله

راهبردها در اصل کنش و واکنش جامعه مورد مطالعه نسبت به پدیده مورد نظر می‌باشد. بر اساس اظهارات شرکت‌کنندگان در پژوهش مشخص گردید، مهاجرت، ترک تحصیل، خودکشی و افسردگی جمله راهبردهای مربوط به عدم تاب‌آوری زلزله‌زدگان در مقابل با زلزله می‌باشد.

۳-۶- برون‌دادها و پیامدها مربوط به پدیده عدم تاب‌آوری در مقابل زلزله

پیامدها در اصل به عواقب ناشی از به‌کارگیری راهبردهای مربوط به عدم تاب‌آوری در مقابل زلزله می‌پردازد. مشکلات خانوادگی، مشکلات بهداشتی، مشکلات حاد روانی، از بین رفتن انگیزه و فرهنگ کار و خشونت علیه زنان و کودکان از بین رفتن حریم شخصی و خصوصی افراد از پیامدهای ناشی از عدم تاب‌آوری زلزله‌زدگان در مقابل زلزله می‌باشد.



شکل ۲- مدل‌سازی پدیده عدم تاب‌آوری زلزله‌زدگان استان کرمانشاه

۴- بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

موضوع تاب‌آوری در مقابل بلایای طبیعی یکی از موضوعات مهم در مدیریت بلایا می‌باشد که همواره برنامه‌ریزان باید مدنظر داشته باشند. بی‌شک مجموعه‌ای از عوامل در عدم تاب‌آوری جوامع نقش دارند که ریشه‌یابی این موضوع امری مهم است. زلزله استان کرمانشاه که در تاریخ ۲۱ آبان ماه ۱۳۹۶ اتفاق افتاد پیامدهای ناگواری به دنبال داشت و این امر موجب گردید که جامعه زلزله‌زده آمادگی و برنامه‌ریزی لازم را برای مقابله با چنین حادثه‌ای از خود نشان ندهد. بر اساس یافته‌های پژوهش مشخص گردید فقر اقتصادی، کمبود سرمایه اجتماعی، عدم آگاهی از زلزله و

خسارات جانی و مالی ناشی از زلزله از جمله عوامل مؤثر در بروز پدیده عدم تاب‌آوری زلزله‌زدگان در مقابل زلزله شده است. در بین عوامل یاد شده فراوانی اظهارات بیان شده نشان داد که فقر اقتصادی و کمبود سرمایه اجتماعی نقش مؤثرتری در این زمینه داشته است. نتایج فوق با یافته‌های رومیانی و همکاران (۱۳۹۳) و نوری و سپهوند (۱۳۹۵) همخوانی دارد. رومیانی و همکاران (۱۳۹۳) بیان داشتند که ضعف در ظرفیت‌ها و توانمندی‌های اقتصادی و به تبع آن، پایین بودن درآمد روستاییان منطقه مورد مطالعه، منجر به کاهش توانایی‌های آن‌ها برای مقاوم‌سازی مساکن در زیستگاه‌های خود شده است. همچنین نتایج مطالعه نوری و سپهوند (۱۳۹۵) حاکی از آن بود که در بین ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیرساختی و سرمایه اجتماعی نواحی روستایی بعد سرمایه اجتماعی سهم و تأثیر بیشتری در میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی ایفا می‌کند.

بنابر یافته‌های پژوهش مهاجرت، ترک تحصیل و افسردگی و خودکشی از پیامدهای عمده عدم تاب‌آوری زلزله‌زدگان در مقابل زلزله می‌باشد. نتایج این مطالعه با یافته‌های سلیمی و نادری (۱۳۹۹) مطابقت دارد. نتایج آنان نشان داد که در سرپل ذهاب زنان شرایط بسیار سختی را سپری می‌کنند. بی‌هویتی و عدم انطباق آنان با وضعیت پس از زلزله، سوءاستفاده‌های جنسی، اقدام به خودکشی، پایین آمدن سن اقدام به خودکشی، فویبای زلزله و پس‌اززلزله، تغییر ناگهانی سبک زندگی، فقدان آرامش، فقدان امکانات و توان مالی، وضعیت دشوار و نابسامانی کمی و کیفی مدارس، افزایش نزاع در خانواده، افزایش طلاق، افزایش خشونت سبب بروز نابسامانی اجتماعی، روانی و فرهنگی در این شهر شده است. از این پیامدهای عنوان شده به‌سادگی نمی‌توان عبور کرد، چراکه هرکدام به‌نوبه خود گویای نتایج اسفناک و وحشتناکی هستند که به‌راحتی قابل کنترل نیستند و نمی‌توان عواقب بعدی آن را نیز پیش‌بینی کرد، بنابراین توصیه می‌گردد که گروه‌های روانشناسی در این زمینه ورود جدی پیدا کرده و با ایجاد فضای صمیمانه و پرنشاط و برگزاری دوره‌های آموزشی به کاهش آثار این پیامدها کمک نمایند.

رواج فرهنگ گداپروری، رواج خشونت، مشکلات روحی-روانی، مشکلات بهداشتی و ... از عوامل مؤثر در عدم تاب‌آوری زلزله‌زدگان در مقابل زلزله می‌باشد، بنابراین برنامه‌ریزان به‌منظور افزایش تاب‌آوری زلزله‌زدگان همه موارد فوق را مدنظر داده و در جهت رفع آن‌ها گام‌های عملیاتی بردارند. در این خصوص پیشنهاد می‌گردد که فارغ از بحث به‌کارگیری روانشناسان خبره جهت آموزش‌های مورد نیاز زلزله‌زدگان، با ایجاد و ساخت اماکن بهداشتی و تجهیز این اماکن به وسایل مورد نیاز از شدت این مشکلات و آلام روحی و روانی بکاهند.

بر اساس یافته‌های پژوهش وجود اختلافات قومی و قبیله‌ای یکی از عوامل زمینه‌ای مؤثر در بروز عدم تاب‌آوری زلزله‌زدگان در مقابل زلزله شده است؛ بنابراین در این راستا پیشنهاد می‌گردد که مسئولین با استفاده از نفوذ رهبران محلی و خیرین بومی نسبت به ایجاد حس صمیمیت و همدلی اقدام نموده، تا از این باب برادری و همبستگی در بین زلزله‌زدگان بالا رفته و منجر به افزایش سرمایه اجتماعی و درنهایت کاهش عدم تاب‌آوری گردد.

کتابنامه

- ادیب حاج باقری، محسن؛ پرویز، سرور؛ صلصالی، مهوش؛ ۱۳۸۹. روش‌های تحقیق کیفی. انتشارات بشری. چاپ دوم.
- برقی، حمید، هاشمی، صدیقه؛ جعفری، نسرین؛ ۱۳۹۶. سنجش تاب‌آوری محیطی روستاهای در معرض خطر زلزله (مطالعه موردی: دهستان معجزات در شهرستان زنجان). مجله پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی. ۶ (۱): ۹۷-۸۱.
- پرتوی، پروین؛ بهزادفر، مصطفی؛ شیرانی، زهرا؛ ۱۳۹۵. طراحی شهری و تاب‌آوری اجتماعی بررسی موردی: محله جلفا اصفهان. دو فصلنامه دانشگاه هنر، نامه معماری و شهرسازی. (۱۷): ۹۹-۱۱۶.
- رضایی، محمدرضا؛ رفیعان، مجتبی؛ حسینی، سیدمجتبی؛ ۱۳۹۴. سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع-های شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران). پژوهش‌های جغرافیایی انسانی. (۹۴): ۶۲۳-۶۰۹.
- رضوانی، محمدرضا، ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی توسعه روستایی در ایران. تهران: نشر قومس.
- رفیعان، مجتبی؛ مطهری، زینب السادات؛ ۱۳۹۱. طراحی مدلی برای مطالعه رویکرد مدیریت ریسک بحران اجتماع‌محور مطالعه موردی طرح دوام (داوطلبین واکنش اضطراری محلات). فصلنامه مدیریت بحران. ۱۱ (۱): ۱۲-۵.
- رومیانی، احمد؛ عینالی، جمشید؛ صالحی میشانی، حیدر؛ ۱۳۹۳. نقش مدیریت در توسعه جوامع روستایی برای مقابله با مخاطرات زلزله (مطالعه موردی: دهستان زاغه شهرستان خرم‌آباد). مجله پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی. ۳ (۸): ۹۳-۱۰۶.
- زرنگار، حمیدرضا؛ رحیمی، عباس؛ ۱۳۸۸. ارزیابی مشارکتی مدیریت فاجعه در روستاهای زلزله زده بم (مطالعه موردی: روستای درب باغ. فصلنامه علوم اجتماعی. ۱۳ (۵۰): ۹۲-۱۲۸.
- سلمانی مقدم، محمد؛ امیراحمدی، ابوالقاسم؛ کاویان، فرزانه؛ ۱۳۹۳. کاربرد برنامه‌ریزی کاربری اراضی در افزایش تاب‌آوری شهری در برابر زمین‌لرزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). مطالعه موردی: شهر سبزوار. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. (۱۷): ۳۴-۱۷.
- سلیمی، مینو؛ نادری، احمد؛ ۱۳۹۹. مطالعه تجربه زیسته زنان سرپل ذهاب در زلزله، فصلنامه علوم اجتماعی، دانشگاه علامه طباطبائی. ۲۷ (۸۸): ۲۱۷-۲۵۲.
- فلاحی، علیرضا؛ شهبازی، مرضیه؛ ۱۳۹۰. بررسی نقش شکل‌های جامعه‌محور در برنامه مقابله و بازسازی در برابر زلزله احتمالی تهران، مورد مطالعاتی «محله اوین». پایان‌نامه کارشناسی ارشد. گروه پژوهشی بازسازی پس از سانحه، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی.
- محمدی احمدیانی، جمال؛ صحرائیان، زهرا؛ خسروی، فرامرز؛ ۱۳۸۹. نقش عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری کالبدی شهر جهرم در برابر زلزله. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. (۱۷): ۱۴۳-۱۲۱.
- نوری، سیدهدایت‌الله، سپهوند، فرخنده؛ ۱۳۹۵. تحلیل تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر زلزله (مورد مطالعه: دهستان شیروان شهرستان بروجرد). پژوهش‌های روستایی. ۷ (۲): ۲۸۵-۲۷۲.

الیاسی سرزلی، فاضل؛ ۱۳۹۸. بررسی آسیب‌های روانی- اجتماعی بعد از زلزله تحلیل موردی: زلزله سرپل ذهاب در سال ۱۳۹۶. *مجله مطالعات اجتماعی ایران*. ۱۳(۲): ۵-۲۸.

- Bernier, Q., & Meinzen-Dick, R., 2014. Building resilience for food and nutrition, Resilience and social capital, IFPRI (International Food Policy Research Institute) and 2020 Vision.
- 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. [http:// www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art41/](http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art41/).
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K., 2000. *Research Methods in Education*. Fifth Edition, RoutledgeFalmer Publication.
- Colburn, L., & Seara, T., 2011. Resilience, vulnerability, adaptive capacity, and social capital, 2nd National Social Indicators Workshop, NOAA FISHERIES SERVICE.
- Debertin, D. L., & Goetz, S. J., 2013. Social Capital Formation in Rural, Urban and Suburban Communities, *Journal of Economic Literature* R58 Regional Development Policy, University of Kentucky Staff Paper 474.
- Gaillard, J. C., 2007. Resilience of traditional societies in facing natural hazards. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 16(4), 522-544.
- Hainzl, S. 2012. Earthquake triggering and interaction, University of Potsdam. Retrived from: https://publishup.unipotsdam.de/files/4766/hainzl_habil.pdf.
- Kamani-fard, A., Hamdan Ahmad, M. & Remaz Ossen, D., 2012. The sense of place in the new homes of post-Bam earthquake reconstruction. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 3, 220-236. Retrieved from: <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/17595901211263611>.
- Kapucu. Naim, V. Hawkins. Christopher, I. Rivera. Fernando., 2013. Disaster Preparedness and Resilience for Rural Communities, *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*, Vol. 4, No. 4.
- Keck, M., & Sakdapolrak, P., 2013. "What is social resilience? Lessons learned and ways forward," *ERDKUNDE: Scientific Geography*, 67(1): 5-19.
- Manyena, S. B., O'brien, G., O'keefe, P. & Rose, J., 2011. Disaster resilience: a bounce back or bounce forward ability. *Local Environment*, 16, 417-424. Retrieved from: [http:// www.tandfonline.com/ doi/abs/10.1080/13549839.2011.583049?journalCode=cloe20](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13549839.2011.583049?journalCode=cloe20).
- Moench, M., Ahmed, S., Mustafa, D., Khan, F., Reinhard, M., Daniel, K., & Pharoah, R., 2016. Protecting development gains: Gains: Reducing Disaster Vulnerability and Building Resilience in Asia and the Pacific. *Statistics (NY)*, 2010(17), 2003-2009.
- Radloff, K., 2004. Community resilience, ommunity economic development and Saskatchewan economic developers, Community University Institute for Social Research.
- Schouten, M. A., van der Heide, M. M., & Heijman, W. J., 2009. Resilience of social-ecological systems in European rural areas: theory and prospects, 113th eaae seminar "the role of knowledge, innovation and human capital in multifunctional agriculture and territorial rural development", Belgrade, Republic of Serbia, December 9-11, 2009.
- Straus, A., & Corbin, J., 1998. *Basic of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory*. 2nd ED. Sage Publications, Thousand Oaks, California.
- Suarez, M.; Baggethun, E. G.; Benayas, J.; Tilbury, U., 2016. Towards an Urban Resilience Index: A Case Study in 50 Spanish Cities. *Sustainability* 2016, 8, 774. Doi: 10.3390/su8080774. From www.mdpi.com/journal/sustainability.



Assessing the organizational resilience of the main news agencies in the country to deal with a possible earthquake in Tehran: a study of IRNA, ISNA, Mehr and Fars news agencies

Siavash Salavatian* 

PhD in Media Management, Department of Media Management, Faculty of Communication and Media, IRIB University, Tehran, Iran

Received: 11 March 2021

Revise: 27 April 2021

Accepted: 31 May 2021

Abstract

The possibility of an earthquake in Tehran is a serious concern in the country, and management of this risk requires organizational resilience of responsible institutions. Among these organizations, news agencies are the main members of the country's media ecosystem. In this regard, four news agencies Fars, Mehr, ISNA, IRNA were selected as the most popular news agencies in the country, and the data related to 58 indicators in three dimensions of communication literacy, information processing and structural-organizational processing in these news agencies with the methods of observation, interview and questionnaire were collected. Questionnaires were distributed among 341 employees of these news agencies who were selected by census, and eight of their managers were sampled purposefully for interviews. For observation, a complete description of the observations was collected according to the guidelines prepared in all four news agencies. Qualitative data were analyzed in the form of deductive qualitative content analysis and quantitative data were analyzed using descriptive statistics. According to the findings, although Fars News Agency had comparative advantages over other news agencies, all four news agencies did not have the necessary resilience against a possible earthquake in Tehran. The strength of the studied news agencies was in the field of information processing, but in terms of communication and structural-organizational resilience, there are several weaknesses that need to be addressed. The results showed that the situation of the main news agencies in the country in the face of a possible earthquake in Tehran is not suitable and news agencies as information and communication arms in managing the crisis of a possible earthquake in Tehran need to strengthen their organizational resilience.

Keywords: Earthquake, News Agency, Communication Resilience, Information Resilience, Structural-Organizational Resilience

*. E-mail: salavatian@iribu.ac.ir

Tel: + 989203099434

How to cite this Article: Salavatian, S. (2021). Assessing the organizational resilience of the main news agencies in the country to deal with a possible earthquake in Tehran: a study of IRNA, ISNA, Mehr and Fars news agencies. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(3), 181-213.
doi: 10.22067/geoh.2021.68125.1008



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

doi: <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.68125.1008>

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۲۱۳-۱۸۱
مقاله پژوهشی

سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌های اصلی کشور برای مواجهه با زلزله احتمالی شهر تهران (مورد مطالعه: خبرگزاری‌های ایرنا، ایسنا، مهر و فارس)

سیاوش صلواتیان^۱ - دکتری مدیریت رسانه، گروه مدیریت رسانه، دانشکده ارتباطات و رسانه، دانشگاه صداوسیما، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۱ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۲/۷ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۳/۱۰

چکیده

احتمال وقوع زلزله در تهران چالش و نگرانی جدی در کشور است و مدیریت بحران این مخاطره نیازمند تاب‌آوری سازمانی نهادهای دخیل در مدیریت بحران است؛ از جمله این سازمان‌ها، خبرگزاری‌ها به عنوان اعضای اصلی اکوسیستم رسانه‌ای کشور هستند. در این راستا، چهار خبرگزاری فارس، مهر، ایسنا، ایرنا به عنوان پرمخاطب‌ترین خبرگزاری‌های کشور، به عنوان مورد مطالعه انتخاب شدند و داده‌های مرتبط با ۵۸ شاخص در سه بعد تاب‌آوری ارتباطی، تاب‌آوری اطلاعاتی و تاب‌آوری ساختاری-سازمانی در این خبرگزاری‌ها به صورت میدانی و به کمک روش‌های مشاهده، مصاحبه و پرسشنامه جمع‌آوری شد. پرسشنامه‌ها بین ۳۴۱ نفر از کارکنان صف این خبرگزاری‌ها که به صورت تمام‌شماری انتخاب شده بودند، توزیع شد، هشت نفر از مدیران آن‌ها نیز به روش هدفمند برای مصاحبه‌ها نمونه‌گیری شدند. برای مشاهده نیز توصیف کامل مشاهدات بر اساس دستورالعمل راهنمای تهیه‌شده در هر چهار خبرگزاری جمع‌آوری شد. داده‌های کیفی در قالب روش تحلیل محتوای کیفی قیاسی و داده‌های کمی نیز با استفاده از شاخص‌های آمار توصیفی تحلیل شدند. بر اساس یافته‌ها، اگرچه خبرگزاری فارس مزیت‌های نسبی به

Email: salavatian@iribu.ac.ir

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۲۰۳۰۹۹۴۳۴

نحوه ارجاع به این مقاله :

صلواتیان، سیاوش. (۱۴۰۰). سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌های اصلی کشور برای مواجهه با زلزله احتمالی شهر تهران (مورد مطالعه: خبرگزاری‌های ایرنا، ایسنا، مهر و فارس). جغرافیا و مخاطرات محیطی ۱۰(۳)، صص ۲۱۳-۱۸۱.

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.68125.1008>

سایر خبرگزاری‌ها داشت اما هر چهار خبرگزاری تاب‌آوری لازم در برابر زلزله احتمالی شهر تهران را نداشتند. نقطه قوت خبرگزاری‌های مورد مطالعه در بخش تاب‌آوری اطلاعاتی بود؛ اما در بعد تاب‌آوری ارتباطی و ساختاری-سازمانی ضعف‌های متعددی در خبرگزاری‌ها وجود دارد که باید نسبت به رفع آن اقدام شود. نتایج نشان داد که وضعیت خبرگزاری‌های اصلی کشور در برابر زلزله احتمالی شهر تهران مناسب نیست و این خبرگزاری‌ها به‌عنوان بازوهای اطلاع‌رسانی و ارتباطی در مدیریت بحران زلزله احتمالی شهر تهران نیازمند تقویت تاب‌آوری سازمانی خود هستند.

کلیدواژه‌ها: زلزله، خبرگزاری، تاب‌آوری ارتباطی، تاب‌آوری اطلاعاتی، تاب‌آوری ساختاری-سازمانی

۱- مقدمه

در بین انواع مخاطرات طبیعی زلزله چه به لحاظ روانی و چه اقتصادی به دلیل سرعت وقوع، حجم تخریب، دوره بازگشت نسبتاً طولانی و دارا بودن خطرات ثانویه در صدر بلایای طبیعی قرار گرفته است (پارسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶؛ زنگی‌آبادی و تبریزی، ۱۳۸۵). کشور ایران جزء مستعدترین کشورهای زلزله‌خیز دنیا محسوب می‌شود (صلواتیان و فرهنگی، ۱۳۹۵). ایران با قرار گرفتن روی کمربند زلزله الپ-همیالیا طی قرون گذشته ۱۳۰ زلزله به بزرگی ۷/۵ ریشتر یا بیشتر را تجربه کرده است (عفیفی، ۱۳۹۹). در کشور ما همواره در مورد زلزله شهر تهران نگرانی‌های جدی وجود داشته است. تحقیقات علمی هم بر این نگرانی‌ها صحه گذاشته و تأیید شده که گسل‌هایی که در تهران و حومه آن تا شعاع ۱۵۰ کیلومتری مرکز شهر قرار دارند، در صورت فعال شدن می‌توانند باعث زلزله بزرگی در تهران می‌شوند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶). تأکید بر اینکه زلزله بزرگی در تهران رخ خواهد داد در اغلب مصاحبه‌های مطبوعاتی کارشناسان مربوطه مشاهده می‌شود و تجربه گذشته از تبدیل شدن یک زلزله به بحرانی شدید در کشور ما، لزوم توجه به بالا بردن سطح آمادگی جامعه تهران ۹ میلیون (شفیعی، ۱۳۹۹) را در برابر زلزله احتمالی گوشزد می‌کند.

ارتقای سطح آمادگی شهر تهران در برابر زلزله از طریق یکی از رویکردهای نوین در مدیریت بحران ذیل عنوان تاب‌آوری ممکن است. امروزه مفهوم تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تاب‌آوری خصیصه‌ای است که فرد، جامعه یا سازمان را قادر می‌سازد که با یک رویداد فاجعه‌آمیز مقابله کند و سازگار و بهبود یابد؛ تاب‌آوری تابعی از آگاهی عمومی از وضعیت سازمان، مدیریت آسیب‌پذیری و ظرفیت سازگاری در یک محیط پیچیده و پویا است (مک‌مانوس و همکاران^۱، ۲۰۰۸). ارتقای تاب‌آوری اجتماعی شهر تهران با وجود عناصر مختلفی ممکن می‌شود که یکی از مهم‌ترین آن‌ها روی دیگر سکه تاب‌آوری اجتماعی یعنی تاب‌آوری سازمانی است (لی و

همکاران^۱، ۲۰۱۳). در این بین یکی از مهم‌ترین سازمان‌ها در جهت ارتقاء تاب‌آوری اجتماعی «خبرگزاری‌ها» هستند. خبرگزاری‌ها به‌عنوان رسانه‌های مادر محسوب می‌شوند (صلواتیان و مسعودی، ۱۳۹۵). در شرایط بحران به‌ویژه بحران‌های ناشی از بلایای طبیعی مردم بیش از هر شرایطی تشنه اطلاعات‌اند؛ چراکه در طول بحران، عامه مردم برای گرفتن اطلاعات منحصرأوابسته به رسانه‌ها هستند تا بتوانند اخباری را از منابع رسمی که برای بقایشان حیاتی است، دریافت کنند (لی^۲، ۲۰۰۷)؛ خبرگزاری‌ها می‌توانند این امکان را فراهم کنند و اطلاعات را در هنگام وقوع بحران به مردم که وابستگی فراوانی به آن‌ها دارند برسانند؛ اما نکته قابل توجه آن است که در صورت وقوع زلزله احتمالی شهر تهران و تبدیل شدن آن به یک بحران، خبرگزاری‌های داخلی و اصلی کشور که تماماً نقطه تمرکز آن‌ها در دل حادثه احتمالی (شهر تهران) است، چقدر در برابر بحران زلزله تاب‌آور هستند تا با حفظ سازمان و سازماندهی خود در حد مطلوب استمرار عملکرد داشته تا بتوانند اخبار و اطلاعات را به مردم برسانند؟

ممکن است خبرگزاری‌ها نیروی انسانی خود را از دست دهند، ارتباطاتشان را با جهان خارج از سازمان دچار مشکل ببینند و یا دچار مشکلاتی دیگر نظیر قطعی برق، تخریب ساختمان و نابودی تجهیزات شوند. در این شرایط اگر خبرگزاری‌ها نتوانند نقش خود را به‌عنوان یک رکن مهم در مدیریت بحران ایفا کنند، مطمئناً بحران بسیار گسترده خواهد شد. با توجه به این مسئله، در تحقیق حاضر بر اساس مدل سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌های ایران در بلایای طبیعی (قنبری و همکاران، ۱۳۹۹)، «تاب‌آوری ارتباطی»، «تاب‌آوری اطلاعاتی» و «تاب‌آوری ساختاری-سازمانی» ۴ خبرگزاری فارس، مهر، ایسنا و ایرنا سنجیده می‌شود تا میزان تاب‌آوری آن‌ها در برابر زلزله احتمالی تهران تعیین شده و نقاط ضعف و قوت در تاب‌آوری سازمانی این خبرگزاری‌ها مشخص گردند. معیار انتخاب خبرگزاری برتر، رتبه الکسا و ضریب نفوذ خبری هر یک بود که در زمان بررسی (سال ۱۳۹۸) جزء ۵۰ سایت برتر ایرانی بودند؛ بر همین مبنا، خبرگزاری‌ها «مهر»، «فارس»، «ایرنا» و «ایسنا» انتخاب شدند.

قنبری و همکاران (۱۳۹۹) مطالعه‌ای با عنوان «شاخص‌های سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌های ایران در بلایای طبیعی» انجام دادند. این تحقیق با هدف ارائه شاخص‌های سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌های ایران در بلایای طبیعی و تعیین میزان اهمیت هر یک از این شاخص‌ها با استفاده از روش دلفی انجام شد. تجزیه و تحلیل دور اول دلفی بر اساس دو مرحله کدگذاری باز و محوری بود و بر همین مبنا زیرشاخص‌های استخراج شده ملاک تهیه پرسشنامه‌هایی برای دورهای دوم و سوم جهت بررسی اجماع بین کارشناسان در مورد «ضرورت وجود هر زیرشاخص» و «میزان اهمیت هر یک از آن‌ها» بر اساس معیار مد و میانگین شد. نتیجه نشان داد که بر روی ۷۰ زیرشاخص در قالب ۱۴ شاخص و ۵ بعد «تاب‌آوری ارتباطی»، «تاب‌آوری اطلاعاتی»، «تاب‌آوری سازه‌ای»،

1 Lee, Vargo & Seville

2 Li

«تاب‌آوری فردی» و «سازمانی-فنی» برای سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌های کشور در بلایای طبیعی اجماع وجود دارد.

عندلیب و کاظمی (۱۳۹۵) تحقیقی با عنوان «تدوین مدل مفهومی جهت سنجش تاب‌آوری سازمانی شهر» انجام دادند. آن‌ها برای رسیدن به مدل «شاخص‌های سنجش مؤلفه‌های سازمانی سکونتگاه‌های انسانی در برابر مخاطرات طبیعی» بر اساس مفهوم تاب‌آوری و با استفاده از پشتیبان نظری برای شناسایی ابعاد موجود تاب‌آوری سازمانی به مدلی در این زمینه رسیدند و سپس این مدل را در سازمان مدیریت بحران شهرداری تهران به کار گرفتند. آن‌ها پس از جمع‌آوری داده‌ها در قالب پرسش‌نامه میدانی از آزمون تی تک نمونه‌ای جهت تحلیل داده‌ها و ارزیابی میزان شاخص‌های اجتماعی مؤثر در برابر بحران استفاده کردند. یافته‌های پژوهش آنان حاکی از آن بود که میزان تاب‌آوری سازمانی سازمان مدیریت بحران شهرداری تهران در ابعاد موردبررسی پایین بوده و میان ابعاد بررسی‌شده، میزان تاب‌آوری سازمانی ساکنین با میزان دانش و آگاهی و همچنین با میزان آمادگی کارکنان در مواجهه بحران همبستگی مستقیم داشته است.

مک‌مانوس (۲۰۰۸) در مطالعه با عنوان «تاب‌آوری سازمانی در نیوزلند» به روش مشاهده، مصاحبه و پرسشنامه، ۱۰ سازمان را در نیوزلند موردبررسی قرار داد. او در تز خود مدلی ۳ بعدی که هر بعد دربرگیرنده ۵ مؤلفه و درمجموع ۱۵ مؤلفه است را برای سنجش تاب‌آوری سازمانی تحت عنوان ROR^1 معرفی می‌کند. سه بعد اصلی شامل آگاهی از وضعیت، مدیریت آسیب‌پذیری اساسی و ظرفیت سازگاری است.

لی و همکاران (۲۰۱۳) مطالعه‌ای را با عنوان «توسعه ابزار برای اندازه‌گیری و مقایسه تاب‌آوری سازمانی» انجام دادند و مدل ROR (مک‌مانوس، ۲۰۰۸) را که برای تعدادی سازمان محدود در نیوزلند ارائه‌شده بود را جهت کاربست‌پذیری بیشتر با استفاده از روش کیفی و مصاحبه با مدیران ارشد و کارکنان سازمان‌ها توسعه دادند. روش کار آن‌ها در ابتدا به این صورت بود که شاخص‌های این مدل را طبق نظرسنجی از ۲۴۹ نفر در ۶۸ سازمان مورد بازبینی قرار دادند. آن‌ها در مراحل اولیه تحقیق خود تمامی شاخص‌های ممکن را به مدل ROR اضافه کردند که بر همین اساس عامل اخلاق تاب‌آوری به مدل مک‌مانوس اضافه شد. در مرحله بعدی آن‌ها بر اساس ضریب KMO به تصحیح شاخص‌ها پرداختند که در نهایت مدل توسعه‌ای آن‌ها با دو بعد قابلیت سازگاری با ۸ مؤلفه و برنامه‌ریزی با ۵ مؤلفه ارائه شد.

بررسی پیشنهادی نشان می‌دهد که علی‌رغم اهمیت این موضوع توجه مطالعاتی اندکی به آن شده و مطالعات کمی در سطح جهان در این خصوص صورت گرفته است. مدل قنبری و همکاران (۱۳۹۹) از محدود الگوهایی در این

1 Relative Overall Resilience

حوزه است که به شاخص‌های عینی قابل‌سنجش برای سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌ها دست یافته است که چارچوب نظری مقاله حاضر نیز بر روی آن بنا شده است. قنبری و همکاران (۱۳۹۹) مدلی را با ابعاد مختلف برای ارزیابی تاب‌آوری خبرگزاری‌ها ایران ارائه کرده‌اند که در پژوهش حاضر به دلیل محدودیت‌های اجرایی، ابعاد تاب‌آوری ارتباطی، اطلاعاتی و سازمانی-فنی استفاده شده‌اند.

جدول ۱- شاخص‌ها مختلف برای ارزیابی تاب‌آوری خبرگزاری‌ها (قنبری و همکاران، ۱۳۹۷)

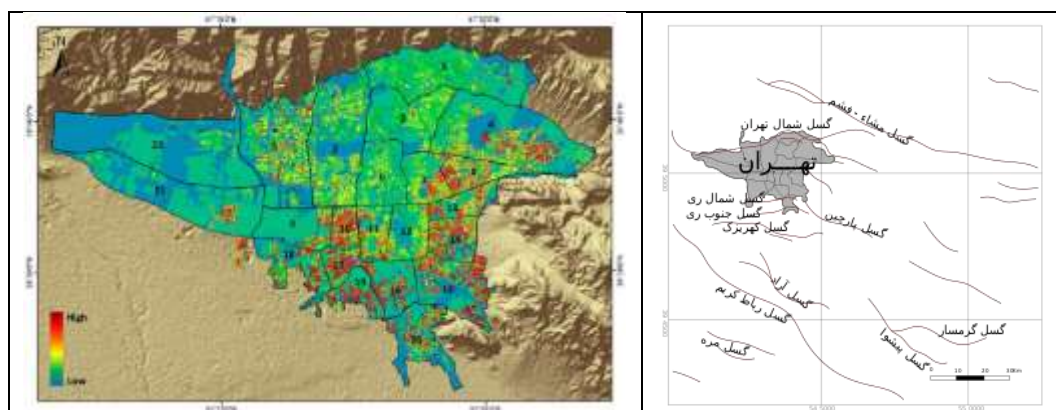
ابعاد	شاخص‌ها	زیرشاخص‌ها
تاب‌آوری ارتباطی	توزیع و ارسال اخبار و اطلاعات	استفاده از صفحات اجتماعی خبرنگاران سازمان تربیت سفیر خبرنگاران جهت اطلاع‌رسانی در هنگام بحران ارتباط با خبرگزاری‌های همسو و امکان ارتباط از طریق آن‌ها تعیین دفاتر جانبی معین برای پوشش وقایع
	دریافت داده و اطلاعات	امکان حفظ ارتباط با خبرنگاران دریافت خبر از رسانه‌های مورد اعتماد و همکار
تاب‌آوری اطلاعاتی	ذخیره‌سازی داده‌ها و اطلاعات	ایمن و مطلوب بودن موقعیت مکانی سرورهای خبرگزاری ذخیره‌سازی اطلاعات در نقاط مختلف
	دسترسی به سایت	وجود سایت پشتیبان (HTML Basic) استفاده از سرویس‌دهنده‌های مختلف جهت اتصال به اینترنت
تاب‌آوری سازه‌ای	مقاوم‌سازی سازه	رعایت و اجرای دقیق آیین‌نامه‌های ساخت‌وساز
	جانمایی سازه	مطابق و ایمن بودن موقعیت مکانی اتاق خبر
تاب‌آوری فردی	تاب‌آوری فردی مدیران و کارکنان	توانایی کمک به دیگران توانایی حفظ خونسردی
تاب‌آوری فنی	آینده‌نگری و ریسک‌پذیری و شناخت بحران‌های بالقوه	آگاهی و اطلاع از منابع درونی و بیرونی در دسترس شناخت از حداقل پیش‌نیازها برای ادامه فعالیت سازمان امکان شناخت ریسک و وجود قابلیت مدیریت ریسک‌ها
		روحیه ریسک‌پذیری ترسیم افق و چشم‌اندازهای امیدوارکننده عینی و واقعی نگاه کردن به اتفاقات و حوادث پیش‌بینی و آگاهی نسبت به خطرات و بلایای پیرامونی

ابعاد	شاخص‌ها	زیر شاخص‌ها
		وجود سازوکار بیمه‌ای قوی
	ایمنی و تمرکززدایی	تهیه مکان جایگزین تهیه و تدارک امکانات جایگزین وجود امکانات اولیه امدادرسانی و تجهیزات اضطراری وجود تجهیزات اطفاء حریق سالم وجود مراقبت‌های فیزیکی و امنیتی
	فرهنگ تاب‌آوری	واکنش و مواجهه فعالانه در قبال بحران و فرصت‌سازی از آن وجود باور کنترل خسارات در بین مسئولان سازمان آمادگی زیستن در شرایط متغیر ذهنیت باز و آماده تغییر
	فرهنگ تداوم کسب‌وکار	امکان چابک‌سازی و کوچک‌سازی سازمان بالا بودن امکان تغییر و اصلاح ساختار سیستم نقش‌های مجازی
	دانش سازمانی و آموزش	ایجاد دستورالعمل‌ها برای مواجهه با بحران برگزاری مانورهای دوره‌ای و آموزش مواجهه با بحران
	ساختار مدیریت بحران سازمانی	عدم موازی‌کاری در شرایط بحران داشتن سناریو عمل برای مواجهه با بحران در سطح سازمان
	رهبری و نیروی انسانی	وجود افراد چندکاره و ذوالفنون در بدنه خبرگزاری به‌کارگیری نیروهای جوان در صدر تربیت نیروی انسانی هوشمند با قابلیت تفکر استراتژیک
		نگاه بلندمدت به مسئله ایمنی و فرهنگ‌سازی ایمنی چیدمان ایمن وسایل در تحریریه وجود دستگاه‌های هشدار بروز بلایا در سازمان دسترسی مناسب به زیرساخت‌ها نظیر برق، تلفن، آب عدم تمرکز و تجمع نیروها در یک مکان خاص
		دیدگاه سرمایه محور به‌جای دیدگاه هزینه محور بر تاب‌آوری نگاه راهبردی و اولویتی به مسئله تاب‌آوری آمادگی برای تأمین زندگی اعضا در هنگام بروز بحران وجود دیوار بلند اعتماد بین مسئولان و خبرنگاران و کارکنان
		تعهد کارکنان و خبرنگاران در قبال سازمان تمایل به تداوم کسب‌وکار در شرایط بحرانی در سطوح مختلف آماده کردن سازمان توسط رهبر برای دوران پس از خود
		تبدیل دانش به رفتار فردی ایمن جریان داشتن اطلاعات مربوط به سازمان در بدنه سازمان
		تعریف مسئولیت مدیریت بحران و پدافند غیرعامل در سازمان تهیه و تدوین برنامه‌های مدیریت بحران
		وجود رهبری کاریزماتیک در سازمان تفویض اختیار در سازمان امکان جایگزینی افراد و چرخش شغلی

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

تهران بزرگ، طبق تقسیمات پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله در ایران، در منطقه با خطر بسیار زیاد است و یکی از شهرهای زلزله‌خیز کشور محسوب می‌شود. به واسطه موقعیت جغرافیایی و زمین‌ساختی، وجود گسل‌های فعال متعدد، همچون گسل شمال تهران، مشاء، ری، کهریزک، داوودیه، باغ فیض و دیگر گسل‌های پراکنده در اطراف آن و وقوع زلزله‌های مخرب تاریخی باعث شده تا به حساسیت بیشتری مسئله لرزه‌خیزی این کلان‌شهر دنبال گردد. همچنین، با توجه به جمعیت زیاد این کلان‌شهر و گسترش فیزیکی روزافزون، در صورت احتمال وقوع زلزله خسارات زیاد و غیرقابل جبرانی بر جا خواهد گذاشت و ریسک سرمایه انسانی و مالی زیادی را در بر خواهد داشت. تهران نه فقط به عنوان پایتخت ایران، بلکه یکی از چند قطب محدود توسعه و مهم‌ترین آن‌ها به شمار می‌آید، لذا سرنوشت و فرجام آن پس از هر حادثه طبیعی و غیرطبیعی بر سرنوشت کل کشور اثرگذار است. گسل شمال تهران نزدیک‌ترین گسل لرزه زا به تهران است.



شکل ۱- معرفی محدوده مورد مطالعه

۲-۲- روش پژوهش

پژوهش حاضر از حیث نوع پژوهش، توصیفی تحلیلی است که با هدفی کاربردی انجام شده و برای دستیابی به اهداف آن از استراتژی پژوهش ترکیبی استفاده شده است. پژوهش حاضر به روش مطالعه تطبیقی انجام شده است و برای جمع‌آوری داده‌ها از ۳ روش پرسشنامه، مصاحبه نیمه‌ساختاریافته و مشاهده استفاده شد. پرسشنامه این پژوهش مشتمل بر ۳۰ سؤال اصلی و ۵ سؤال مرتبط با ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان بود که پرسش‌های اصلی بر اساس طیف لیکرت ۵ تایی نمره‌گذاری شده بودند. برای جمع‌آوری داده‌های مشاهده‌ای تحقیق، یک دستورالعمل راهنمای مشاهده تهیه شده بود که برای مطالعه هر خبرگزاری، مشاهدات براساس آن ثبت می‌شدند.

مراحل اجرای پژوهش بدین صورت بوده است که در بخش کیفی، داده‌های حاصل از مصاحبه با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی قیاسی و بر اساس کدگذاری کیفی برای هر مورد مطالعه تحلیل شده است. تحلیل محتوای کیفی قیاسی یا تحلیل محتوای هدایت شده (سیوفانگ و شانون^۱، ۲۰۰۵، ص ۱۲۷۸) از سه مرحله آماده‌سازی، سازماندهی و گزارش تشکیل شده است (الو و کانگاس^۲، ۲۰۰۸). مرحله آماده‌سازی مرحله‌ای است که در آن به نحوه جمع‌آوری داده و تعیین سؤالات برای جمع‌آوری داده پرداخته می‌شود؛ در این پژوهش نیز این اقدام انجام شد و دو پرسشنامه مختلف برای مصاحبه‌های فنی و مدیران آماده شد. در مرحله سازماندهی کدگذاری یافته‌ها باید انجام شود که مقولات اصلی معرف موضوع مطالعه هستند و از قبل و بر اساس ادبیات تعیین یا چارچوب و الگوی قبلی وجود دارند (تبریزی، ۱۳۹۱، ص ۱۲۹)؛ در این تحقیق نیز مقولات برگرفته از نام ابعاد و مؤلفه‌های الگوی سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌های ایران در بلایای طبیعی (قنبری، ۱۳۹۷) است که در مرحله پیشین ذکر کامل آن رفت. در مرحله گزارش‌دهی نیز باید زمینه گزارش کامل کدها ارائه شود که در این تحقیق پس از کدگذاری این کار در قالب توصیف هر بخش و با استفاده از نمودارها آمده است. همچنین در این پژوهش داده‌های ناشی از مشاهده به‌طور کامل برای هر مورد مطالعه توصیف شده است و داده‌های ناشی از بخش کمی پژوهش برای هر مورد مطالعه با استفاده از مقیاس‌سازی مبتنی بر میانگین توصیف شده است. در گام بعدی، مقایسه توصیف موارد مطالعه آمده و این امکان فراهم شده تا در مقام قیاس موردهای ضعیف و قوی در مؤلفه‌های گوناگون تحقیق شناخته شوند. مشارکت‌کنندگان در بخش مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. معیار انتخاب ایشان حداقل ۵ سال سابقه کاری در خبرگزاری مورد مطالعه، داشتن جایگاه مدیریتی در خبرگزاری، آگاهی و آشنایی با بخش‌های خبری و غیرخبری خبرگزاری بود. در مجموع هشت نفر از ۴ خبرگزاری ایرنا، ایسنا، مهر و فارس انتخاب شدند.

جدول ۱- لیست مصاحبه‌شوندگان تحقیق به تفکیک چهار خبرگزاری مورد مطالعه (منبع: نویسندگان)

خبرگزاری	سمت مصاحبه‌شوندگان	خبرگزاری	سمت مصاحبه‌شوندگان
ایرنا	معاون خبر خبرگزاری ایرنا	ایسنا	معاون مدیرعامل خبرگزاری ایسنا
	معاون فنی خبرگزاری ایرنا		مدیر پژوهش‌های خبرگزاری ایسنا
	مدیر اتاق خبر خبرگزاری فارس		مدیر فنی خبرگزاری ایسنا
فارس	معاون فنی خبرگزاری فارس	مهر	مدیرکل اخبار داخلی خبرگزاری مهر

1 Hsiu-Fang & Shannon

2 Elo & Kyngas

برای توزیع پرسشنامه، به‌جای نمونه‌گیری از شیوه تمام‌شماری استفاده شد و تمام کارکنان صف تحریریه این خبرگزاری‌ها، به تکمیل پرسشنامه‌ها پرداختند که مجموعاً ۳۴۱ نفر را در چهار خبرگزاری شامل می‌شدند.

جدول ۲- مشخصات مشارکت‌کنندگان در بخش کمی پژوهش (منبع: یافته‌های تحقیق)

	ایرنا		فارس		ایسنا		مهر	
	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد
جنسیت	۸	۸/۱	-	-	-	-	-	-
	۴۵	۴۵/۵	۳۹	۴۵/۳	۵۴	۵۸/۷	۳۱	۴۸/۴
	۴۶	۴۶/۵	۴۷	۵۴/۷	۳۸	۴۱/۳	۳۳	۵۱/۶
	۹۹	۱۰۰	۸۶	۱۰۰	۹۲	۱۰۰	۶۴	۱۰۰
سن	۲	۲	۱	۱/۲	-	-	-	-
	۱	۱	۰	۰	۱۸	۱۹/۶	۳	۴/۷
	۲۲	۲۲/۲	۲۳	۲۶/۷	۳۰	۳۲/۶	۲۲	۳۴/۴
	۳۱	۳۱/۳	۴۰	۴۶/۵	۲۸	۳۰/۴	۲۴	۳۷/۵
	۴۳	۴۳/۴	۲۲	۲۵/۶	۱۶	۱۷/۴	۱۵	۲۳/۴
	۹۹	۱۰۰	۸۶	۱۰۰	۹۲	۱۰۰	۶۴	۱۰۰
تحصیلات	۲	۲	-	-	-	-	-	-
	۱	۱	۴	۴/۷	۴	۴/۳	۲	۳/۱
	۴	۴	۱۰	۱۱/۶	۶	۶/۵	۳	۴/۷
	۴۱	۴۱/۴	۳۱	۳۶	۴۰	۴۳/۵	۳۳	۵۱/۶
	۴۳	۴۳/۴	۳۸	۴۴/۲	۳۸	۴۱/۳	۲۴	۳۱/۵
	۸	۸/۱	۳	۳/۵	۴	۴/۳	۲	۳/۱
	۹۹	۱۰۰	۸۶	۱۰۰	۹۲	۱۰۰	۶۴	۱۰۰
جایگاه شغلی	۲	۲	-	-	-	-	-	-
	۵۶	۵۶/۶	۶۰	۶۹/۸	۵۲	۵۶/۵	۴۷	۷۳/۴
	۱۶	۱۶/۲	۱۶	۱۸/۶	۱۴	۱۵/۲	۸	۱۲/۵
	۸	۸/۱	۲	۲/۳	۷	۷/۶	۱	۱/۶
	۱۷	۱۷/۲	۸	۹/۳	۱۹	۲۰/۷	۸	۱۲/۵
	۹۹	۱۰۰	۸۶	۱۰۰	۹۲	۱۰۰	۶۴	۱۰۰

در بخش کیفی، داده‌های حاصل از مصاحبه با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی قیاسی از طریق کدگذاری کیفی تحلیل شدند. در بخش مشاهده نیز توصیف کامل مشاهدات آورده شده و در صورت نیاز، کدگذاری کیفی

برای مقولات مشاهده‌ای نیز انجام شده است. در بخش کمی ابتدا سؤالات مربوط به هر مؤلفه با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ مقیاس‌سازی و به کمک شاخص‌های آمار توصیفی به‌عنوان نتیجه نهایی در پژوهش ذکر شد.

۳- نتایج و بحث

همان‌طور که در بخش چارچوب نظری بیان شد تاب‌آوری سازمانی در ۳ بعد تاب‌آوری ارتباطی، اطلاعاتی و ساختاری-سازمانی سنجیده شده است. در ادامه تاب‌آوری هر ۴ خبرگزاری‌ها براساس شاخص‌های مرتبط با هر بُعد توصیف و مقایسه شده است.

۳-۱- تاب‌آوری ارتباطی

این بعد شامل دو شاخص «توزیع و ارسال اخبار و اطلاعات» و «دریافت داده و اطلاعات» است.

۱- شاخص توزیع و ارسال اخبار و اطلاعات

زیرشاخص‌های شش‌گانه زیر نشان‌دهنده همین مسیرهای موازی اطلاع‌رسانی است که در چهار خبرگزاری مورد مطالعه مقایسه شده است.

۱-۱- تبادل و توزیع اخبار از طریق شبکه‌های اجتماعی: شبکه‌های اجتماعی، بازیگر مهم در عرصه تولید و انتشار محتوا هستند. خبرگزاری‌ها از شبکه‌های اجتماعی به‌عنوان کانال اطلاع‌رسانی جایگزین وبسایت در شرایط بحرانی استفاده می‌کنند. براساس، جدول شماره ۴ به لحاظ تنوع کانال، خبرگزاری فارس دارای بیشترین حضور در شبکه‌های اجتماعی مختلف است.

جدول ۴- مقایسه حضور خبرگزاری‌ها در شبکه‌های اجتماعی (منبع: یافته‌های تحقیق)

	تویتر	اینستاگرام	تلگرام	سروش	بله	آی‌گپ	اینا	آپارات
ایسنا	✓	✓	✓					✓
ایرنا	✓	✓		✓				
مهر	✓			✓	✓			
فارس	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

۲-۱- امکان اطلاع‌رسانی از طریق سیستم‌های پیامکی: سیستم پیامکی در حقیقت یک نرم‌افزار در فضای اینترنت یا سیستم‌عامل است که به خبرگزاری این امکان را می‌دهد تا برای مشتریان خود پیامک‌های انبوه ارسال کند.

خبرگزاری فارس هم دانگل^۱ و هم سیستم پنل اینترنتی را برای اطلاع‌رسانی پیامکی تدارک دیده است. مزیت دیگر خبرگزاری فارس آن است که با استفاده از سامانه «فارس من» توانسته تا شماره مخاطبین این سامانه را در بانک اطلاعاتی خود داشته باشد. در مورد خبرگزاری مهر هم به دلیل عدم همکاری در ارائه اطلاعات نمی‌توان قضاوتی داشت.

جدول ۳- مقایسه استفاده از بستر اطلاع‌رسانی پیامکی توسط خبرگزاری‌ها (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	داشتن سامانه اینترنتی	داشتن سامانه سخت‌افزاری	داشتن دیتابیس شماره تماس مسئولان	داشتن دیتابیس شماره تماس مردم
ایسنا	*		*	
ایرنا				
فارس	*	*	*	*

۳-۱- امکان اطلاع‌رسانی مکتوب: منظور از اطلاع‌رسانی مکتوب فراهم آوردن زمینه چاپ اخبار روی کاغذ (نظیر روزنامه‌ها و مجلات) و توزیع آن‌ها است. اطلاع‌رسانی مکتوب به عنوان یک بستر برای اطلاع‌رسانی در قالب سناریوی بدبینانه عدم دسترسی به اینترنت و عدم دسترسی به شبکه مخابراتی در نظر گرفته شد. تمامی خبرگزاری‌ها برنامه‌ریزی‌ای برای استفاده از چنین زیرشاخصی نداشته‌اند.

جدول ۴- مقایسه استفاده از بستر اطلاع‌رسانی مکتوب توسط خبرگزاری‌ها (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	ابزارها و امکانات	نحوه برنامه‌ریزی	نحوه استفاده کنونی
ایسنا	دارای مجوز اطلاع‌رسانی مکتوب - فاقد تجهیزات	عدم برنامه‌ریزی برای اطلاع‌رسانی مکتوب در شرایط بحرانی	-
ایرنا	امکان استفاده از ظرفیت روزنامه ایران برای اطلاع‌رسانی مکتوب	عدم برنامه‌ریزی برای اطلاع‌رسانی مکتوب در شرایط بحرانی	-
مهر	امکان استفاده از ظرفیت روزنامه تهران تایمز برای اطلاع‌رسانی مکتوب	عدم برنامه‌ریزی برای اطلاع‌رسانی مکتوب در شرایط بحرانی - عدم اعتقاد به کارایی شاخص در شرایط بحرانی	-
فارس	دارای تجهیزات مناسب چاپ	عدم برنامه‌ریزی برای اطلاع‌رسانی مکتوب در شرایط بحرانی - عدم اعتقاد به کارایی این شیوه در شرایط بحرانی	استفاده به صورت محدود برای مسئولان

۱ در شبکه کامپیوتری، دانگل دستگاه کوچکی است که برای وصل کردن و متصل نمودن یک کامپیوتر به اینترنت، حالات مختلف شبکه و... طراحی شده است.

۱-۴- استفاده از صفحات اجتماعی خبرنگاران خبرگزاری: اگر تمامی سیستم‌های اطلاع‌رسانی خبرگزاری به علت وقوع بحران طبیعی در محیط پیرامونی آن صدمه ببیند می‌توان از ظرفیت صفحات اجتماعی خبرنگاران خبرگزاری برای انتقال اطلاعات استفاده کرد. سه خبرگزاری مهر، فارس و ایرنا، در حال برنامه‌ریزی جهت بهره‌گیری از این زیرشاخص هستند. خبرگزاری فارس در قالب سامانه «فارس من» در این راستا پروفایل اختصاصی به خبرنگاران تخصیص داده است.

جدول ۵- مقایسه استفاده از شبکه‌های اجتماعی خبرنگاران توسط خبرگزاری‌ها (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	توصیف
ایسنا	عدم وجود پروتکل تدوین شده و عدم اعتقاد به زیرشاخص
ایرنا	در حال برنامه‌ریزی برای استفاده از بستر عدم وجود سند مکتوب- وجود موانع دولتی در اجرا
مهر	در حال برنامه‌ریزی برای استفاده از بستر عدم وجود سند مکتوب
فارس	در حال برنامه‌ریزی برای استفاده از بستر عدم وجود سند مکتوب- طرح ابتکاری فارس من

۱-۵- نزدیکی و ارتباط با خبرگزاری‌های همسو و امکان ارتباط از طریق آن‌ها: طی تفاهم‌نامه‌هایی می‌توان این ظرفیت را به وجود آورد که اگر یک خبرگزاری به دلیل بحران در محیط پیرامونی‌اش دچار انفصال ارتباطی با مصرف‌کنندگان خبری خود شد، یک خبرگزاری همسو اخبار جمع‌آوری شده توسط خبرنگاران خبرگزاری صدمه دیده را منتشر کند. باین وجود، هیچ‌یک از خبرگزاری‌های مورد مطالعه در این تحقیق استفاده از چنین شاخصی را مورد توجه قرار نداده‌اند.

۱-۶- تعیین دفاتر جانبی معین برای پوشش وقایع: در شرایط بحرانی که امکان جمع‌آوری و ارسال خبر توسط خبرگزاری فعال در محیط بحرانی فراهم نباشد می‌تواند از قبل دفتر معینی را تعیین کند که وظیفه خبررسانی عهده‌دار شود. بررسی‌ها نشان داد که هیچ‌یک از خبرگزاری‌های کشور علی‌رغم دارا بودن ظرفیت تعیین دفاتر استانی نسبت به تدوین سند مکتوب یا حتی ابلاغ شفاهی و مصوبه در این زمینه اقدامی نکرده‌اند.

۲- شاخص دریافت داده و اطلاعات

در زیر به مقایسه خبرگزاری‌های مورد مطالعه تحقیق پیرامون توانایی دریافت داده و اطلاعات در شرایط زلزله احتمالی شهر تهران پرداخته شده است.

۲-۱- دریافت خبر از رسانه‌های مورد اعتماد و همکاری: معمولاً سازمان‌های خبری بزرگ بین خود تفاهم‌نامه‌هایی را برای تبادل اخبار و اطلاعات با یکدیگر امضاء می‌کنند؛ این مسئله ظرفیتی را فراهم می‌کند که

رسانه‌های مورد اعتماد و همکار در زمان بحران نیز از آن بهره بگیرند. با این وجود، هیچ‌یک از خبرگزاری‌های موردمطالعه استفاده از چنین شاخصی را مورد توجه قرار نداده‌اند.

۲-۲- امکان حفظ ارتباط با خبرنگاران: خبرگزاری باید بتواند از ابزارهای متعدد برای دریافت خبر از خبرنگاران میدانی خود استفاده کند. این ابزارها می‌تواند شامل پیام‌رسان اختصاصی سازمان، پیام‌رسان‌های عمومی نظیر تلگرام و واتس‌اپ، شبکه‌های اجتماعی نظیر دایرکت اینستاگرام و پنل اختصاصی خبرنگاران باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که هیچ‌کدام از خبرگزاری‌های کشور دارای تجهیزات خاص ارتباطی نیستند.

۲-۳- تاب‌آوری اطلاعاتی

این بُعد شامل دو شاخص «ذخیره‌سازی داده‌ها و اطلاعات» و «دسترسی به سایت» است.

۱- شاخص ذخیره‌سازی داده‌ها و اطلاعات

خبرگزاری‌های موردمطالعه تحقیق از نظر زیرشاخص‌های مرتبط با ذخیره‌سازی داده و اطلاعات موردبررسی قرار گرفته‌اند. البته خبرگزاری مهر در مورد هیچ‌کدام از زیرشاخص‌ها اطلاعاتی نداده و به همین دلیل در فرایند مقایسه موردبحث قرار نگرفته است.

۱-۱- مطلوب و ایمن بودن موقعیت مکانی سرورهای خبرگزاری: اتاق سرور اصلی‌ترین بخش یک شبکه ساخت یافته در مراکز امروزی است. سرورهای فیزیکی خبرگزاری باید در نقطه‌ای ایمن نگه‌داری شود که امکان جلوگیری از بروز آسیب به آن‌ها وجود داشته باشد. مقایسه نشان می‌دهد که تنها خبرگزاری فارس دارای استاندارد بین‌المللی ساخت اتاق سرور است. ایرنا در حال ساخت اتاق سرور استاندارد است که محل آن در طبقه همکف خبرگزاری است که ممکن است زیر آوار ساختمان قرار گیرد. ایسنا اتاق سرور خود را در بالاترین طبقه ساختمان قرار داده که دارای دیوارهای خارجی است و ممکن است در شرایط زلزله احتمالی، دیوارهای اتاق سرور فرو ریخته و حتی خود سرورها سقوط کنند.

جدول ۶- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص مطلوب و ایمن بودن اتاق سرور (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	توصیف	استاندارد/غیراستاندارد
ایسنا	مستقر در بالاترین طبقه ساختمان- داشتن دیوارهای خارجی	✓
ایرنا	در حال ساخت اتاق سرور استاندارد	✓
مهر	عدم همکاری در ارائه اطلاعات- فاقد استاندارد بر اساس مشاهده	✓
فارس	طراحی اتاق سرور بر اساس استاندارد بین‌المللی	!

۲-۱- **ذخیره‌سازی اطلاعات در نقاط مختلف:** برای حفاظت از اطلاعات و دسترسی به آن در شرایط بحرانی، اطلاعات خبرگزاری باید در دو نقطه در داخل سازمان و یک نقطه در خارج سازمان با رعایت قاعده ذخیره‌سازی داخلی، خارجی و تحت شبکه ذخیره گردد. براساس بررسی محققان، هر چهار خبرگزاری موردمطالعه اطلاعات خود را در نقاط مختلفی ذخیره می‌کند.

۳-۱- **پشتیبان‌گیری از اطلاعات:** پشتیبان‌گیری از اطلاعات یکی از راهکارهای امنیتی مرسوم برای حفظ داده‌ها است این امکان را فراهم می‌آورد تا در صورت آسیب‌دیدگی بتوان به‌سرعت با استفاده از داده پشتیبان وضعیت را به حالت عادی برگرداند. یافته‌ها نشان داد خبرگزاری ایرنا، فارس و ایسنا، هر یک از چند روش متعدد و نوین مانند ابر استفاده می‌نماید.

۴-۱- **وجود سرورهایی در خارج از سازمان:** سرورهای مجازی می‌تواند ایده خوبی برای جلوگیری از نابودی اطلاعات باشد به همین دلیل وجود سرورهایی خارج از سازمان که همان سرورهای مجازی مدنظر است. خبرگزاری فارس در داخل کشور در شهر تهران و خارج از آن و همچنین در خارج از کشور دارای سرور است و ایرنا و ایسنا تنها در شهر تهران سرور دارند. می‌توان گفت خبرگزاری فارس پیشروترین خبرگزاری در این بخش شناخته می‌شود که با فرض تخریب صددرصدی زیرساخت‌های شهر تهران و تمام سرورهای موجود آن در زلزله احتمالی شهر تهران، سرورهای جایگزین دیگری برای ادامه کار دارد.

۲- شاخص دسترسی به سایت

۲-۱- **وجود سایت پشتیبان^۱:** وجود سایت پشتیبان بر این مبنا است که اگر یک بحران طبیعی در محیط پیرامونی خبرگزاری سبب کندی دسترسی به اینترنت شود یا اینکه سایت اصلی به هر دلیلی از دسترس خارج شود بتوان به‌سرعت سایت پشتیبان را جایگزین کرد و اخبار را از طریق آن ارسال کرد. ایرنا ضعیف‌ترین خبرگزاری در این بخش محسوب می‌شود و فارس و ایسنا خبرگزاری‌های پیشرو هستند و اگر در زلزله احتمالی شهر تهران سرعت اینترنت به هر دلیل دچار اشکال شده خبرگزاری‌های ایسنا و فارس می‌توانند اطلاعات خود را از طریق این بستر به مردم برسانند.

۲-۲- **استفاده از ISP های مختلف جهت اتصال به اینترنت:** چون کسب‌وکار آن‌ها اصولاً مبتنی بر اینترنت است باید متکی بر یک سرویس‌دهنده خاص نباشند چراکه ممکن است در زمان وقوع بحران در یک محیط خاص که خبرگزاری در آن واقع شده است سرویس‌دهنده امکان سرویس‌دهی را از دست بدهد. همان‌طور که در جدول

شماره ۹ دیده می‌شود هر ۳ خبرگزاری لینک‌های مختلفی را به‌عنوان مسیر جایگزین برای دسترسی به اینترنت در صورت قطعی اینترنت تدارک دیده‌اند.

جدول ۷- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص استفاده از لینک‌های مختلف اینترنت (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	توصیف
ایسنا	استفاده از ۴ لینک مختلف برای دسترسی به اینترنت
ایرنا	تأمین اینترنت از طریق فیبرنوری و رادیو
فارس	دسترسی به اینترنت از دو درگاه مختلف تأمین اینترنت کشور

۲-۳- امکان دسترسی به پنل‌های کاربری در خارج محیط سازمانی: پنل گردش خبر نباید محدود به محیط سازمان باشد چراکه با بروز یک بحران طبیعی احتمالاً امکان اطلاع‌رسانی از طریق بستر اصلی انتشار خبر (وبسایت) از دست می‌رود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر ۳ خبرگزاری امکان دسترسی به پنل‌های کاربری را در خارج از سازمان فراهم کرده‌اند و فقط ایرنا دسترسی را به‌صورت کامل فراهم کرده است و دبیران و سردبیران آن قادرند تا از بیرون اخبار مربوط به زلزله را اطلاع‌رسانی کنند.

۳- تاب‌آوری ساختاری-سازمانی

این بُعد شامل ۷ شاخص «آینده‌نگری و ریسک‌پذیری و شناخت بحران‌های بالقوه»، «ایمنی و تمرکززدایی»، «فرهنگ تاب‌آوری»، «فرهنگ تداوم کسب‌وکار»، «دانش سازمانی و آموزش»، «ساختار مدیریت بحران-سازمانی» و «رهبری و نیروی انسانی سازمان» است.

۱- شاخص آینده‌نگری و ریسک‌پذیری و شناخت بحران‌های بالقوه

۱-۱- روحیه ریسک‌پذیری: روحیه ریسک‌پذیری باید در ضمن خود نوعی امکان سودآوری، فرصت‌سازی، رفع تهدید و ... داشته باشد. براساس داده‌های جدول ۱۰، هر چهار خبرگزاری میانگین بالای ۳ را در ریسک‌پذیر بودن کارکنان دریافت کردند. میانگین بالای ۳ اشاره به وضعیت مناسب دارد و کارکنان هر چهار خبرگزاری شرایط مناسبی برای مقابله با شرایط زلزله دارند.

جدول ۸- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص روحیه ریسک‌پذیری (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	فارس	مهر	ایسنا	ایرنا
وضعیت	۳/۱۶	۳/۶۴	۳/۱۸	۳/۱۱

۲-۱- امکان شناخت ریسک و وجود قابلیت مدیریت ریسک‌ها: در خبرگزاری باید امکان شناخت ریسک‌ها وجود داشته باشد. اگر از قبل بر اساس آگاهی وضعیتی ریسک‌ها شناخته شده باشد می‌توان زیان هر یک را سنجید و راهکار درست مدیریت آن‌ها را اتخاذ کرد. همان‌طور که در جدول ۱۱ مشخص است خبرگزاری ایرنا صرفاً به ریسک‌های امنیتی توجه داشته که دلیل آن هم دولتی بودن خبرگزاری ایرناست.

جدول ۹- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص امکان شناخت ریسک و وجود قابلیت مدیریت ریسک‌ها (منبع:

یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	توصیف
ایسنا	نداشتن اقدام جدی برای شناسایی و مدیریت ریسک
ایرنا	در اولویت نبودن شناسایی و مدیریت ریسک - اهمیت به امنیت فیزیکی خبرگزاری
مهر	نداشتن اقدام جدی برای شناسایی و مدیریت ریسک
فارس	شناخت ریسک انجام شده - مدیریت ریسک انجام نشده

۳-۱- پیش‌بینی و آگاهی نسبت به خطرات و بلایای پیرامونی: اشراف و آگاهی نسبت به خطرات پیرامونی و عوامل زمینه‌ساز آن‌ها می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری درستی برای رفع عوامل زمینه‌ساز یا مقابله با خطرات و بلایا شود. خبرگزاری فارس شرایط مناسبی تری دارد و پیشرو شناخته می‌شود. خبرگزاری مهر و ایرنا به دلیل اخطارهای آتش‌نشانی در مورد تهدید سازه خود آگاهی دارند اما به سایر تهدیدات آگاهی ندارند و در خبرگزاری ایسنا تهدیدات احتمالی زلزله در این خبرگزاری پیش‌بینی نشده است که ممکن است با وقع زلزله دچار غافلگیری شود.

۴-۱- آگاهی و اطلاع از منابع درونی و بیرونی در دسترس: تمام آنچه در تولید خدمت سازمان خبرگزاری (تولید خبر، گزارش، مصاحبه و...) مورد استفاده قرار می‌گیرد منابع سازمانی خبرگزاری محسوب می‌شود که ممکن است در بیرون و داخل سازمان وجود داشته باشند و باید نسبت به دسترسی و عدم دسترسی به آن‌ها آگاهی کامل وجود داشته باشد چراکه در هنگام بحران ممکن است اهمیت ضرورت دسترسی به یک منبع بسیار افزایش یابد. هیچ‌کدام از خبرگزاری‌ها اقدامی سازماندهی شده و هدفمند در رابط با این زیرشاخص انجام ندادند. در واقع آن‌ها اگر نسبت به برخی منابع نیز آگاهی دارند به دلیل تجربه‌های پیشین بوده و برای زلزله احتمالی شهر تهران فاقد پیش‌بینی و آگاهی نسبت به منابع در دسترس درونی و بیرونی هستند.

۵-۱- احصاء پیش‌نیازهای برقراری فعالیت سازمان در شرایط بحران: آگاهی از حداقل پیش‌نیازها به سازمان کمک می‌کند تا بتواند مدیریت مناسبی بر منابع داشت و سطح انتظارات سازمانی را نیز در شرایط خاص به حالت تعادل رساند. از چهار خبرگزاری، سه خبرگزاری مهر، ایرنا و فارس به لحاظ سخت‌افزاری پیش‌بینی‌های لازم را داشته‌اند اما در خبرگزاری ایسنا تدابیر تنها مبتنی بر تجربه بوده است.

۱-۶- وجود سازوکار بیمه‌ای: بیمه سازوکاری است که طی آن یک بیمه‌گر، بنا به ملاحظات تعهد می‌کند که زیان احتمالی یک بیمه‌گذار را در صورت وقوع یک حادثه در یک دوره زمانی خاص، جبران نماید. باوجوداین سازوکار، منبع مالی سازمان برای جبران زیان ناشی از بحران احتمالی دچار اشکال نمی‌شود. خبرگزاری مهر، بیمه کارکنان (بیمه تأمین اجتماعی، تکمیلی و حوادث)، بیمه ساختمان (حتی دفاتر استانی) و بیمه تجهیزات (انواع سخت‌افزارها) را در نظر گرفته است. بعد از مهر، فارس و ایسنا شرایط بهتری دارند. گرچه این دو خبرگزاری بیمه ساختمانی ندارند اما دارای بیمه کارکنان و بیمه تجهیزات هستند. در ایرنا نیز بخشی از کارکنان بیمه داشته و بخشی دیگر بیمه ندارند.

جدول ۱۰- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص وجود سازوکار بیمه‌ای (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	توصیف
ایسنا	بیمه کارکنان (بیمه تأمین اجتماعی، تکمیلی و حوادث)، بیمه تجهیزات (انواع سخت‌افزارها)
ایرنا	بیمه کارکنان (بخشی از کارکنان)، بیمه تجهیزات (انواع سخت‌افزارها)
مهر	بیمه کارکنان (بیمه تأمین اجتماعی، تکمیلی و حوادث)، بیمه ساختمان (حتی دفاتر استانی) و بیمه تجهیزات (انواع سخت‌افزارها)
فارس	بیمه کارکنان (بیمه تأمین اجتماعی، تکمیلی و حوادث)، بیمه تجهیزات (انواع سخت‌افزارها)

۲- شاخص ایمنی و تمرکززدایی

۲-۱- نگاه بلندمدت به مسئله ایمنی و فرهنگ‌سازی ایمنی در سازمان: خبرگزاری‌ها باید خود را ایمن نگه داشته و ایمنی را در دل فرهنگ‌سازمانی خود نهادینه کنند تا بتوانند از طریق ایمن نگه‌داشتن خود میزان تاب‌آوری خود را افزایش دهند. بررسی ما نشان می‌دهد که نگاه مدیران خبرگزاری‌های ایسنا، فارس، مهر و ایرنا به ایمنی مقطعی بوده و با مشاهده برخی بحران‌ها برای مدتی کوتاه اولویتشان به تأمین ایمنی خبرگزاری تغییر می‌کند.

۲-۲- چیدمان ایمن وسایل در تحریریه: تحریریه یک خبرگزاری محل تجمع نیروهای خبری خبرگزاری است بنابراین باید امنیت این افراد به نحو مطلوب تأمین گردد. یکی از راهکارهای مهم در زمینه به‌خصوص برای زلزله، چیدمان ایمن وسایل در داخل تحریریه است. هر چهار خبرگزاری، از این نظر آسیب‌پذیرتر هستند و چیدمان وسایل تحریریه و اتاق‌های کاری نیازمند بازبینی است؛ میز کار برخی افراد در کنار شیشه‌ها تعبیه شده و امکان سقوط کمد‌ها روی افراد و بسته‌شدن راه خروج نیز وجود دارد.

۲-۳- وجود دستگاه‌های هشدار بروز بلایا در سازمان: یک سیستم اطلاع‌رسانی اضطراری روشی برای ارسال پیام فوری به افراد و آگاه کردن آن‌هاست. دستگاه‌های هشدار می‌توانند در کمترین زمان ممکن افراد ساکن در ساختمان را از وقوع زلزله آگاه کنند.

جدول ۱۱- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص وجود دستگاه‌های هشدار بروز بلایا در سازمان (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	توصیف
ایسنا	مجهز به تجهیزات هشداردهنده - همچنین حساس به دود
ایرنا	مجهز نبودن به تجهیزات هشداردهنده
مهر	مجهز به تجهیزات هشداردهنده ویژه آتش‌سوزی - همچنین حساس به دود
فارس	مجهز به تجهیزات هشداردهنده

۲-۴- دسترسی مناسب به زیرساخت‌ها نظیر برق، تلفن، آب: برق، تلفن و آب ازجمله مهم‌ترین زیرساخت‌های شهری هستند. دسترسی مناسب به این زیرساخت‌ها از آنجایی که جزء نیازهای ضروری برای شرایط است. بررسی محققان از هر چهار خبرگزاری نشان داد که دسترسی مناسبی به زیرساخت‌ها نظیر برق، تلفن و آب دارند.

۲-۵- عدم تمرکز و تجمع نیروها در یک مکان خاص: اگر تمامی منابع انسانی یک سازمان خبرگزاری در یک مکان خاص متمرکز باشند آنگاه ممکن است در صورت بروز یک حادثه طبیعی تمام افراد دچار صدمه و آسیب شده و خسارات فراوانی به دنبال آن به وجود آید. براساس یافته‌ها، خطرپذیری خبرگزاری فارس و ایرنا در مقابل زلزله فراوان است. اشکال اساسی مهر آن است که در بخش اخبار داخلی تمرکز نیروها در تحریریه‌ها به ۵۰ تا ۶۰ نفر می‌رسد؛ که آسیب‌پذیری خبرگزاری مهر را افزایش می‌دهد. در نقطه مقابل، در خبرگزاری ایسنا طراحی فضای کاری به گونه‌ای است که امکان هر نوع واکنش مناسب در زمان زلزله در خود تحریریه‌ها فراهم است.

جدول ۱۲- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص عدم تمرکز نیروها در یک مکان خاص (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	توصیف
ایسنا	دارای تحریریه‌های مختلف در طبقات مختلف - تحریریه‌ها دارای فضای باز و مناسب
ایرنا	تجمع خبرنگاران ایرنا در طبقه هفتم ساختمان (اقد آسانسور) و تمرکز بالا در تحریریه ایرنا
مهر	متمرکز در یک ساختمان ولی در طبقات مختلف ساختمان - گروه عکس طبقه همکف و گروه اخبار داخلی در طبقه دوم
فارس	تجمع و تمرکز نیروهای خبری در بخش تحریریه

۲-۶- تهیه مکان جایگزین: مکانی که در شرایط بحرانی و عدم امکان استقرار نیروهای در محل اصلی خبرگزاری، امکان استقرار نیروها به صورت موقت در آن فراهم باشد. خبرگزاری ایسنا، پیش‌بینی و برنامه‌ریزی خاصی برای تهیه محیطی جایگزین محیط فعلی خبرگزاری برای شرایط بحرانی و زلزله احتمالی شهر تهران نداشته است. خبرگزاری مهر به صورت بالقوه، امکان استفاده از ساختمان تهران‌تایمز و خبرگزاری فارس نیز از مجموعه باشگاه توانا به عنوان مکان جایگزین را دارند. خبرگزاری ایرنا «امکان بهره‌گیری از دو ساختمان جایگزین» واقع در نزدیکی ساختمان اصلی خبرگزاری را دارد اما مشکل مربوط به لینک اینترنتی است که از ساختمان اصلی تأمین می‌شود.

۲-۷- تهیه و تدارک امکانات جایگزین: امکانات جایگزین به امکاناتی مشابه امکانات اصلی سازمان خبرگزاری گفته می‌شود که زمینه تداوم کار و فعالیت و ارائه خدمت سازمان را در صورت بروز مشکل برای امکانات اصلی سازمان فراهم می‌کند. خبرگزاری فارس دارای تجهیزات جایگزین است اما مشکل اصلی آن است که برنامه‌ریزی خاصی در مورد استفاده از امکانات جایگزین ندارد. دیگر خبرگزاری‌ها در این شاخص وضعیت نامناسبی دارند.

۲-۸- وجود امکانات اولیه امدادسانی در سازمان: هر سازمانی برای رعایت حداقل مسائل امدادی و اضطراری را دارد نیاز به تجهیزات جعبه کمک‌های اولیه، منبع تغذیه اضطراری و دستگاه‌های تأمین برق دارد که وجود آن‌ها در یک خبرگزاری ضروری به نظر می‌رسد. با وجود مجهز بودن هر چهار خبرگزاری، به جعبه کمک‌های اولیه، محققان موفق به مشاهده این امکانات نشدند و این امکانات، در دید همگان قرار نداشت.

۲-۹- وجود تجهیزات اطفاء حریق سالم: سیستم‌های اطفاء حریق خودکار و یا دستی سیستم‌هایی هستند که جهت خاموش کردن حریق در هنگام وقوع یک آتش‌سوزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. واکنش سریع و به موقع نسبت به حریق در ساختمان‌ها با هدف پیشگیری از وارد آمدن خسارات جانی و مالی از اهمیت ویژه‌ای دارد. هر چهار خبرگزاری مجهز به تجهیزات اطفاء حریق دستی سالم در طبقات مختلف هستند که دارای ضامن و شارژ است. در نقطه مقابل، هیچ‌کدام مجهز به تجهیزات اطفاء حریق خودکار نیستند.

۲-۱۰- وجود مراقبت‌های فیزیکی و امنیتی: در هنگام وقوع یک بحران طبیعی در محیط پیرامونی یک سازمان خبرگزاری ممکن است به دلیل هرج و مرج ناشی از بحران مراقبت‌های فیزیکی و امنیتی نادیده گرفته شود لذا باید تا حد امکان بر وجود چنین مراقبت‌هایی تأکید کرد. خبرگزاری ایرنا و فارس حساسیت بیشتری به خرج داده‌اند؛ حراست ایرنا مجموعه مسلح به ابزارهای لازم امنیتی است. در خبرگزاری مهر ورود افراد با هماهنگی حراست مجموعه اتفاق می‌افتد ولی درب ورودی گروه عکس در جنب مجموعه حراست و در طبقه همکف قرار دارد که به نظر به لحاظ امنیتی چندان مناسب نیست و دسترسی به تحریریه به سادگی در چنین حالتی فراهم می‌شود.

جدول ۱۳- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص وجود مراقبت‌های فیزیکی و امنیتی (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	توصیف
ایستا	حراست مجموعه - دوربین مداربسته
ایرنا	دوربین مداربسته - شیفت نیروی انتظامی - گیت‌های امنیتی - انتظامات خبرگزاری
مهر	مزیت: حراست مجموعه؛ عیب: دسترسی آسان به درب ورودی گروه عکاسی خبرگزاری
فارس	استفاده از حراست - دوربین مداربسته - استفاده از اثر انگشت برای عبور از گیت و ورود به بخش‌های حساس

۳- شاخص فرهنگ تاب‌آوری

۳-۱- دیدگاه سرمایه محور به جای دیدگاه هزینه محور بر تاب‌آوری سازمان: اگر سازمان به جای دیدگاه هزینه محور داشته باشد، خواهد توانست در شرایط بحرانی با کمترین چالش به فعالیت خود ادامه دهد. هیچ‌یک از خبرگزاری‌ها دیدگاه سرمایه‌محور نسبت به تاب‌آوری ندارند و چون زلزله را یک شرایط استثناء می‌دانند حاضر نیستند در راستای بهبود تاب‌آوری هزینه کنند.

۳-۲- نگاه راهبردی و اولویتی به مسئله تاب‌آوری: اگر دیدگاه نگاه به تاب‌آوری با توجه به مزایای آن در اولویت یک سازمان خبرگزاری یا هر سازمان دیگری قرار گیرد آنگاه برنامه‌ریزی درستی برای آن نیز صورت می‌گیرد. بررسی هر چهار خبرگزاری نشان می‌دهد که مسئله ایمنی در سه اولویت برتر آنان جایگاهی ندارد.

۳-۳- آمادگی برای تأمین جانی و مالی زندگی اعضای سازمان در هنگام بروز بحران: خانواده کارکنان یک سازمان هم جزو خانواده آن سازمان محسوب می‌شوند بنابراین باید سازمان از قبل آمادگی لازم را برای تأمین مالی و جانی اعضای خانواده خود را داشته باشد و بتواند پوشش مناسبی برای آن‌ها در نظر بگیرد. هیچ‌کدام از خبرگزاری‌ها آمادگی تأمین مالی و جانی زندگی اعضای سازمان را ندارند.

۳-۴- وجود دیوار بلند اعتماد بین مسئولان و خبرنگاران و کارکنان سازمان: در شرایط بحرانی اگر فقدان اعتماد وجود داشته باشد نخست آنکه اطلاعات درون سازمان با تردید به کارکنان منتقل می‌شود و دیگر آنکه خبرنگاران، دبیران و سردبیران برای انتشار خبر با مشکلات متعدد مواجهه می‌شوند؛ در هر چهار خبرگزاری اعتماد بالا به پایین بر اساس توصیفات مدیران خوب است.

بعد دیگری از اعتماد مربوط به اعتماد افقی و همچنین اعتماد پایین به بالا است. نتیجه بررسی اعتماد افقی و پایین به بالا نشان می‌دهد که ایستا با میانگین ۲/۹۴ است در شرایط پایین‌تر از حد متوسط طیف یعنی ۳ قرار دارد و در واقع ضعیف‌ترین خبرگزاری در این بخش است. میانگین ۳/۳۳ در خبرگزاری مهر نشان از اوضاع بهتر خبرگزاری مهر نسبت به سایر خبرگزاری‌ها دارد. باین حال به‌طور کلی هر ۴ خبرگزاری نیازمند سازوکارهای اعتمادآفرین هستند تا بتوانند اعتماد کارکنان خود به یکدیگر و مدیران را افزایش دهند.

جدول ۱۴- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص اعتماد (پایین به بالا و افقی) (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	فارس	مهر	ایسنا	ایرنا
وضعیت	۳/۱۸	۳/۳۳	۲/۹۴	۳/۰۲

۳-۵- واکنش و مواجهه فعالانه در قبال بحران و فرصت‌سازی از آن: سازمانی که در قبال بحران فعالانه عمل می‌کند به محض وقوع آن وارد عمل می‌شوند و فعالانه در جهت کنترل و مهار بحران و کاهش آثار سوء بحران حرکت می‌کنند. براساس نتایج جدول زیر، خبرگزاری‌های مورد مطالعه هر یک به‌نحوی به فرصت‌سازی خود از بحران توجه داشتند.

جدول ۱۷- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص فرصت‌سازی از بحران (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	توصیف
ایسنا	واکنش فعالانه به بحران و فرصت‌سازی از آن - شهروند خبرنگار
ایرنا	واکنش فعالانه به بحران و فرصت‌سازی از آن - افزایش اعتبار و ظرفیت‌سازی
مهر	واکنش فعالانه به بحران و فرصت‌سازی از آن
فارس	واکنش فعالانه به بحران و فرصت‌سازی از آن - ارتقاء برندینگ

۳-۶- وجود باور کنترل خسارات در بین مسئولان سازمان: لازم است تا باور کنترل خسارات همواره در سازمان جاری باشد؛ این باور سازمان را نسبت به بی‌توجهی به خسارات بحران و فجایع بزرگ و کوچک حساس می‌کند. مدیران هر چهار خبرگزاری بر این باور بودند که اگر زلزله تهران رخ دهد کاری از دست هیچ‌کس ساخته نیست و به‌نوعی خود را تسلیم می‌بینند.

۳-۷- آمادگی زیستن در شرایط متغیر: بحران طبیعی ممکن است برای مدت‌زمان طولانی‌ای تداوم داشته باشد و این مسئله بیانگر آن است که باید آمادگی زیستن در شرایط متغیر برای سازمان، مدیران و کارکنان آن وجود داشته باشد. نتایج نشان می‌دهد که کارکنان هر چهار خبرگزاری آمادگی بالاتر از حد متوسط را برای کار در شرایط بحرانی و متغیر را دارند. کارکنان ایرنا در این زیرشاخص پیشروتر از سایر خبرگزاری‌ها هستند و کارکنان فارس در این زیرشاخص عقب‌تر از سایر خبرگزاری‌ها قرار دارند.

جدول ۱۵- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص آمادگی زیستن در شرایط متغیر (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	فارس	مهر	ایسنا	ایرنا
وضعیت	۳/۲۶	۳/۳۵	۳/۳۵	۳/۳۷

۳-۸- ذهنیت باز و آماده تغییر: در شرایط بحرانی، گاه ممکن است روش کار تغییر کند، گاه ساختار و گاه مدیران سازمان. عبور از یک بحران اگر نیازمند چنین تغییراتی باشد باید با ذهنی باز از آن استقبال کرد و نه آنکه بر حفظ وضع موجود پای فشرده. برای اندازه‌گیری این زیرشاخص از مصاحبه و پرسشنامه به‌طور توأمان استفاده شد. بر اساس مصاحبه انجام شده می‌توان اذعان کرد که در خبرگزاری ایسنا، مهر و فارس، ذهنیت باز و آماده تغییر در مدیران وجود دارد که این مسئله می‌تواند برای آنان در شرایط مواجهه با زلزله فرصت‌آفرین باشد.

بررسی دیدگاه کارکنان شرایط متفاوتی نسبت به مدیران را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه هم مدیران و هم کارکنان ایسنا ذهنیت آماده تغییر دارند می‌توان این خبرگزاری را در این زیرشاخص پیشرو دانست.

جدول ۱۶- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص ذهنیت باز و آماده تغییر (کارکنان) (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	فارس	مهر	ایسنا	ایرنا
وضعیت	۲/۹۷	۲/۸۴	۳/۱۹	۳/۲۷

۴- شاخص فرهنگ تداوم کسب‌وکار

۴-۱- تعهد کارکنان و خبرنگاران در قبال سازمان: برای انجام وظایف در شرایط بحرانی، باید در کارکنان خبرگزاری تعهد ایجاد نمود تا در هر شرایطی انجام وظیفه کرده و کار خویش را به نحو مناسب انجام دهند تا نیل اهداف سازمان محقق شود. کارکنان هر ۴ خبرگزاری مورد مطالعه تعهدی بالاتر از حد متوسط به سازمان خود دارند.

جدول ۱۷- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص تعهد (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	فارس	مهر	ایسنا	ایرنا
وضعیت	۳/۹۳	۳/۹۸	۳/۶۸	۳/۷۶

۴-۲- تمایل به تداوم کسب‌وکار در شرایط بحرانی در سطوح مختلف خبرگزاری: تمایل به تداوم کسب‌وکار یعنی آنکه وجود کسب‌وکار ترجیح دارد بر آنچه اتفاق افتاده و وجود چنین موضوعی در سطوح مختلف خبرگزاری برای نجات از بحران‌ها ضروری می‌نمایند. بنا بر بررسی‌ها هر چهار خبرگزاری شرایط متوسط به بالایی در این زیرشاخص دارند.

جدول ۱۸- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص تمایل به تداوم کسب‌وکار (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	فارس	مهر	ایسنا	ایرنا
وضعیت	۳/۵۱	۳/۴۴	۳/۶۶	۳/۳۰

۴-۳- آماده کردن سازمان توسط رهبر برای دوران پس از خود رهبر: خبرگزاری‌ها به دلیل شرایط کاری ویژه خود در محیطی آشفته و متغیر زیست می‌کنند و رهبری یک عنصر کلیدی در هدایت و مدیریت این چنین محیطی است و آماده کردن پیروان برای دوران پس از رهبر برای افزایش تاب‌آوری مهم است. به جز خبرگزاری فارس، سه خبرگزاری دیگر چنین سازوکار و اقدامی را به طور منظم و تدوین شده تدارک ندیده‌اند.

۴-۴- امکان چابک سازی و کوچک سازی سازمان: چابکی توصیفگر سرعت و قدرت پاسخ‌گویی هنگام مواجهه با رویدادهای داخلی و خارجی سازمان است و کوچک سازی نیز به تغییر اندازه سازمان اشاره دارد. بررسی (جدول ۲۲) نشان داد که در خبرگزاری فارس، ایجاد تغییرات و چابک سازی در ساختار خبرگزاری با دشواری همراه است؛ خبرگزاری ایسنا به دلیل ساختار دانشجویی خود و به کارگیری بخش عظیمی از دانشجویان رشته روزنامه‌نگاری به عنوان کارآموز، توان کوچک سازی سازمان را دارد.

جدول ۱۹- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص امکان چابک سازی و مجازی سازی (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	توصیف
ایسنا	امکان چابک و کوچک سازی - تیم دانشجویی و روحیه دانشجویی
ایرنا	فاقد امکان چابک سازی و کوچک سازی - تعداد بالای نیروی انسانی
مهر	امکان چابکی و کوچک سازی - مدیریت مجموعه با ۳-۴ نفر در شب
فارس	امکان چابک سازی و کوچک سازی - دشوار بودن تغییرات ساختاری ولی شدنی

۴-۵- بالا بودن امکان تغییر و اصلاح ساختار: ساختار سازمانی چارچوبی است که مدیران برای تقسیم و هماهنگی فعالیت‌های اعضای سازمان آن را ایجاد می‌کنند. تغییر و اصلاح ساختار می‌تواند اقدامی اساسی در جهت پیشگیری از بحران، بازیابی و یا دگرگونی پس از بحران باشد. به جز خبرگزاری ایرنا که امکان تغییر ساختار در آن پایین است، خبرگزاری‌ها دیگر امکان اصلاح و تغییر ساختار را دارند.

۴-۶- امکان مجازی سازی سازمان در لحظه: در غیاب یک یا چند عضو گروه کاری، سیستم نقش مجازی این امکان را می‌دهد تا فرد علاوه بر نقش خود بتواند در نقش‌های دیگران نیز ظاهر شود. هر سه خبرگزاری فارس، مهر و ایسنا امکان مجازی سازی لحظه‌ای دارند.

جدول ۲۰- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص امکان مجازی سازی سازمان در لحظه (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	توصیف
ایسنا	امکان مجازی سازی لحظه‌ای
ایرنا	عدم امکان مجازی سازی لحظه‌ای - تنها امکان ارسال و تأیید خبر از بیرون خبرگزاری
مهر	امکان مجازی سازی لحظه‌ای - امکان فعالیت از راه دور با هر وسیله‌ای

نام خبرگزاری	توصیف
فارس	امکان مجازی سازی لحظه ای - تیم اطلاع رسانی سریع

۵- شاخص دانش سازمانی و آموزش

۵-۱- تبدیل دانش به رفتار فردی ایمن: دانش افراد به تدریج و در طول زمان از طریق جذب پاره های مختلف اطلاعاتی به دست آمده است اما گاهی این دانش منجر به رفتار درست نمی شود؛ یعنی آنکه فرد دانش لازم برای انجام یک کار را دارد اما به رفتار تبدیل نشده است. با توجه به اعداد به دست آمده مشخص است که هر ۴ خبرگزاری دارای میانگین بالاتر از حد متوسط (۳) هستند.

جدول ۲۱- مقایسه خبرگزاری ها در زیر شاخص تبدیل دانش به رفتار فردی ایمن (منبع: یافته های تحقیق)

نام خبرگزاری	فارس	مهر	ایسنا	ایرنا
وضعیت	۳/۱۰	۳/۲۶	۳/۱۵	۳/۰۱

۵-۲- جریان داشتن اطلاعات مربوط به سازمان در بدنه سازمان: هنگامی که اطلاعات در بدنه سازمان جریان داشته باشد کارکنان نسبت به نحوه واکنش خود در موقع بحران آگاه خواهند بود به ویژه اینکه در خبرگزاری ها عوامل برون سازمانی زیادی بر سازمان اثرگذار است. جدول زیر نشان می دهد که هیچ یک از این خبرگزاری ها دارای وضعیت مناسبی در این زیر شاخص نیستند.

جدول ۲۲- مقایسه خبرگزاری ها در زیر شاخص جریان داشتن اطلاعات مربوط به سازمان در بدنه سازمان (منبع:

یافته های تحقیق)

نام خبرگزاری	فارس	مهر	ایسنا	ایرنا
وضعیت	۲/۸۱	۲/۸۸	۲/۷۸	۲/۸۳

۵-۳- ایجاد دستورالعمل ها برای مواجهه با بحران: هیچ یک از خبرگزاری ها مورد مطالعه دستورالعمل مواجهه با بحران ندارند. منظور از دستورالعمل مواجهه با بحران آن است که نیروهای خبری در برابر زلزله مفروض این پژوهش و دگرگونی های محیطی و هنگامی که بحران زلزله بر سازمان آن ها نیز مترتب شده چگونه عملیات خبری کنند.

۵-۴- برگزاری مانورهای دوره ای و آموزش مواجهه با بحران: مانورها و دوره های مواجهه با بحران یکی از فراگیرترین نوع تمرین ها برای آمادگی در جهان به شمار می آید. مانورها به ارزیابی عملکرد و نیز برآورد کیفی منابع می پردازند و معیاری برای سنجش اجرایی بودن و عملکرد برنامه مدیریت بحران می باشند. کارکنان خبرگزاری مهر دوره هایی را با مشارکت هلال احمر در این زمینه گذرانده اند و آمادگی بیشتری در هنگام زلزله مفروض از آن ها انتظار

است. خبرگزاری فارس نیز در حال برنامه‌ریزی برای اجرای دوره‌های مرتبط است. خبرگزاری‌های ایسنا و ایرنا اما تدبیری برای انجام این دوره‌ها نداشتند.

۶- شاخص ساختار مدیریت بحران سازمانی

۶-۱- تعریف مسئولیت مدیریت بحران و پدافند غیرعامل در چارت سازمانی: لازم است تا تیم مدیریت بحران سازمان بحران‌ها را بشناسد، امکانات مناسب را جمع‌آوری نماید، راه‌حل‌ها را پیش‌بینی کند و زمینه مشارکت سایرین را نیز فراهم آورد. هیچ‌کدام از خبرگزاری‌های کشور در این زمینه تدبیری را اتخاذ نکرده‌اند و دارای نقطه‌ضعف در این بخش هستند.

۶-۲- تهیه و تدوین برنامه‌های مدیریت بحران: یکی از وظایف مهم تیم مدیریت بحران تهیه و تدوین برنامه‌های مدیریت بحران است. منظور از برنامه‌های مدیریت بحران، برنامه‌ریزی برای پیشگیری، مواجهه و بازسازی پس از بحران است. هیچ‌یک از خبرگزاری‌ها کشور برنامه مدیریت بحران در خبرگزاری را تدوین نکرده‌اند.

۶-۳- داشتن سناریو عمل برای مواجهه با بحران در سطح سازمان: سناریو توصیفی است از توالی رویدادهای فرضی که به‌منظور آزمون کردن صحت تصمیم‌گیری‌ها و اقدامات عملیاتی در زمان پاسخ به کار می‌روند. وجود سناریو این امکان را می‌دهد که بدانیم در مواجهه با هر اتفاقی چگونه رفتاری داشته باشیم. یافته‌ها نشان داد که هیچ‌یک از خبرگزاری‌ها چنین سناریویی ندارند و این عمل پرریسکی در برابر زلزله احتمالی‌ای است.

۷- شاخص رهبری و نیروی انسانی سازمان

۷-۱- وجود رهبری کاریزماتیک در سازمان: وجود رهبر کاریزماتیک در سازمان این امکان را می‌دهد که سازمان درگیر بحران با توجه به نفوذ رهبر در بین پیروان از بحران عبور نماید. کارکنان هر ۴ خبرگزاری به‌وجود رهبری کاریزماتیک در سازمان خود نمره کمتر از حد متوسط (یعنی ۳) داده‌اند؛ بدین معنا که وجود رهبری کاریزماتیک را چندان احساس نکرده‌اند.

جدول ۲۳- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص وجود رهبری کاریزما (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	فارس	مهر	ایسنا	ایرنا
وضعیت	۲/۷۰	۲/۸۵	۲/۴۲	۲/۵۷

۷-۲- تفویض اختیار در سازمان: تفویض اختیار در دوره بحران ناشی از زلزله باعث بالا بردن اثربخشی مدیریت در سازمان می‌شود و فرایند تصمیم‌گیری در مورد موضوعات و اتفاقات گوناگون تسهیل و تسریع می‌شود.

از دیدگاه کارکنان هر چهار خبرگزاری، میزان تفویض اختیار، کمتر از حد متوسط (۳) است؛ خبرگزاری مهر پیشروترین خبرگزاری شناخته می‌شود.

جدول ۲۴- مقایسه خبرگزاری‌ها در زیرشاخص تفویض اختیار در سازمان (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام خبرگزاری	فارس	مهر	ایسنا	ایرنا
وضعیت	۲/۹۲	۲/۹۴	۲/۵۴	۲/۶۸

۷-۳- امکان جایگزینی افراد و چرخش شغلی: چرخش شغلی به این معناست که افراد را از سمت‌های فعلی خود به پست و مسئولیت دیگری منتقل کنیم. جایگزینی افراد نیز بدین معنی است که سازمان به حدی از تربیت نیروی انسانی رسیده باشد که افراد مختلف در حین بحران توانایی ایفای نقش در جایگاه‌های شغلی مختلف را داشته باشند. مقایسه نتایج نشان می‌دهد که پیرامون این زیرشاخص خبرگزاری ایسنا و مهر ساختار سازمانی و آموزش نیروی انسانی خود را به گونه‌ای تنظیم کرده است که در شرایط بحرانی افراد چالش کمتری در جایگزینی داشته باشند. در نقطه مقابل، در خبرگزاری ایرنا امکان جایگزینی عمودی و افقی نیروی انسانی سخت است. همچنین، در خبرگزاری فارس نیز این موضوع با مشکل مواجهه است و وابستگی افراد به حوزه‌های خبری چرخش شغلی و جایگزینی را سخت می‌کند.

۷-۴- وجود افراد چندکاره و ذوالفنون در بدنه خبرگزاری: این ظرفیت در سازمان خبرگزاری این امکان را فراهم می‌آورد تا در شرایط بحرانی یک فرد بتواند کارهای مختلفی را هم‌زمان تا بازگشت به شرایط عادی انجام دهد. وضعیت خبرگزاری‌ها نشان می‌دهد که خبرگزاری فارس، پرورش نیروهای چندکاره در قالب دوره‌های خبرنگاری کوله‌پشتی مدنظر قرار داده است. افرادی که ظرفیت چندکاره شدن داشتند در این خبرگزاری شناسایی شده‌اند و آموزش‌های مختلفی برای آنان برگزار می‌شود. خبرگزاری ایسنا نیز خبرنگاران چند مهارتی تربیت می‌کند که توانایی نوشتن، عکاسی، تهیه گزارش و ویدئو دارند. خبرگزاری مهر نیز سعی داشته است افراد چندکاره برای خبرنگاری در شرایط ویژه آماده کند و برای آن‌ها دوره‌های آموزشی تدارک دیده است.

۷-۵- به‌کارگیری نیروهای جوان در صدر: نیروهای جوان عموماً نیروهای پرانگیزه، بانشاط و شادابی برای انجام فعالیت امور هستند و حضور چنین نیروهایی در سطح مدیریتی می‌تواند سبب تحرک، پویایی و نشاط و تغییر در سازمان نیز شود. تمامی خبرگزاری‌های از نیروهای جوان در سطوح مدیریتی استفاده می‌کنند که این موضوع به مواجهه فعالانه آن‌ها در برابر زلزله احتمالی شهر تهران می‌کند.

۷-۶- تربیت نیروی انسانی هوشمند با قابلیت تفکر استراتژیک: تفکر استراتژیک می‌تواند امکان مواجهه با تغییرات جدید را فراهم آورد. با توجه به اینکه بحران‌ها عموماً تغییراتی را ممکن است در سازمان به وجود آورند،

تفکر استراتژیک برای مدیران و نیروهای سازمان ضروری است. در خبرگزاری ایسنا و مهر کار مدون و اقدامی در رابطه با پرورش و تربیت نیروی انسانی با قابلیت تفکر استراتژیک انجام نگرفته است و تفکر استراتژیک در ایسنا محدود به سطح مدیریت عالی است و بیشتر به صورت انتقال تجربه به نیروی انسانی است. خبرگزاری ایرنا نیز در بدترین حالت ممکن است و در رابطه با تربیت نیروی انسانی هوشمند با قابلیت تفکر استراتژیک، نه تنها برای شرایط بحرانی بلکه برای شرایط عادی هم، اقدامی انجام نداده است. باین حال خبرگزاری فارس به صورت مدون و در قالب سیستم رتبه‌بندی تربیت خبرنگاران با قابلیت تفکر استراتژیک را مد نظر قرار داده است به طوری که افراد باید دوره‌های مدیریت استراتژیک و امنیت ملی را طی کنند.

۴- جمع‌بندی

هدف پژوهش حاضر این بود که در راستای شناخت وضعیت موجود، میزان تاب‌آوری خبرگزاری‌های اصلی کشور برای مواجهه با بحران احتمالی شهر تهران بررسی کند. در این راستا، چهار خبرگزاری فارس، مهر، ایسنا، ایرنا به عنوان پرمخاطب‌ترین خبرگزاری‌های کشور، به عنوان مورد مطالعه انتخاب شدند و از لحاظ تاب‌آوری در ۳ بعد تاب‌آوری ارتباطی، اطلاعاتی و ساختاری-سازمانی مورد مطالعه قرار گرفتند. بعد تاب‌آوری ارتباطی مربوط به حفظ پایداری دریافت و ارسال اطلاعات و خبرها در شرایط بحرانی است (قنبری و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج پژوهش در رابطه با این بعد نشان می‌دهد که خبرگزاری‌ها اقدامات مناسبی جهت تنوع و تکثر مسیرهای موازی اطلاع‌رسانی و همچنین تدارک تجهیزات برای دریافت اخبار در شرایط زلزله احتمالی شهر تهران تدارک ندیده‌اند؛ در حالی که رسانه‌ها باید بدانند که در طول یک بحران و شرایط اضطراری مانند زلزله چگونه می‌خواهند اخبار و اطلاعات را به مردم برسانند (دوهه، ۲۰۰۸). به جز خبرگزاری فارس، سایر خبرگزاری‌ها از این موضوع تا حدودی غفلت کرده بودند که نمود آن، عدم تنوع بسترهای توزیع اخبار در شبکه‌های اجتماعی برای مواجهه با زلزله احتمالی شهر تهران بود. ضعف قابل توجه دیگر در بعد تاب‌آوری ارتباطی خبرگزاری‌ها، عدم پیش‌بینی امکانات فناورانه متناسب برای ارتباط با خبرنگاران در زلزله است؛ دوهه (۲۰۰۸) تأکید می‌کند که رسانه برای حفظ ارتباط با جامعه نیاز دارند از فناوری متناسب با بخش‌های مختلف سازمان برای اطلاع‌رسانی بهره ببرند. در کنار به کارگیری فناوری برای حفظ ارتباط با نیروی انسانی خبرگزاری‌ها و اطلاع‌رسانی به جامعه در زلزله، لازم است که خبرگزاری‌ها، از دفاتر معین برای ارتباط با جامعه و اطلاع‌رسانی بهره بگیرند (قنبری، ۱۳۹۷).

همان‌طور که بیان شد جامعه در طول زلزله تشنه اطلاعات است. قنبری (۱۳۹۷) استدلال می‌کند که تاب‌آوری اطلاعات و تاب‌آوری ارتباطی مکمل یکدیگر هستند. براساس نتایج تحقیق حاضر، بعد تاب‌آوری اطلاعاتی متشکل از دو شاخص «دسترسی به سایت» و «ذخیره‌سازی داده‌ها و اطلاعات» است؛ تاب‌آوری اطلاعاتی دربرگیرنده زیرشاخص‌های فنی خبرگزاری‌ها است که در شرایط بحرانی زلزله مورد نیاز است. اهمیت مسائل فنی در تاب‌آوری

سازمان‌ها مورد توجه محققان دیگر همچون پیغامی و همکاران (۱۳۹۴)، عظیمی (۱۳۹۳) و گانسکاران و همکاران^۱ (۲۰۱۱) بوده است. می‌توان این‌گونه استدلال کرد که چون خبرگزاری‌ها امروزه کسب‌وکارهایی وابسته به فناوری اینترنت هستند باید روی بهبود شاخص‌های فنی شامل سخت‌افزار و نرم‌افزار متمرکز باشند و این موضوع در خبرگزاری‌های مورد مطالعه به خوبی مورد توجه قرار گرفته است. با این حال، خبرگزاری‌ها نقاط ضعفی دارند که سبب عملکرد ناپایدار در شرایط بحرانی زلزله می‌شود؛ حوزه نخست، ایمن نبودن اتاق سرور مستقر در ساختمان خبرگزاری‌ها است که به جز خبرگزاری فارس، سایر خبرگزاری‌ها از عدم اختصاص بودجه لازم برای ایمن‌سازی اتاق سرورها رنج می‌برند. قنبری (۱۳۹۷) استدلال می‌کند که ایمن بودن موقعیت مکانی اتاق سرور یکی از ضروریات عملکرد پایداری خبرگزاری‌ها در شرایط بحرانی است. حوزه دوم، عدم وجود سرورهای فیزیکی خبرگزاری‌های اصلی کشور در خارج از شهر تهران است که این امکان نیز برای پایداری ارتباط با مخاطب در زلزله ضروری است؛ در این مورد نیز فقط خبرگزاری فارس وضعیت بهتری دارد. حوزه سوم، مربوط به دسترسی به پل‌های خبرگزاری در خارج از ساختمان خبرگزاری است که قنبری (۱۳۹۷) استدلال می‌کند که عدم توجه موضوع در شرایط بحرانی زلزله، به فرایند اطلاع‌رسانی لطمه وارد می‌سازد. دسترسی به پل کاربری در خارج از ساختمان خبرگزاری به در خبرگزاری ایسنا و فارس صورت محدود مورد توجه قرار گرفته است و فقط خبرگزاری ایرنا چنین امکانی را دارد که در شرایط بحرانی زلزله، تمامی خبرنگاران در بیرون از ساختمان به پل کاربری خود دسترسی داشته باشند. براساس نتایج تحقیق حاضر، دو عامل اساسی ضعف در تاب‌آوری ارتباطی، مسائل مالی و امنیتی است در حالی که، گانسکاران و همکاران (۲۰۱۱) تأکید دارند که تکنولوژی عامل توانمندساز خبرگزاری برای تاب‌آوری در شرایط بحرانی است.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد خبرگزاری‌ها در بعد تاب‌آوری ساختاری-سازمانی، از مسائل کلیدی رنج می‌برند که می‌تواند عملکرد خبرگزاری‌ها را در شرایط زلزله مختل سازد. کلید واژگان اصلی این مسائل، «عدم برنامه‌ریزی»، «عدم جامعیت» و «عدم پیش‌بینی» است. همچنین، خبرگزاری‌ها در شاخص آینده‌نگری، ریسک‌پذیری و شناخت بحران‌های بالقوه ضعف‌های جدی دارند. وردی‌نژاد و بهرامی‌رشتیانی (۱۳۹۵) شناخت مقوله‌های بحران‌زا و مدیریت خطرات را برای افزایش تاب‌آوری ضروری می‌دانند و مظلومی و همکاران (۱۳۹۵) ویژگی «حس‌گری» را به عنوان توانایی مدیر برای رصد و پایش محیط و شناسایی تهدیدات و فرصت‌ها کلیدی پیشنهاد می‌کنند؛ بنابراین، خبرگزاری‌های با توجه به عدم تعیین سازوکار معین برای رصد منابع در دسترس و مخاطرات پیرامونی، وضعیت مناسبی را در شرایط زلزله تجربه نخواهند کرد. نقطه ضعف دیگر، نگاه مقطعی مدیران به ایمنی است که براساس

یافته‌ها ریشه در عدم ثبات مدیریتی به دلیل وابستگی هر ۴ خبرگزاری به بخش‌های دولتی و حاکمیتی دارد؛ به‌طوری‌که مدیران به دلیل عدم ثبات، مطالبه جدی و برنامه‌ریزی دقیقی برای شناخت بحران‌های بالقوه و آینده‌نگری در زمینه ریسک‌هایی مثل زلزله ندارند و چنین برداشت می‌شود مدیران تعهد لازم به ایمنی سازمان ندارند که مهم‌ترین عامل اثرگذار بر ایمنی است (جعفری ندوشن و همکاران، ۱۳۹۶). کاستلا^۱ و همکاران (۲۰۰۹) نیز به این نتیجه رسیدند که ایمنی در اولویت مدیران ارشد نیست. البته در شاخص ایمنی و تمرکززدایی نقطه قوت مشترک خبرگزاری‌ها، در بخش حفاظت فیزیکی بود که نشان می‌دهد ایمنی به معنای تأمین امنیت برای خبرگزاری‌ها مهم است و این موضوع با آنچه که قنبری (۱۳۹۷) درباره مرکز اطلاعاتی بودن خبرگزاری‌ها می‌گوید همخوانی دارد. در شاخص فرهنگ تاب‌آوری، خبرگزاری‌ها به دلیل برخورداری از نگاه مقطعی به ایمنی که در شاخص‌های قبل مطرح بود، عملاً دیدگاه سرمایه‌محوری به تاب‌آوری ندارند و آن را جزو مسائل راهبردی و اولویتی خود در نظر نمی‌گیرند؛ این در حالی است تاب‌آوری مستلزم تدوین خط‌مشی و نگاه راهبردی است (قنبری و همکاران، ۱۳۹۶؛ پیغامی و همکاران، ۱۳۹۵). مسئله تأمین نیروی انسانی که ذیل فرهنگ تاب‌آوری قابل بررسی است و در تحقیق مک‌مانوس و همکاران (۲۰۰۸) به عنوان یک مؤلفه مؤثر بر تاب‌آوری از آن نام برده شده، مورد توجه و اولویت خبرگزاری‌ها نیست. با این حال، خبرگزاری‌ها در شاخص فرهنگ تاب‌آوری، وضعیت مناسبی داشتند که عمده دلیل آن اعتماد بین کارکنان بود. پیغامی و همکاران (۱۳۹۵) و پال و همکاران^۲ (۲۰۱۴) استدلال می‌کنند که اعتماد بین کارکنان می‌تواند منجر به بهبود تاب‌آوری سازمانی شود. اعتماد بین نیروی انسانی در خبرگزاری‌ها ایسنا ضعیف ارزیابی شد که احتمالاً به دلیل ساختار دانشجویی و جوان این خبرگزاری است. قابل ذکر است که این عامل، از بعدی دیگر، ذهنیت باز و آمادگی تغییر در بین کارکنان و مدیران خبرگزاری را بالا برده است، موضوعی که اتمس و بیتیتسی^۳ (۲۰۱۱) نیز بر آن اشاره دارند. در شاخص فرهنگ تداوم کسب‌وکار فارس، وضعیت مناسبی داشته و در نقطه مقابل ایرنا به دلیل ساختار دولتی و بروکراسی ضعف جدی داشت.

از بعد آموزش، به جز خبرگزاری مهر، بقیه آموزش عملی و نظری مواجهه با بحران نداشته‌اند. پیغامی و همکاران (۱۳۹۴) و پیغامی و همکاران (۱۳۹۵) و مک‌مانوس و همکاران (۲۰۰۸) بر بعد آموزش و برگزاری مانور برای افزایش تاب‌آوری تأکید فراوانی دارند. جریان دانشی و گردش اطلاعات که برای افزایش تاب‌آوری سازمانی ضروری است (استیفنسون، ۲۰۱۰) در خبرگزاری‌های مورد مطالعه وضعیت مناسبی ندارد و کارکنان به دلیل کمبود اطلاعات در دسترس در مورد سیاست‌های اطلاع‌رسانی سازمانی نمی‌دانند که در شرایط زلزله چگونه عمل کنند.

1 Costella

2 Pal, Torstensson, & Mattila

3 Ates, & Bititci

شاخص نهایی در بعد ساختاری-سازمانی مربوط به رهبری و نیروی انسانی است. از دیدگاه کارکنان خبرگزاری‌ها، میزان تفویض اختیارات ضعیف است. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۶) استدلال می‌کنند که ضعف در این شاخص موجب می‌شود در شرایط زلزله افرادی که پیش‌ازین مسئولیتی را بر عهده نگرفته‌اند با تفویض مسئولیت به آنان، از عهده کار به‌خوبی برنایند. همچنین، کارکنان خبرگزاری‌ها معتقدند که وجود رهبر کاریزما در خبرگزاری‌ها کمرنگ است که چنین موضوعی می‌تواند در شرایط زلزله عملکرد منفی خبرگزاری‌ها سبب شود. در بعد نیروی انسانی، ایرنا دارای ضعف در چرخش شغلی کارکنان و تربیت افراد چندمهارته است. سامرز^۱ (۲۰۰۹) تأکید می‌کند که امکان جایگزینی سهل افراد کلیدی و برنامه توسعه و چرخش شغلی برای افزایش تاب‌آوری سازمانی در شرایط زلزله ضروری است.

به‌طورکلی، خبرگزاری فارس مزیت‌های نسبی به سایر خبرگزاری‌ها داشته و ایرنا به نسبت بقیه خبرگزاری ضعیف‌تر است. نقطه قوت آنان در بخش فنی است و به لحاظ فنی تا حدودی تاب‌آوری لازم برای مواجهه با زلزله احتمالی شهر تهران را دارند اما در بعد تاب‌آوری ارتباطی نیازمند تلاش بیشتری بوده و در بعد تاب‌آوری ساختاری-سازمانی ضعف‌های متعددی دارند که باید نسبت به رفع آن اقدام کنند. درمجموع و به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی این پژوهش وضعیت خبرگزاری کشور در برابر زلزله احتمالی شهر تهران مناسب نیست و در چنین شرایطی این خبرگزاری‌ها به‌عنوان بازوهای اطلاع‌رسانی شهرداری تهران برای مواجهه با زلزله احتمالی آسیب‌پذیری فراوانی دارند. در انتها، پیشنهادهای کاربردی پژوهشی در ذیل آورده شده است:

اهم پیشنهادهای کاربردی

۱. با توجه به ناامن بودن سازه‌های خبرگزاری در مقابل زلزله، پیشنهاد می‌شود تا برنامه‌ریزی لازم برای تأمین ایمنی سازه‌ها و یا اسکان در مکانی امن و کم‌خطر صورت گیرد.
۲. خبرگزاری جهت بهره‌گیری از ظرفیت سایر خبرگزاری‌های خارجی و داخلی در شرایط اضطراری زلزله، با آن‌ها تفاهم‌نامه همکاری امضاء کنند تا در شرایط بحران امکان تغذیه خبرگزاری‌ها از یکدیگر وجود داشته باشد.
۳. با توجه به ضرورت تعیین دفاتر معین، پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزی لازم را برای تعیین دفاتر معین انجام داده و دفتر معین برای پوشش اخبار در شرایط اضطراری زلزله را تعیین کنند.
۴. پیشنهاد می‌شود اتاق سرور خبرگزاری با لحاظ کردن استانداردها بازسازی و یا در صورت عدم امکان بازسازی نسبت به طراحی اتاق سرور جدید اقدام شود.

۵. پیشنهاد می‌شود تا امکان بهره‌گیری از تجهیزات اطفاء حریق خودکار برای شرایط زلزله احتمالی در ساختمان خبرگزاری‌ها فراهم شود و همچنین کپسول‌های آتش‌نشانی علاوه بر ورودی، در داخل تحریریه‌ها نیز نصب گردد.
۶. پیشنهاد می‌شود تا دوره‌های آموزشی نظام‌مند مواجهه با زلزله مانند رفتار ایمن در هنگام زلزله، امداد اولیه، اطفاء حریق و ... برای کارکنان و مدیران خبرگزاری با حضور کارشناسان موضوع از هلال‌احمر و آتش‌نشانی برگزار شود.
۷. پیشنهاد می‌شود خبرگزاری‌ها عطف به شرایط خود و همچنین فرض زلزله احتمالی شهر تهران نسبت به تهیه سه سناریو خوش‌بینانه، میانه و بدبینانه اقدام کرده و در صورت بروز بحران واقعی مبتنی بر این سناریوها اقدام کند.
۸. پیشنهاد می‌شود خبرگزاری‌ها جهت عملکرد پایدار در زلزله احتمالی شهر تهران صرفاً سرورهای خود را در تهران متمرکز نکرده و در سایر نقاط کشور نیز سرورهایی را تدارک ببینند.
۹. پیشنهاد می‌شود امکان دسترسی به پنل‌های کاربری در شرایط اضطراری زلزله در خارج از مکان خبرگزاری‌ها برای همگی خبرنگاران و دبیران فراهم شود.

پیشنهادهای پژوهشی

۱. پیشنهاد می‌شود در راستای افزایش عملکرد پایدار خبرگزاری‌ها در شرایط زلزله احتمالی تهران، مطالعه‌ای در راستای دستیابی به سند جامع ارتباطات بحران خبرگزاری‌ها با تمرکز بر رسانه‌های نوین انجام شود.
۲. پیشنهاد می‌شود در راستای افزایش چابکی خبرگزاری‌های در زلزله‌های احتمالی تهران مطالعه‌ای با هدف دستیابی به ساختار مسطح و مناسب شرایط بحران و روش‌های ارتقاء سرعت تصمیم‌گیری، تفکر استراتژیک و پیش‌بینی راه‌های اثربخش تعامل و ارتباط بین بخش‌های خبرگزاری‌ها انجام شود.
۳. پیشنهاد می‌شود در راستای تأمین آمادگی خبرگزاری‌ها در مواجهه با زلزله تهران، سناریوهای مختلف مواجهه با بحران مطالعه شود.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر با حمایت مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران و توسط نویسندگان انجام شده است.

کتابنامه

- ابراهیمی، سید عباس؛ فیض، داود؛ چیت کران، حسین؛ ۱۳۹۶. تحلیل جامع عوامل مؤثر بر تاب‌آوری سازمانی در صنایع کوچک و متوسط. *پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی*. ۷ (۳). ۵۸-۳۷.
- ایزدی، حسین؛ ۱۳۹۶. شناسایی مؤلفه‌های مؤثر در کاهش تاب‌آوری سازمان‌ها در شرایط بحرانی با استفاده از مدل AHP (مطالعه موردی سازمان آتش‌نشانی شهرستان آمل). *دانش‌پیشگیری و مدیریت بحران*. ۷ (۴). ۳۰۷ - ۳۱۹.
- پارسی‌زاده، فرخ؛ پیشنمازی، پروانه؛ نصراللهی، اکبر؛ ۱۳۹۶. ارزیابی میزان و چگونگی آگاهی مدیران رسانه‌ها از زلزله و مدیریت آن. *مدیریت مخاطرات محیطی*. ۴ (۲). ۱۷۵-۱۹۱.
- پیغامی، عادل؛ سمیعی‌نصب، مصطفی؛ سلیمانی، یاسر؛ ۱۳۹۴. *جستارهایی در اقتصاد مقاومتی (مقاوم‌سازی اقتصادی در ادبیات متعارف؛ مبادی علمی و نظری): تاب‌آوری و آسیب‌پذیری* (جلد ۱). تهران: دانشگاه امام صادق.
- تبریزی، منصوره؛ ۱۳۹۱. تحلیل محتوای کیفی از منظر رویکردهای قیاسی و استقرایی. *فصلنامه علوم اجتماعی*. ۲۱ (۶۴). ۱۰۵ - ۱۳۸.
- حسینی، سید مرتضی؛ رضایی، تینا؛ سریع، علیرضا؛ ۱۳۹۶. نقش مدیریت شهری در مدیریت بحران زلزله (مطالعه موردی شهر تهران). دومین همایش ملی مدیریت بحران و پدافند غیرعامل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی‌آبادکتول، گلستان. ایران.
- زنگی‌آبادی، علی؛ تبریزی، نازنین؛ ۱۳۸۵. زلزله تهران و ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهری. *پژوهش‌های جغرافیایی*. ۸ (۳). ۱۱۵ - ۱۳۰.
- شفیعی، مسعود؛ ۱۳۹۹. مناطق پرتراکم تهران؛ «جمعیت تهران» در سال ۹۹ افزایش یافت؟ بازایی از سایت فرادید: <https://faradeed.ir>
- صلواتیان، سیاوش؛ فرهنگی، علی‌اکبر؛ ۱۳۹۵. *مدیریت رسانه‌ای بلایای طبیعی محلی*. تهران: انتشارات دانشگاه صداوسیما.
- صلواتیان، سیاوش؛ مسعودی، سارا؛ ۱۳۹۵. شناسایی پیشران‌های مؤثر بر آینده خبرگزاری‌ها در ایران. *مطالعات فرهنگ و ارتباطات*. ۱۷ (۳). ۶۸ - ۴۷.
- عسگری، علی؛ ۱۳۹۶. بازایی از مطالعات مدیریت بحران: <http://www.bohraan.com>
- عظیمی، آرین؛ ۱۳۹۳. *بررسی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری خوشه‌های صنعتی در مواجهه با تحریم‌های اقتصادی؛ مورد مطالعه: خوشه تجهیزات بیمارستانی تهران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت امور شهری دانشگاه تهران.
- عفیفی، محمدابراهیم؛ ۱۳۹۹. تحلیل آمار فضایی زلزله و تطابق آن با گسل‌ها و رسوبات سست کواترنری با استفاده از GIS در استان خوزستان. *فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای*. ۱۰ (۱). ۱۷۹ - ۱۹۰.
- عندلیب، علیرضا؛ کاظمی، داوود؛ ۱۳۹۵. توسعه ابزار سنجش تاب‌آوری سازمانی شهر در برابر بحران. *نشریه علمی - پژوهشی انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران*. شماره ۱۳. ۷۷ - ۸۹.

قنبری، سعید؛ صلواتیان سیاوش؛ کیا، علی‌اصغر؛ ۱۳۹۷. تاب‌آوری سازمان‌های خبری در بحران‌های طبیعی: استعاره «انسان زنده هوشیار». *دانش‌پیشگیری و مدیریت بحران*. ۸. (۴). ۳۲۱ - ۳۳۸.

قنبری، سعید؛ صلواتیان، سیاوش؛ کیا، علی‌اصغر؛ ۱۳۹۹. شاخص‌های سنجش تاب‌آوری سازمانی خبرگزاری‌های ایران در بلایای طبیعی. *فصلنامه مدیریت بحران*. ۸. (۱). ۱۰۱ - ۱۱۴.

وردی‌نژاد، فریدون؛ بهرامی‌رشتیانی، شهلا؛ ۱۳۹۵. *مدیریت بحران و رسانه‌ها*. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

- Alexa.com., 2018. Top Sites in Iran. Retrieved from Alexa.com: [https:// www.alexacom/topsites/countries/IR](https://www.alexacom/topsites/countries/IR)
- Ates, A., & Bititci, U., 2011. Change process: a key enabler for building resilient SMEs. *International Journal of Production Research*, 49(18), 5601-5618.
- Costella, M. F., SaurinbLi, T. A., & Guimarães, B. M., 2009. A method for assessing health and safety management systems from the resilience engineering perspective. *Safety Science*, 48(9), 1056-1067.
- Duhe, S. F., 2008. Communicating Katrina: A Resilient Media. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 26(2), 112-127.
- Elo, Satu & Kyngäs, Helvi. 2008. The qualitative content analysis process. *Journal of advanced nursing*, 62(1), 107-115.
- Gunasekaran, A., Rai, B. K., & Griffin, M., 2011. Resilience and competitiveness of small and medium size enterprises: an empirical research. *International Journal of Production Research*, 5489-5509.
- Hsiu-Fang, Hsieh & Shannon, Sarah. E., 2005. Three Approaches To Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*
- Lee, A. V., Vargo, J., & Seville, E., 2013. Developing a Tool to Measure and Compare Organizations' Resilience. *Natural Hazards Review*, 14(1), 29-41.
- Li, X. 2007. Stages of a crisis and media frames and functions: US television coverage of the 9/11 incident during the first 24 hours. *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, 51(4), 670-687.
- McManus, S. T., 2008. Organizational Resilience in New Zealand. University of Canterbury. Christchurch: <https://www.resorgs.org.nz>. Retrieved from [http:// www.resorgs.org.nz/images/stories/pdfs/organisational%20resilience%20in%20new%20zealand.pdf](http://www.resorgs.org.nz/images/stories/pdfs/organisational%20resilience%20in%20new%20zealand.pdf)
- McManus, S., Seville, E., Vargo, J., & Brunsdon, D., 2008. Facilitated process for improving organizational resilience. *Natural Hazards Review*, 9(2), 81-90.
- Pal, R., Torstenssona, H., & Mattila, H., 2014. Antecedents of organizational resilience in economic crises—an empirical study of Swedish textile and clothing SMEs. *International Journal of Production Economics*, 147, 410-428.
- Somers, S., 2009. Measuring Resilience Potential: An Adaptive Strategy for Organizational Crisis Planning. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 17(1), 12-33.
- Stephenson, A. V., 2010. Benchmarking the Resilience of Organisations. Ph.D. thesis of University of Canterbury. Retrieved from <https://ir.canterbury.ac.nz/handle/10092/5303>.



Prioritizing key measures to increase public participation in natural disaster management in Iran

Ahmad Nohegar ^{a*}, Ali Alavi Naeini ^b, Motahareh Abbasi Nodeh ^c

^a Professor, Faculty of environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

^b PhD in environmental Planning, University of Tehran, Tehran, Iran

^c Master in EcoHydrology, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 1 April 2021

Revise: 28 April 2021

Accepted: 5 June 2021

Abstract

Natural Disasters have brought numerous casualties, damages, and financial losses throughout the years in Iran. In this paper, the importance of public participation of institutions and people in disasters management is discussed. Afterward, ten types of key measures to increase the success of public participation as well as three criteria related to speed, quality, and effectiveness, all three of which are positive criteria, were considered. To carry out the decision-making process, the methods were ranked using a multi-criteria decision-making method to select the best method in the last step. For this purpose, the Shannon entropy method was used to weight the criteria and the Topsis method was used to rank the measures. Outcomes of ten types of key measures illustrate that support for trustworthy sovereignty and commitment in the first place, the need to define common goals and interests in the second place, determination of unity between institutions and people in the third place, determining effective leadership of the government in the fourth place, finding common approaches to achieving the goal in fifth place, ensuring transparent and effective communication in the sixth place, clarification of roles and responsibilities in the seventh place, investment in the accurate performance of processes in the eighth place, increasing government staff time to facilitate and support processes in the ninth place, and managing and monitoring problems in partnerships are ranked in the tenth place.

Keywords: Natural disasters management, Public participation, Decision-making, TOPSIS.

*. Corresponding author: Ahmad Nohegar

E-mail: nohegar@ut.ac.ir

Tel: + 989128175069

How to cite this Article: Nohegar, A., Alavi Naeini, A., Abbasi Nodeh, M. (2021). Prioritizing key measures to increase public participation in natural disaster management in Iran. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(3), 215-227.

doi: 10.22067/geoh.2021.70190.1055



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

doi : <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70190.1055>

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۲۲۷-۲۱۵

مقاله پژوهشی

اولویت‌بندی اقدامات کلیدی جهت افزایش مشارکت عمومی در مدیریت سوانح طبیعی در ایران

احمد نوحه‌گر^۱ - استاد دانشکده محیط‌زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران - ایران.

علی علوی نائینی - دکتری رشته برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران - ایران.

مطهره عباسی نوده - کارشناسی ارشد رشته اکوهیدرولوژی، دانشگاه تهران، تهران - ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۲/۸ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۳/۱۵

چکیده

سوانح طبیعی از گذشته تا کنون در کشور ایران، تلفات جانی و خسارات مالی فراوانی را به بار آورده است. در این مقاله به لزوم اهمیت مشارکت عمومی نهادها و مردم در مدیریت این سوانح پرداخته شده است. از این‌رو ده نوع از اقدامات کلیدی در جهت افزایش موفقیت در مشارکت عمومی و همچنین سه معیار مرتبط با سرعت، کیفیت و اثربخشی که هر سه جزو معیارهای مثبت می‌باشند، در نظر گرفته شده است. جهت انجام فرآیند تصمیم‌گیری با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره آن‌ها را رتبه‌بندی نموده تا در مرحله آخر بهینه‌ترین روش موجود انتخاب شود. برای این منظور از روش آنالیز پوشش‌های شانون برای وزن‌دهی به معیارها و جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها از روش TOPSIS استفاده شد. یافته‌ها برای ده نوع از این اقدامات کلیدی، نشان می‌دهد پشتیبانی حاکمیت و تعهد قابل‌اعتماد در رتبه اول، لزوم تعریف اهداف و منافع مشترک در رتبه دوم، تضمین اتحاد بین نهادها و مردم در رتبه سوم، تضمین رهبری مؤثر حاکمیت در رتبه چهارم، پیدا کردن رویکردهای مشترک در راه رسیدن به اهداف در رتبه پنجم، اطمینان از ارتباط شفاف و مؤثر در رتبه ششم، شفاف‌سازی نقش‌ها و مسئولیت‌ها در رتبه هفتم، سرمایه‌گذاری در جهت

Email: nohegar@ut.ac.ir

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۸۱۷۵۰۶۹

نحوه ارجاع به این مقاله :

نوحه گر، احمد، علوی نائینی، علی، عباسی نوده، مطهره. (۱۴۰۰). اولویت‌بندی اقدامات کلیدی جهت افزایش مشارکت عمومی در مدیریت سوانح طبیعی در ایران. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰(۳)، صص ۲۲۷-۲۱۵. <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70190.1055>

اجرای دقیق فرایندها در رتبه هشتم، افزایش زمان کارکنان دولت برای تسهیل و پشتیبانی از فرایندها در رتبه نهم و مدیریت و نظارت بر مشکلات در روابط مشارکتی در رتبه دهم قرار گرفته‌اند.

کلیدواژه‌ها: مدیریت در سوانح طبیعی، مشارکت عمومی، تصمیم‌گیری، TOPSIS.

۱- مقدمه

سوانح را می‌توان به‌عنوان رخداد‌های طبیعی یا مصنوعی تعریف کرد که دارای پتانسیل فراوان برای ایجاد آسیب‌های اجتماعی، زیر ساختاری و یا محیط‌زیستی هستند (کرناکوا، ۲۰۱۶)^۱. در شرایط خاص، تعاملات خطرات با سیستم‌های انسانی ممکن است منجر به ایجاد بحران، یعنی اختلال در عملکرد عادی جامعه شود که متضمن ایجاد تلفات انسانی، خسارات مادی، اقتصادی، یا زیست‌محیطی بزرگ است و از توانایی سازگاری با جامعه آسیب‌دیده فراتر می‌رود (تویگ، ۲۰۱۵)^۲. به لحاظ تاریخی، رخداد سوانح طبیعی یکی از موانع توسعه جوامع مختلف در طول تاریخ به شمار می‌رفته است؛ اما به دلیل جنگ جهانی دوم در دهه ۱۹۵۰ میلادی، تاکتیک‌هایی که از بحران‌های ناشی از این جنگ آموخته شد، باعث شد تا این تاکتیک‌ها تا حدی در برابر سوانح طبیعی نیز به کار برده شوند و به استراتژی‌های کاهش خطر تبدیل شوند (الکساندر، ۱۹۸۸)^۳. در حال حاضر، اصطلاحات کلی مانند "مدیریت بحران" و یا "کاهش ریسک بلایا" برای تعریف اقدامات استاندارد و سازمان‌یافته در جهت کاهش آسیب به زندگی، مالکیت و محیط‌زیست مورد استفاده قرار می‌گیرند (سازمان مدیریت اضطرار استرالیا، ۲۰۱۱). این اقدامات می‌تواند تاب‌آوری جامعه را افزایش دهد. تعاریف مختلفی از کاهش ریسک سوانح طبیعی در ادبیات تخصصی رشته مدیریت بحران وجود دارد، اما به‌طور گسترده به معنی توسعه و کاربرد سیاست‌ها و استراتژی‌ها در راستای کاهش آسیب‌پذیری و خطرات بلایای طبیعی در سراسر جامعه است (بلایکای و همکاران، ۱۹۹۴)^۴. بلایای طبیعی به‌عنوان حوادث یک روزه تلقی نمی‌شوند، بلکه به‌عنوان مشکلات ریشه‌دار و بلندمدت که باید برای آن‌ها برنامه‌ریزی شده باشد، دیده می‌شوند (وامسler، ۲۰۱۴)^۵. مدیریت ریسک کارآمد به‌طور کلی شامل انواع مختلفی از اقدامات مختلف اما مرتبط است. این رویکردهای یکپارچه زمانی بهتر کار می‌کنند که از شرایط خاص محلی مطلع باشند و رفع نیازهای محلی را مورد هدف قرار دهند (نوریس و همکاران، ۲۰۰۸)^۶.

مؤثرترین برنامه تدوین شده جهت کاهش خطرات ناشی از بلایای طبیعی تا به امروز، چارچوب هایوگو^۷ بوده است که توسط کشورهای عضو سازمان ملل متحد در کنفرانس جهانی کاهش بلایا در کوبه ژاپن در ژانویه ۲۰۰۵

1 (Kornakova, 2016)

2 (Twigg, 2015)

3 (Alexander, 1988)

4 (Blaikie et al., 1994)

5 (Wamsler, 2014)

6 (Norris et al., 2008) .

7 Hyogo

مورد موافقت قرار گرفت. این چارچوب تعدادی از فعالیت‌های حمایتی همه‌جانبه را مشخص می‌کند که پنج اولویت اصلی برای اقدام مؤثر را در نظر می‌گیرد (تویگ، ۲۰۱۵).

۱. اطمینان حاصل شود که کاهش ریسک بلایا، به‌عنوان یک اولویت ملی و محلی در نظر گرفته شده است؛

۲. شناسایی، ارزیابی و نظارت بر خطرات بلایای طبیعی و توسعه سیستم‌های هشدار زودهنگام؛

۳. از دانش، نوآوری و آموزش برای ایجاد فرهنگ ایمنی و تاب‌آوری در تمام سطوح استفاده شود؛

۴. کاهش عوامل اساسی خطر؛

۵. تقویت آمادگی بلایا برای واکنش مؤثر در تمام سطوح خطر.

این چارچوب به‌طور گسترده توسط دولت‌ها و جوامع مدنی در سطوح ملی و محلی مورد استفاده قرار گرفته‌است. همچنین چارچوب سندای نیز پیرامون کاهش ریسک بلایا در سال ۲۰۱۵، مورد توافق کشورها قرار گرفت، که این چارچوب نیز دارای چهار اولویت کلی است که عبارت‌اند از:

۱. درک خطر بلایا؛

۲. تقویت کنترل ریسک بلایا؛

۳. سرمایه‌گذاری در جهت کاهش خطر بلایا برای افزایش تاب‌آوری؛

۴. افزایش آمادگی برای واکنش مؤثرتر و بازتوانی بهتر.

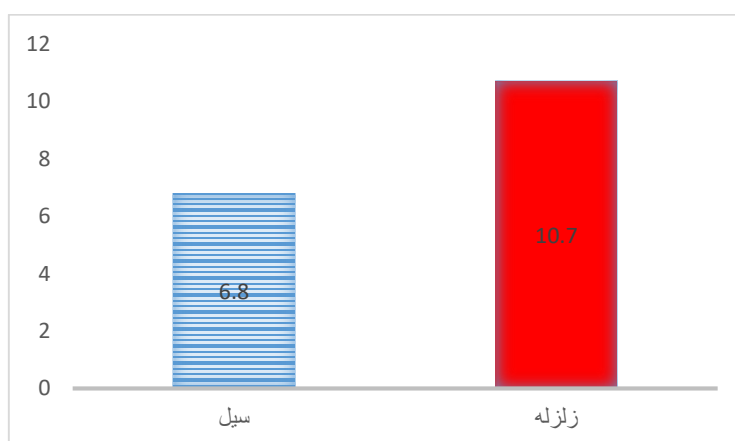
اما آنچه بدیهی است، در همه مواردی که در چارچوب‌های مختلف کاهش ریسک سوانح طبیعی موردپذیرش کشورهای مختلف جهان قرار گرفته‌اند، محوریت کلی، مردم هستند که باید مشارکت آنان را به‌طور مؤثر در نظر داشت. در واقع باید در نظر داشت که هیچ گروه یا سازمانی نمی‌تواند به هر جنبه از کاهش ریسک سوانح به‌طور کامل رسیدگی کند (کاتر و همکاران، ۲۰۰۸)^۱. پیچیدگی بحران‌های طبیعی، تنها می‌تواند با به‌کارگیری طیف گسترده‌ای از دانش‌ها، مهارت‌ها و منابع مختلف مورد توجه قرار گیرد. اقدامات ابتکاری کاهش ریسک باید با مشارکت مردم و همچنین نهادهای مختلف دولتی و خصوصی صورت پذیرد تا بتوان به تصمیمات منطقی و مبتنی بر دانش در جهت کاهش خسارات مالی و تلفات جانی دست پیدا کرد (کروناکوا، ۲۰۱۶). در این تحقیق تلاش شده است تا با در نظر گرفتن روش‌های مؤثر در افزایش مشارکت عمومی و با در نظر داشتن معیارهای بهبود سرعت، کیفیت و اثربخشی مدیریت بحران فرآیند تصمیم‌گیری انجام شود.

1 (Cutter et al., 2008).

۲- مواد و روش‌ها

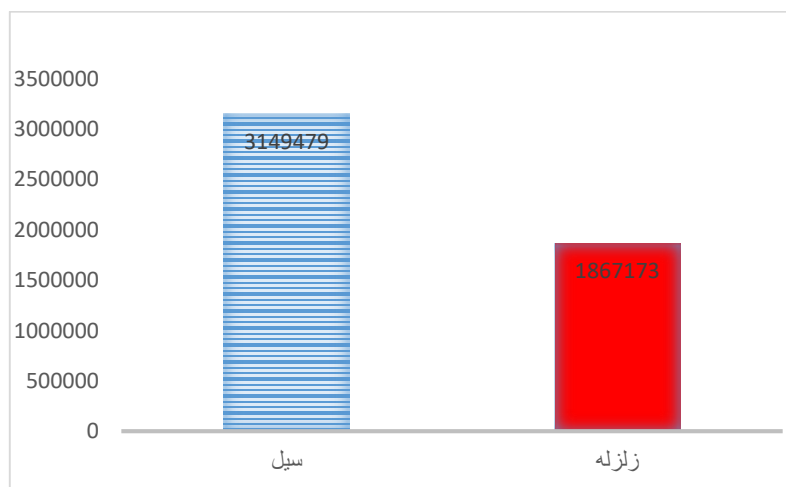
۲-۱- بررسی داده‌های مربوط به رخداد سوانح طبیعی (سیل و زلزله) در سه دهه اخیر در کشور ایران

مطابق با شکل ۱، با بررسی داده‌های مربوط به خسارات مالی ناشی از سیل و زلزله در چهار دهه اخیر (سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۹۷)، مشخص شد که در اثر رخداد سیلاب، ۶/۸ میلیارد دلار به کشور ایران خسارت مالی وارد شده است. با بررسی میزان خسارات مالی ناشی از پدید آمدن زلزله نیز این نتیجه حاصل شد که میزان ۱۰/۷ میلیارد دلار خسارت مالی در اثر رخداد این سانحه طبیعی به وجود آمده است (پایگاه اینترنتی داده‌های بین‌المللی سوانح طبیعی، ۲۰۱۹).



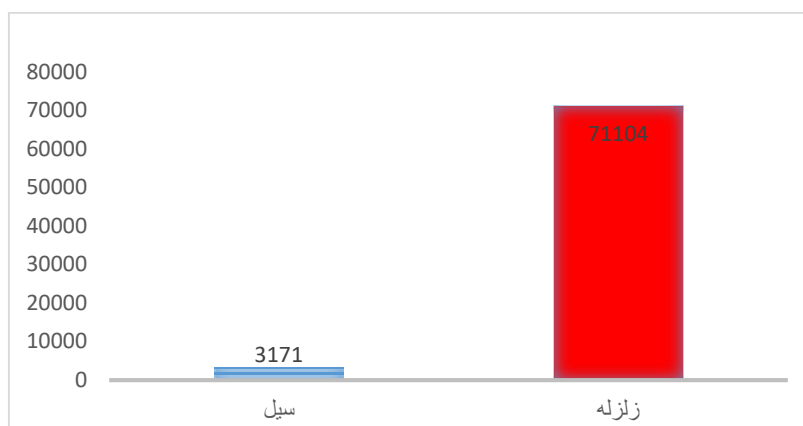
شکل ۱- خسارات مالی ناشی از سیل و زلزله در ایران در سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۹۷

مطابق با شکل ۲، جمعیت تحت تأثیر سوانح سیل و زلزله در کشور ایران، طی سه دهه گذشته به ترتیب حدود ۳ میلیون نفر و ۱/۸ میلیون نفر بوده است. این آمار نشان می‌دهد که پدیده سیلاب جمعیت بیشتری را تحت اثر قرار می‌دهد.



شکل ۲- جمعیت تحت تأثیر سیل و زلزله در ایران در سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۹۷

مطابق با شکل ۳، میزان تلفات جانی ناشی از سیل در ایران، طی سه دهه گذشته، حدود ۳۲۰۰ نفر بوده است، درحالی‌که تلفات جانی ناشی از رخداد زلزله در همین بازه زمانی حدود ۷۱ هزار نفر بوده است (پایگاه اینترنتی داده‌های بین‌المللی سوانح طبیعی، ۲۰۱۹).



شکل ۳- میزان تلفات جانی ناشی از سیل و زلزله در ایران در سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۹۷

با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته، میزان خسارات مالی و تلفات جانی ناشی از زلزله بیش‌تر از سیل بوده، در صورتی‌که جمعیت تحت اثر سیلاب، بیشتر از جمعیت تحت تأثیر زلزله بوده است. با تحلیل داده‌های موجود، این نتیجه حاصل شد که فراوانی خسارات مالی و تلفات جانی ناشی از سیل و زلزله در ایران، عدد بالایی را نشان می‌دهد. حال با توجه به فراوانی بالای خسارات مالی و تلفات جانی باید به دنبال راهکارهای جدی و مؤثر در جهت

پیشگیری و کاهش اثرات ناشی از این بلایای طبیعی بود. با توجه به بررسی خسارات مالی و تلفات جانی ناشی از سیل و اهمیت موضوع افزایش میزان مشارکت مردم در کاهش ریسک سوانح طبیعی، آنچه مهم است، تلاش برای حل معضلات و مشکلات پیش روی این مشارکت مؤثر است.

نهادهای و افراد مشارکت کننده ممکن است اهداف، ارزش‌ها، ایدئولوژی‌ها، روش‌های تصمیم‌گیری، توانایی‌ها، مهارت‌ها و منابع مالی خاص خود را داشته باشند. آن‌ها همچنین ممکن است دیدگاه‌های متفاوتی درباره مشکلات پیش رو و چگونگی حل آن‌ها داشته باشند، بنابراین حل این تضادها و مسائل باید از ابتدا مورد شناسایی و بررسی قرار گرفته و اقدامات کلیدی و ابتکاری مؤثری در جهت رفع آن‌ها انجام شود، زیرا در مراحل بعدی چنین کاری سخت و خود تبدیل به بحرانی غیرقابل حل می‌شود. در ادامه به ذکر این عوامل کلیدی و رتبه‌بندی آن‌ها با در نظر داشتن معیارهای بهبود سرعت، کیفیت و اثربخشی مدیریت بحران پرداخته شده است.

۲-۲- عوامل کلیدی موفقیت در مشارکت عمومی در مدیریت سوانح طبیعی

عوامل مهم در بالا بردن میزان موفقیت در مشارکت عمومی در مدیریت بحران‌های طبیعی عبارتند از: ۱- تعریف اهداف و منافع مشترک؛ ۲- تضمین رهبری مؤثر حاکمیت؛ ۳- تضمین اتحاد بین نهادهای و مردم؛ ۴- نشان دادن پشتیبانی حاکمیت و تعهد قابل اعتماد؛ ۵- افزایش زمان کارکنان دولت برای تسهیل و پشتیبانی از فرآیند؛ ۶- اطمینان از ارتباط شفاف و مؤثر؛ ۷- شفاف‌سازی نقش‌ها و مسئولیت‌ها؛ ۸- سرمایه‌گذاری در اجرای دقیق فرآیند؛ ۹- پیدا کردن رویکردهای مشترک در راه رسیدن به اهداف؛ ۱۰- مدیریت و نظارت بر مشکلات در روابط مشارکتی (تویگ، ۲۰۱۵).

با توجه به عوامل مؤثر ذکر شده در راستای نیل به موفقیت در مشارکت عمومی در مدیریت بلایای طبیعی، در ادامه به ارائه معرفی روش تصمیم‌گیری و سپس اولویت‌بندی این روش‌ها بر اساس سه معیار بهبود سرعت، بهبود کیفیت و افزایش اثربخشی مدیریت بحران پرداخته شده است.

۲-۳- روش تصمیم‌گیری

در این مطالعه جهت اولویت‌بندی اقدامات مؤثر در مشارکت عمومی مردم و نهادهای مدیریت سوانح طبیعی، نخست می‌بایست معیارها و گزینه‌های مد نظر مشخص شود و روایی و پایایی آن‌ها توسط خبرگان تأیید گردد. برای اثبات روایی ماتریس تصمیم‌گیری نهایی، روایی محتوایی آن مورد بررسی قرار گرفته است که برای این منظور از نسبت روایی محتوا و شاخص روایی محتوا استفاده شده است. همچنین برای محاسبه پایایی پرسش‌نامه مربوط به ماتریس تصمیم‌گیری از روش ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده و مقدار این ضریب در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ محاسبه شده است. از آنجایی که مقدار ضریب آلفای کرونباخ از ۰/۷ بیشتر شده است، بنابراین ماتریس تصمیم‌گیری تعیین شده پایا می‌باشد و این ماتریس روا و پایا می‌تواند مبنای محاسبات در رویکرد تصمیم‌گیری مربوطه قرار گیرد.

جهت انتخاب بهترین گزینه ابتدا باید وزن معیارها تعیین شود که برای این منظور در این پژوهش از روش وزن‌دهی آنترپی شانون استفاده شده است. همچنین وضعیت هر گزینه در هر شاخص توسط خبرگان تعیین شده و میانگین نظرات آنان به عنوان ماتریس تصمیم‌گیری نهایی در نظر گرفته شده و جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها از روش TOPSIS استفاده شده است که در ادامه به شرح انجام مراحل پرداخته شده است.

۲-۴- تعیین وزن معیارها با استفاده از روش آنترپی شانون

آنترپی، بر اساس داده‌های ماتریس تصمیم‌گیری، وزن معیارها را تعیین می‌کند. در این روش، ماتریس تصمیم D با m گزینه و n معیار با اجزای x_{ij} در نظر گرفته می‌شود که در آن وضعیت گزینه i را نسبت به معیار j نشان می‌دهد. سپس اجزای ماتریس D نرمال‌سازی شده و به p_{ij} تبدیل می‌شوند. برای هر شاخص مقدار آنترپی با معادله (۱) تعیین می‌گردد (چانشنگ و همکاران، ۲۰۱۲).^۱

$$E_j = -R \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (1)$$

R یک مقدار ثابت است و با استفاده از رابطه (۲) به دست می‌آید.

$$R = \frac{1}{\ln m} \quad (2)$$

سپس درجه انحرافی d_{ij} برای هر معیار با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می‌گردد.

$$d_j = |1 - E_j| \quad (3)$$

وزن معیار j ام با روش آنترپی با استفاده از رابطه (۴) به دست می‌آید (فو، ۲۰۰۸).^۲

$$\beta_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (4)$$

۲-۵- رتبه‌بندی گزینه‌ها

مرحله (۱) ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری

ماتریس تصمیم‌گیری از m گزینه و n معیار تشکیل شده است و وضعیت گزینه i نسبت به معیار j با x_{ij} نشان داده می‌شود و بنابراین یک ماتریس $(x_{ij})_{m \times n}$ است.

1 (Chuansheng et al, 2012).

2 (FU, 2008)

مرحله ۲) ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری بی‌مقیاس

از آنجایی که معیارها وزن‌های متفاوتی دارند، جهت دستیابی به داده‌های قابل‌مقایسه، باید آن‌ها را بی‌مقیاس کرد.

جهت بی‌مقیاس سازی از رابطه ۵ استفاده می‌شود (ازکان و همکاران، ۲۰۱۷).^۱

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (5)$$

$j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m$

مرحله ۳) محاسبه ماتریس بی‌مقیاس موزون

پس از بی‌مقیاس سازی، ماتریس بی‌مقیاس شده موزون از رابطه ۶ به دست می‌آید (چوان و کوپرز، ۲۰۱۳).^۲

$$v_{ij} = w_j * n_{ij} \quad (6)$$

n_{ij} : داده‌های بی‌مقیاس

w_j : وزن معیار j ام

مرحله ۴) تعیین جواب‌های ایده‌آل و ضد ایده‌آل:

برای تعیین جواب‌های ایده‌آل و ضد ایده‌آل از روابط ۷ و ۸ استفاده می‌شود (ونگ و همکاران، ۲۰۱۷).^۳

$$A^+ = (\max_i v_{ij} | j \in J1), (\min_i v_{ij} | j \in J2) \quad (7)$$

$$A^- = (\min_i v_{ij} | j \in J1), (\max_i v_{ij} | j \in J2) \quad (8)$$

جواب ایده‌آل، جوابی است که برای شاخص‌های مثبت بیشترین مقدار و برای شاخص‌های منفی کمترین مقدار

را داشته باشد. جواب ضد ایده‌آل، جوابی است که برای شاخص‌های مثبت کمترین مقدار و برای شاخص‌های منفی

بیشترین مقدار را داشته باشد (یاداو و کومار، ۲۰۰۹).^۴

مرحله ۵) محاسبه فاصله هر گزینه از جواب ایده‌آل و ضد ایده‌آل

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (9)$$

$j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (10)$$

$j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m$

1 (Ozcan et al, 2017)

2 (Zschuan & Kuppers, 2013)

3 (Wang et al, 2017)

4 (Yadav & Kumar, 2009).

مرحله ۶) رتبه‌بندی گزینه‌ها

جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها مقادیر C_i ها با هم مقایسه می‌شوند. هرچه مقدار C_i بیشتر باشد، گزینه در رتبه بالاتری قرار می‌گیرد (یو، ۲۰۱۱).^۱

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (11)$$

$$i=1,2,\dots,m$$

۳- بحث و نتایج

پس از تأیید روایی و پایایی، پرسش‌نامه تصمیم‌گیری بین ۱۸ نفر از خبرگان شامل متخصصان رشته‌های مدیریت سوانح طبیعی، شهرسازی، برنامه‌ریزی شهری، جامعه‌شناسی و محیط‌زیست، توزیع شد تا وضعیت هر گزینه نسبت به هر معیار را تعیین کنند. پس از به دست آوردن میانگین نظرات خبرگان، ماتریس نهایی تصمیم‌گیری به دست آمد، که در جدول ۱ نشان داده شده است. به کمک ماتریس تصمیم‌گیری به دست آمده، وزن معیارها با روش آنتروپی شانون به دست آمد که در جدول ۲ آمده است. پس از به دست آوردن وزن معیارها، گزینه‌ها به وسیله روش TOPSIS رتبه‌بندی گردید. برای این منظور ابتدا بایستی ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شود. ماتریس نرمال شده در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱- ماتریس تصمیم‌گیری (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰)

افزایش اثربخشی مدیریت بحران	افزایش کیفیت در مدیریت بحران	بهبود سرعت در مدیریت بحران	معیار ردیف
۵	۴/۵	۲	تعریف اهداف و منافع مشترک
۶	۷	۶	تضمین رهبری مؤثر حاکمیت
۶/۵	۴	۲	تضمین اتحاد بین نهادها و مردم
۶/۵	۶/۵	۸/۵	نشان دادن پشتیبانی حاکمیت و تعهد قابل اعتماد
۶/۵	۵/۵	۶/۵	افزایش زمان کارکنان دولت برای تسهیل و پشتیبانی از فرآیندها
۴/۵	۴	۵	اطمینان از ارتباط شفاف و مؤثر
۸/۵	۸	۳/۵	شفاف‌سازی نقش‌ها و مسئولیت‌ها
۸	۷/۵	۶/۵	سرمایه‌گذاری در جهت اجرای دقیق فرآیندها
۶	۲/۵	۲/۵	پیدا کردن رویکردهای مشترک در راه رسیدن به اهداف
۸	۵/۵	۶	مدیریت و نظارت بر مشکلات در روابط مشارکتی

1 (Yue, 2011).

جدول ۲- مقادیر آنتروپی، درجه انحراف و وزن معیارها (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰)

معیار	وزن معیار	درجه انحراف	آنتروپی
بهبود سرعت در مدیریت بحران	۰/۶۰	۰/۰۴	۰/۹۶
افزایش کیفیت در مدیریت بحران	۰/۳۹	۰/۰۲	۰/۹۸
افزایش اثربخشی مدیریت بحران	۰/۱۱	۰/۰۰۸	۰/۹۹۲

جدول ۳- بی‌مقیاس شده ماتریس تصمیم‌گیری (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰)

ردیف	معیار	بهبود سرعت در مدیریت بحران	افزایش کیفیت در مدیریت بحران	افزایش اثربخشی مدیریت بحران
۱	تعریف اهداف و منافع مشترک	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۲۴
۲	تضمین رهبری مؤثر حاکمیت	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۲۸
۳	تضمین اتحاد بین نهادها و مردم	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۳
۴	نشان دادن پشتیبانی حاکمیت و تعهد قابل اعتماد	۰/۵۱	۰/۳۶	۰/۳۱
۵	افزایش زمان کارکنان دولت برای تسهیل و پشتیبانی از فرآیندها	۰/۳۹	۰/۳	۰/۳۱
۶	اطمینان از ارتباط شفاف و مؤثر	۰/۳	۰/۲۲	۰/۲۱
۷	شفاف‌سازی نقش‌ها و مسئولیت‌ها	۰/۲۱	۰/۴۴	۰/۴
۸	سرمایه‌گذاری در جهت اجرای دقیق فرآیندها	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۳۸
۹	پیدا کردن رویکردهای مشترک در راه رسیدن به اهداف	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۲۸
۱۰	مدیریت و نظارت بر مشکلات در روابط مشارکتی	۰/۳۶	۰/۳	۰/۳۷

سپس وزن معیارها در ماتریس بی‌مقیاس شده اعمال شده و ماتریس بی‌مقیاس موزون مطابق با جدول ۴ به دست آورده شده است.

جدول ۴- ماتریس بی‌مقیاس موزون (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰)

ردیف	معیار	بهبود سرعت در مدیریت بحران	افزایش کیفیت در مدیریت بحران	افزایش اثربخشی مدیریت بحران
۱	تعریف اهداف و منافع مشترک	۰/۰۷۲	۰/۰۷۱	۰/۰۲۵
۲	تضمین رهبری مؤثر حاکمیت	۰/۲۱۶	۰/۱۱۱	۰/۳
۳	تضمین اتحاد بین نهادها و مردم	۰/۰۷۲	۰/۰۶۳۵	۰/۰۳۳
۴	نشان دادن پشتیبانی حاکمیت و تعهد قابل اعتماد	۰/۰۳۰۷	۰/۱۰۳	۰/۰۳۳
۵	افزایش زمان کارکنان دولت برای تسهیل و پشتیبانی از فرآیندها	۰/۲۳	۰/۰۸۷	۰/۰۳۳
۶	اطمینان از ارتباط شفاف و مؤثر	۰/۱۸	۰/۰۶۳	۰/۰۲۲
۷	شفاف‌سازی نقش‌ها و مسئولیت‌ها	۰/۰۱۳	۰/۱۲۷	۰/۰۴۳
۸	سرمایه‌گذاری در جهت اجرای دقیق فرآیندها	۰/۲۳۴	۰/۱۲	۰/۰۴

معیار	ردیف	بهبود سرعت در مدیریت بحران	افزایش کیفیت در مدیریت بحران	افزایش اثربخشی مدیریت بحران
پیدا کردن رویکردهای مشترک در راه رسیدن به اهداف	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۳	
مدیریت و نظارت بر مشکلات در روابط مشارکتی	۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۰۴	

برای هر معیار، گزینه‌های ایده‌آل و ضد ایده‌آل مطابق جدول ۵ به دست آورده شده است.

جدول ۵- مقدار ایده‌آل و ضد ایده‌آل هر معیار (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰)

معیار	مقدار ایده‌آل	مقدار ضد ایده‌آل
بهبود سرعت در مدیریت بحران	۰/۳۰۷	۰/۰۷۲
افزایش کیفیت در مدیریت بحران	۰/۱۲۷	۰/۰۴
افزایش اثربخشی مدیریت بحران	۰/۰۴۳	۰/۰۲۳

در مرحله بعد فاصله ایده‌آل، ضد ایده‌آل، شاخص رتبه‌بندی و رتبه‌بندی گزینه‌ها برای هر گزینه به دست آمده که مطابق جدول ۶ نشان داده شده است. مطابق با جدول ۶، با توجه به رتبه‌بندی انجام شده برای ده نوع از اقدامات کلیدی مختلف در جهت افزایش مشارکت عمومی در مدیریت در سوانح طبیعی، نشان دادن پشتیبانی حاکمیت و تعهد قابل اعتماد در رتبه اول، لزوم تعریف اهداف و منافع مشترک در رتبه دوم، تضمین اتحاد بین نهادها و مردم در رتبه سوم، تضمین رهبری مؤثر حاکمیت در رتبه چهارم، پیدا کردن رویکردهای مشترک در راه رسیدن به اهداف در رتبه پنجم، اطمینان از ارتباط شفاف و مؤثر در رتبه ششم، شفاف‌سازی نقش‌ها و مسئولیت‌ها در رتبه هفتم، سرمایه‌گذاری در جهت اجرای دقیق فرآیندها در رتبه هشتم، افزایش زمان کارکنان دولت برای تسهیل و پشتیبانی از فرآیندها در رتبه نهم و مدیریت و نظارت بر مشکلات در روابط مشارکتی در رتبه دهم قرار گرفته‌اند.

جدول ۶- رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از فاصله ایده‌آل و ضد ایده‌آل (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰)

ردیف‌ها	فاصله ایده‌آل	فاصله ضد ایده‌آل	شاخص رتبه‌بندی	رتبه‌بندی گزینه‌ها
سرمایه‌گذاری در جهت اجرای دقیق فرآیندها	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۱۲	۸
تضمین رهبری مؤثر حاکمیت	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۶۴	۴
افزایش زمان کارکنان دولت برای تسهیل و پشتیبانی از فرآیندها	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۱۰	۹
نشان دادن پشتیبانی حاکمیت و تعهد قابل اعتماد	۰/۰۳	۰/۲۴	۰/۹۰	۱
تضمین اتحاد بین نهادها و مردم	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۶۷	۳
اطمینان از ارتباط شفاف و مؤثر	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۴۴	۶
شفاف‌سازی نقش‌ها و مسئولیت‌ها	۰/۱۸	۰/۱۰	۰/۳۷	۷
تعریف اهداف و منافع مشترک	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۷۱	۲
مدیریت و نظارت بر مشکلات در روابط مشارکتی	۰/۲۳	۰/۰۲	۰/۰۸	۱۰

ردیف‌ها	فاصله ایده‌آل	فاصله ضد ایده‌آل	شاخص رتبه‌بندی	رتبه‌بندی گزینه‌ها
پیدا کردن رویکردهای مشترک در راه رسیدن به اهداف	۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۶۱	۵

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت مدیریت صحیح و دقیق سوانح طبیعی برای جلوگیری از ایجاد خسارات مالی و تلفات جانی سنگین و همچنین با توجه به بالا بودن میزان خسارات مالی و تلفات جانی در کشور ایران، در این مقاله به لزوم اهمیت مشارکت عمومی نهادها و مردم در مدیریت این سوانح پرداخته شد و سپس با در نظر گرفتن ده نوع از اقدامات کلیدی در جهت افزایش موفقیت در مشارکت عمومی و همچنین سه معیار مرتبط با سرعت، کیفیت و اثربخشی که هر سه جزو معیارهای مثبت می‌باشند، پرسشنامه‌هایی تهیه گردید و سپس عملیات مربوط به فرآیند تصمیم‌گیری نیز انجام شد. با توجه به رتبه‌بندی انجام شده برای ده نوع از این اقدامات کلیدی در جهت حصول موفقیت در مسیر افزایش مشارکت عمومی در مدیریت سوانح طبیعی، نشان دادن پشتیبانی حاکمیت و تعهد قابل‌اعتماد در رتبه اول، لزوم تعریف اهداف و منافع مشترک در رتبه دوم، تضمین اتحاد بین نهادها و مردم در رتبه سوم، تضمین رهبری مؤثر حاکمیت در رتبه چهارم، پیدا کردن رویکردهای مشترک در راه رسیدن به اهداف در رتبه پنجم، اطمینان از ارتباط شفاف و مؤثر در رتبه ششم، شفاف‌سازی نقش‌ها و مسئولیت‌ها در رتبه هفتم، سرمایه‌گذاری در جهت اجرای دقیق فرآیندها در رتبه هشتم، افزایش زمان کارکنان دولت برای تسهیل و پشتیبانی از فرآیندها در رتبه نهم و مدیریت و نظارت بر مشکلات در روابط مشارکتی در رتبه دهم قرار گرفته‌اند. به نظر می‌رسد جامعه آماری ۱۸ نفرهای که از آنان پرسش به عمل آمده است، به‌طور کلی پشتیبانی و تضمین حاکمیت و همچنین تعریف اهداف و منافع مشترک نهادها و مردم را دارای اولویت بالاتری نسبت به سایر گزینه‌ها دانسته‌اند و بر اساس نظر این کارشناسان، اگر این موارد به‌صورت درست انجام پذیرند، قطعاً مشکلات کمتری پدید آمده و نیاز چندانی به نظارت و مدیریت مشکلات ناشی از تعامل این گروه‌ها نخواهد بود. آنچه در تحلیل نتایج این مقاله محسوس است، لزوم پرداختن بیشتر به متغیرهای سیاسی و حاکمیتی است که در حقیقت، بایستی ذی‌نفعان و ذی‌مدخلان، ضمن ایجاد احساس اعتماد متقابل نسبت به یکدیگر، به رفع شکاف‌ها و تضادهای موجود در راستای منافع خود گام بردارند و برای رسیدن به یک هدف مشترک که در نهایت کاهش تلفات جانی و خسارات مالی می‌باشد، حرکت کنند. به نظر می‌رسد که یکی از وظایف اساسی سازمان مدیریت بحران کشور به‌عنوان نهاد متولی امر، تقویت مدیریت و برنامه‌ریزی مشارکتی در مراحل مختلف مدیریت سوانح طبیعی می‌باشد، که این امر نیازمند بررسی متغیرهای اثرگذار در زمینه مشارکت همگانی در سوانح طبیعی (اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و غیره) است.

References

- Alexander, D., 2002. *Principles of emergency planning and management*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Australian Emergency Management Institute., 2011. *Community recovery* (3rd ed.). Australia: Commonwealth of Australia.
- Blaikie, P. M., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B., 1994. *At risk: Natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. London, New York: Routledge.
- Bracken, I., 2014. *Urban planning methods: Research and policy analysis*. Hoboken: Taylor and Francis.
- Chuansheng X, Dapeng D, Shengping H, Xin X, Yingjie C., 2012. "Safety evaluation of smart grid based on AHP-entropy method". *Systems Engineering Procedia*, 4(2), pp. 203-209.
- Cutter, S., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J., 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 3(1), 598–606.
- Fu G., 2008. "A fuzzy optimization method for multicriteria decision making: An application to reservoir flood control operation". *Expert Systems with Applications*, 34(1), pp. 145-9.
- Kornakova, M., 2016. Improving the integration of urban planning with disaster risk reduction (Ph.D.). University of Melbourne (Unpublished).
- Norris, F., Stevens, S., Pfefferbaum, B., Wyche, K., & Pfefferbaum, R., 2008. Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*, 41(1–2), 127–150.
- Özcan EC, Ünlüsoy S, Eren T., 2017. "A combined goal programming–AHP approach supported with TOPSIS for maintenance strategy selection in hydroelectric power plants". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78(4), pp. 10-23.
- Twigg J. Disaster risk reduction. London: Overseas Development Institute, Humanitarian Policy Group; 2015.
- Wamsler, C., 2014. *Cities, disaster risk and adaptation*. New York: Routledge.
- Wang E, Alp N, Shi J, Wang C, Zhang X, Chen H., 2017. "Multi-criteria building energy performance benchmarking through variable clustering based compromise TOPSIS with objective entropy weighting". *Energy*, 125(1), pp. 197-210.
- WWW.EM-DAT.BE
- Yadav, S.P. and Kumar, S., 2009. "A multi-criteria interval-valued intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method". In *International workshop on rough sets, fuzzy sets, data mining, and granular-soft computing*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 303-312.
- Yue Z., 2011. "A method for group decision-making based on determining weights of
- Zschau J, Küppers AN, editors., 2013. *Early warning systems for natural disaster reduction*, Springer Science & Business Media.



Quantification of Urban Seismic Resilience Index (a Case Study of Districts 1 and 3 of Zanjan city)

Mahsima Kalantary ^a, Mahdi Eghbali ^{b*}, Delbaz Samadian ^c

^a MSc in Structural Engineering, Roozbeh Institute of Higher Education, Zanjan, Iran

^b Assistant professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran

^c MSc in Structural Engineering, Semnan University, Semnan, Iran

Received: 11 April 2021

Revise: 14 June 2021

Accepted: 19 June 2021

Abstract

Resilience is a new approach and is defined to promote creating a resilient society against natural hazards. Building cities resiliently against these hazards is crucial in order to reduce vulnerability and for proper risk management during the occurrence of accidents. Today, one of the most important hazards, threatening many cities is the occurrence of coming earthquakes. Therefore, by administrating the concept of resilience in cities, the effects of destructive earthquakes can be alleviated and help cities to return to the pre-event conditions. In this paper, in order to learn more about the concept of urban resilience and its quantification method, districts 1 and 3 of Zanjan city are selected as the case study, and are compared with each other in terms of resilience parameter. The model used in this study is based on the resilience indicators that the weight of them was obtained by analytical hierarchy system and spreading the questionnaire among experts and then, performing statistical analysis on the data derived from these questionnaires. Finally, the final rate of urban resilience against earthquake in these areas was calculated using the current relationships in the literature. The results show that the final rate of resilience in districts 1 is 0.432, while it is 0.392 for region 3. Thus, by quantifying resilience, this issue will be understandable to officials, individuals, and engineers who are involved in these areas and help them to look for solutions to enhance the urban resilience against earthquakes.

Keywords: Urban resilience, Resilience indicators, Earthquake, Disaster risk management, Vulnerability reduction

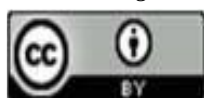
*. Corresponding author: Mahdi Eghbali

E-mail: eghbali@znu.ac.ir

Tel: + 982433054484

How to cite this Article: Kalantary, M., Eghbali, M., Samadian, D. (2021). Quantification of Urban Seismic Resilience Index (a Case Study of Districts 1 and 3 of Zanjan city). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(3), 229-243.

doi: 10.22067/geoeh.2021.70371.1059



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



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 3 - Number 39, Fall 2021

<https://geoeh.um.ac.ir>

doi : <https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70371.1059>

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره سی و نهم، پاییز ۱۴۰۰، صص ۲۴۶-۲۲۹

مقاله پژوهشی

ارزیابی کمی شاخص تاب‌آوری لرزه‌ای شهری (مطالعه موردی: مناطق ۱ و ۳ شهر زنجان)

مه‌سیما کلانتری - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، موسسه آموزش عالی روزبه، زنجان، ایران

مهدی اقبالی^۱ - استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

دل‌باز صمدیان - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۲۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۳/۲۴ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۳/۲۹

چکیده

تاب‌آوری یک رویکرد جدید در جهت ایجاد جامعه‌ای انعطاف‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی به شمار می‌رود. تاب آور نمودن شهرها در برابر این مخاطرات، به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری و مدیریت ریسک سوانح امری لازم و ضروری است. یکی از مهم‌ترین خطراتی که امروزه برای بسیاری از شهرها وجود دارد، احتمال رخداد زلزله می‌باشد. از این رو با به کار بردن مفهوم تاب‌آوری در شهرها می‌توان از اثرات زلزله‌های مخرب کاست و به بازگشت اوضاع به شرایط قبل از حادثه کمک نمود. در این مقاله به‌منظور آشنایی بیشتر با موضوع تاب‌آوری شهری و روش تجزیه و تحلیل آن، مناطق ۱ و ۳ شهر زنجان به‌عنوان نمونه مورد مطالعه انتخاب و از نظر تاب‌آوری در برابر زلزله، مقایسه شده‌اند. مدل استفاده شده در این مطالعه بر مبنای شاخص‌های تاب‌آوری می‌باشد که وزن این شاخص‌ها به‌وسیله روش تحلیل سلسله مراتبی و تقسیم پرسش‌نامه در میان صاحب‌نظران و بعد از آن انجام تحلیل‌های آماری بر داده‌های مستخرج از این پرسش‌نامه‌ها به دست آمده است. در نهایت میزان نهایی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله در این مناطق با استفاده از روابط پیشنهاد شده محاسبه گردید. نتایج حاصله نشان می‌دهد که میزان نهایی تاب‌آوری در منطقه ۱ برابر با ۰/۴۳۲ و در منطقه ۳ برابر با ۰/۳۹۲ می‌باشد. بدین ترتیب با کمی سازی

Email: eghbali@znu.ac.ir

۱ نویسنده مسئول: ۰۲۴-۳۳۰۵۴۴۸۴

نحوه ارجاع به این مقاله :

کلانتری، مه‌سیما، اقبالی، مهدی، صمدیان، دل‌باز. (۱۴۰۰). ارزیابی کمی شاخص تاب‌آوری لرزه‌ای شهری (مطالعه موردی: مناطق ۱ و ۳ شهر زنجان). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰(۳)، صص ۲۴۶-۲۲۹.
<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.70371.1059>

تاب‌آوری، این موضوع برای مسئولان و مهندسين فعال در این مناطق، قابل درک خواهد بود و آن‌ها را به سمت یافتن راهکارهایی به‌منظور ارتقا میزان تاب‌آوری شهری در برابر زلزله ترغیب می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری شهری، شاخص‌های تاب‌آوری، زلزله، مدیریت ریسک سوانح، کاهش آسیب‌پذیری.

۱- مقدمه

یکی از پرتکرارترین رخداد‌های دلخراش طبیعی در جهان زلزله است. قرارگیری ایران نیز در معرض گسل‌های فعال، باعث بروز همیشگی حوادثی همچون زلزله می‌گردد. بر اساس آمار موجود، کشور ما دهمین کشور زلزله‌خیز جهان است و ۹۰ درصد شهرهای آن در برابر یک زلزله ۵/۵ ریشتری آسیب‌پذیر هستند. وقوع این حوادث طبیعی مثل زلزله با توجه به رشد جمعیت و افزایش شهرنشینی می‌تواند خسارات و تلفات سنگینی را ایجاد نماید؛ چراکه تمرکز جمعیتی بیشتر در شهرها دیده می‌شود و اگر آمادگی مواجهه با این حوادث وجود نداشته باشد، شهرها تلفات مالی و جانی زیادی را متحمل می‌شوند (سلمانی مقدم و همکاران، ۱۳۹۳). دلایل زیادی در افزایش جمعیت شهرها تأثیرگذار هستند و دامنه عمل آن‌ها نیز گسترده است که شامل دلایل اقتصادی، فرهنگی، امکانات شهری و... می‌شود. اگر این رشد و توسعه شهرها بدون هیچ‌گونه برنامه‌ریزی صورت گیرد و برنامه‌ای در راستای کاهش آسیب‌پذیری و افزایش توانایی‌های مردم برای مواجهه با خطرات ناشی از بلایای طبیعی وجود نداشته باشد، بسیاری از شهرها در معرض آسیب‌های جدی از این بلایا قرار خواهند گرفت. لذا ضروری است در جهت افزایش تاب‌آوری شهری برنامه‌ریزی نمود. شهر زنجان هم منطقه‌ای است که روی تقاطع ۲ گسل جنوبی و شمالی خاموش قرار گرفته است. این ۲ گسل مهم‌ترین تهدید شهر زنجان به شمار می‌آیند که در آن گسل شمال زنجان از شهرک صنعتی شروع شده و به سمت جاده ارمغانخانه می‌رود و گسل سلطانیه از جنوب شهر زنجان تا شهر سلطانیه ادامه دارد (عبدی، ۱۳۸۶)؛ بنابراین در شهر زنجان نیز مانند سایر شهرهای کشور باید آمادگی مواجهه با حوادث و بلایای طبیعی ازجمله زلزله را داشت و با برنامه‌ریزی مناسب، تلاش شود تا میزان خسارت ناشی از این پدیده به حداقل برسد و نیز راه حل‌هایی به‌منظور کاهش میزان آسیب‌پذیری شهر و ارتقاء تاب‌آوری شهر بعد از زلزله ارائه گردد.

مفهوم تاب‌آوری شهری که شامل برنامه‌ریزی، مقاومت، جذب و بهبود سریع از حوادث مخرب است، در دهه اخیر در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته است. جامعه تاب‌آور میزان کمتری از آسیب را تجربه خواهد کرد (پروگا، ۲۰۱۴)^۱. برای تجزیه و تحلیل و مدیریت تاب‌آوری، ملاحظات و ارزیابی‌های میزان خطر و ریسک می‌تواند کمک کننده باشد (ترج آون، ۲۰۱۷)^۲. فعالیت‌های کاهش و مدیریت ریسک می‌تواند راهی برای ایجاد مقاومت در برابر سایر خطرات نیز ایجاد نمایند (بوش و دیون، ۲۰۱۹)^۳. تاب‌آوری اصطلاح کلیدی در مدیریت خطر در برابر بلایای

1 Proaga

2 Terje Aven

3 Bush & Doyon

طبیعی (DRM^۱) است (مک آسکیلا و گوثریا، ۲۰۱۴)^۲. با این وجود، تاب‌آوری به طرق مختلفی تفسیر می‌شود. بیشتر مطالعات بر روی یک خطر واحد (اغلب زمین‌لرزه) یا زیرساخت‌های خاص (به‌عنوان مثال امکانات مراقبت‌های بهداشتی) متمرکز شده‌اند. از آنجایی که برنامه‌های تاب‌آوری به طور فزاینده‌ای روی پاسخگویی به شرایط اضطراری، کاهش خطر، آمادگی و امنیت و بهبود جوامع از اختلالات فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی تأثیرگذار هستند، لذا مفاهیم تاب‌آوری در جوامع پس از هر یک از بلایای طبیعی تکامل یافت (ماریا کولیو و همکاران، ۲۰۱۸)^۳. در بیشتر تعاریف تاب‌آوری یک جریان در نظر گرفته می‌شود تا یک نتیجه، جریانی که سازگاری در حین حادثه و بعدازآن را به همراه دارد (کیوک و همکاران، ۲۰۱۶)^۴.

تلاش‌های اولیه در زمینه تاب‌آوری شهری مربوط می‌شود به ۲۲ ژانویه ۲۰۰۵. در این راستا دستورکار هیوگو در سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ توسط استراتژی بین‌المللی کاهش خطر سازمان ملل متحد به تصویب رسید. بعد از تصویب این قانون، در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مخاطرات و کاهش خطر بلایا، اهداف از کاهش آسیب‌پذیری به سمت ایجاد و افزایش تاب‌آوری سوق پیدا کرده است. هم‌اکنون در حین بحران‌ها و حوادث، تلاش جوامع در جهت بازگشت به شرایط قبل از حادثه می‌باشد که تأثیر زیادی بر موضوع کاهش آسیب‌ها دارد و منجر به افزایش توجه در زمینه تاب‌آوری می‌گردد (غفاری، پاشازاده و آقایی، ۱۳۹۶ به نقل از مایونگا، ۲۰۰۷)^۵. در سال ۲۰۱۴ ویشسلگارتنر و کلمن پژوهشی را با عنوان جغرافیای تاب‌آور انجام دادند و فرصت‌ها و چالش‌های مفاهیم تاب‌آوری و ویژگی‌های تاب‌آوری را بیان نموده‌اند. آن‌ها ادعا کردند که تبدیل تاب‌آوری از تعریف و توصیف به یک برنامه عملی، در عین وجود چالش‌ها می‌تواند فرصت‌هایی را نیز فراهم نماید و البته برای افزایش تاب‌آوری به هردو مفهوم احتیاج است (غفاری و همکاران به نقل از ویشسلگارتنر و کلمان، ۲۰۱۴)^۶. رضایی در سال ۱۳۹۲ در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی تاب‌آوری اقتصادی و نهادی شهرها در مقابل بلایای طبیعی (مطالعه موردی: زلزله محله‌های شهر تهران)، وزن شاخص‌ها را به کمک روش تحلیل سلسله مراتبی محاسبه می‌نماید، به دنبال آن مناطق را طبق مؤلفه‌های اقتصادی و نهادی دسته‌بندی می‌نماید (غفاری و همکاران به نقل از رضایی، ۱۳۹۲). جلالی و فلاحی در سال ۱۳۹۲ به بازسازی تاب‌آور از دیدگاه طراحی شهری، پس از زلزله ۱۳۸۲ بم و با هدف شناسایی دلایل و روش‌های مؤثر بر تاب‌آوری شهر بم می‌پردازند. با توجه به نتایج به دست آمده، در یافته می‌شود که تمرکز بر تعدادی از مختصات طراحی پایدار شهری مثل هویت شهری، علائم شهری و نیز پیشرفت فضاهای پرکاربرد و مقاوم در برابر زلزله‌های آینده درون بافت مسکونی علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری و پایدارنمودن ساختارها، می‌تواند برای بهسازی شهر بم از دیدگاه تاب‌آوری

1 Disaster Risk Management

2 MacAskill & Guthrie

3 Maria Koliou et al

4 Kwok et al

5 Mayunga

6 Weichselgartner & Kelman

کمک کننده باشند (غفاری و همکاران به نقل از فلاحي و جلالی، ۱۳۹۲). اسکندری و همکاران در سال ۱۳۹۳ در مقاله‌ای تحت عنوان مدل ارزیابی تاب‌آوری مراکز درمانی در برابر زلزله، پس از تعیین محتمل‌ترین سناریوی وقوع زلزله در منطقه، در فاز اول میزان خسارات جانی زلزله تخمین و سپس قابلیت ارائه خدمات درمانی به مصدومین سانحه، توسط بیمارستان‌های شهر با استفاده از چک لیست اصلاح شده سازمان بهداشت جهانی، به‌عنوان فاز دوم مطالعه ارزیابی شده و در نهایت با مقایسه نتایج حاصل از دو فاز مذکور، به ارزیابی تاب‌آوری اقدام نموده‌اند (غفاری و همکاران به نقل از اسکندری و همکاران، ۱۳۹۳). در سال ۱۳۹۵ قنبری و همکاران در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زمین‌لرزه (نمونه موردی: شهرک باغمیشه تبریز) مدل فازی -تاپسیس را با توابع همپوشانی به دست آمده از نرم افزار ARC GIS ترکیب نموده و نقشه نهایی که بیانگر میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهرک باغمیشه می‌باشد را در واحد پیکسل استخراج نموده‌اند (غفاری و همکاران به نقل از قنبری و همکاران، ۱۳۹۵). صمدیان و همکاران، ۲۰۱۹، ۲۰۱۶، ۲۰۲۰؛ اقبالی و همکاران، ۲۰۲۰؛ شمس‌الدینی و همکاران، ۲۰۲۰؛ سرداری و همکاران، ۲۰۲۰، به بررسی کمی شاخص تاب‌آوری لرزه‌ای مدارس بتنی و فولادی موجود در ایران پرداختند و تأثیر مقاوم‌سازی بر روی بهبود این شاخص را موردبررسی قرار دادند. در زمینه کاهش تاب‌آوری لرزه‌ای برونو و همکاران ۲۰۰۳، پیشنهاد کردند که تاب‌آوری را می‌توان توسط ۴ بعد مرتبط با هم معرفی کرد که شامل ابعاد فنی، سازمانی، اجتماعی و اقتصادی می‌باشد. بعد فنی تاب‌آوری اشاره دارد به پاسخ و عملکرد سیستم‌ها زمانی که تحت نیروهای زلزله واقع می‌شوند. بعد سازمانی تاب‌آوری به ظرفیت سازمان‌ها برای پاسخ دادن به حالات اضطراری و انجام اقدامات حیاتی اشاره دارد. بعد اجتماعی تاب‌آوری به ظرفیت کاهش پیامدهای منفی اجتماعی ناشی از فقدان سرویس‌های حیاتی در دوران پس از فاجعه، می‌پردازد. بعد اقتصادی تاب‌آوری به توانایی کاهش زیان‌های مستقیم و غیر مستقیم اقتصادی ناشی از زلزله‌های مخرب معطوف است. از این ۴ بعد، ابعاد فنی و سازمانی بیشتر مربوط به عملکرد و تاب‌آوری سیستم‌های حیاتی است، مثل نیروگاه‌های برق، آب، بیمارستان و اورژانس. ابعاد اقتصادی و اجتماعی بیشتر مربوط به عملکرد و تاب‌آوری اجتماع به‌عنوان یک "کل" می‌باشد. همچنین آن‌ها اشاره کردند که تاب‌آوری دارای ۴ ویژگی غنای منابع، سرعت پذیری، استحکام‌پذیری و افزونگی می‌باشد. استحکام‌پذیری به مقاومت یا توانایی المان‌ها، سیستم‌ها و دیگر واحدهای آنالیز مرتبط است تا بتوانند تنش‌های وارده در یک سطح مشخص را بدون فقدان یا کاهش عملکرد در خود تحمل کنند. سرعت پذیری بیانگر ظرفیت رسیدن به اولویت‌ها و اهداف مورد نظر در زمان مناسب به‌منظور جلوگیری از اختلالات آینده و تحمل زیان‌ها، می‌باشد. افزونگی به توانایی

1 Samadian et al

2 Eghbali et al

3 Shamsoddini et al

4 Sardari et al

5 Bruneau et al

جایگزینی عناصر و سیستم‌ها که می‌توانند بعد از وقوع اختلالات زلزله فعال شوند، اشاره دارد. در نهایت غنای منابع، ظرفیت بسیج عمومی و به‌کارگیری مصالح و ذخایر انسانی برای رسیدن به اهداف مورد نظر در زمان وقوع اختلالات است. از این ۴ ویژگی، سرعت پذیری و استحکام‌پذیری به‌عنوان اهداف توسعه تاب‌آوری اند و افزونگی و غنای منابع به ترتیب ابزارهای رسیدن به این اهداف می‌باشند.

لازم به ذکر است تاب‌آوری شهری^۱ به بررسی میزان توانایی بازیابی مجموعه‌های شهری به‌عنوان یک مجموعه جامع، دربرگیرنده سازه‌های عمرانی، در مقابل حوادث آینده می‌پردازد. درحالی‌که، تاب‌آوری سازه‌ای^۲ تاب‌آوری یک سازه به صورت انفرادی موردبررسی قرار گرفته و تعامل آن با دیگر زیرساخت‌های موجود در جامعه موردبررسی قرار نمی‌گیرد. ازاین‌رو ارزیابی تاب‌آوری شهری شاخص کلی‌تری از توانایی جوامع و شهرها در برابر اثرات مخرب آتی ارائه می‌دهد.

بسیاری از سازمان‌های فعال در موضوع کاهش خطرات، اکثراً اقدامات خود را در زمینه رسیدن به جوامع تاب‌آور در برابر حوادث متمرکز ساخته‌اند. همین موضوع توجه و اهمیت به بحث تاب‌آوری را افزایش داد و اهداف مهم برنامه‌ریزی‌ها و کاهش مخاطرات از سمت کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری گرایش پیدا کرده است (کاسپرسون، ۱۹۸۸)^۳

امروزه ارتقا تاب‌آوری شهری در ارتباط با حوزه‌های مختلف زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و ... به طور فزاینده‌ای مورد توجه محققان و مقامات محلی قرار گرفته است (ریبریئو و پنجاگاردیم گنکالوس، ۲۰۱۹)^۴. اصطلاح تاب‌آوری شهری به‌منظور میزان توانایی یک شهر برای بهبود بعد از یک سانحه به کار می‌رود و متشکل از ظرفیت یک شهر و سیستم‌های آن برای جذب خسارات و تأثیرات ناشی از آن‌ها می‌باشد (لوسینی، ۲۰۱۳)^۵. این مقاله سعی دارد تا کاربرد مفهوم تاب‌آوری را با توجه به ابعاد آن در سطح شهر بررسی نماید. در این راستا از روش‌های موجود در ادبیات فنی به‌منظور محاسبه میزان تاب‌آوری شهری استفاده گردیده و به کمک آن تاب‌آوری دو منطقه شهری به دست آورده می‌شود. مدل مورد استفاده بر مبنای شاخص‌های وزن‌دار تاب‌آوری شهری بیان می‌شود. به‌منظور استفاده از این مدل، نیاز به وزن‌دار شدن و استفاده از وزن آن‌هاست. در این راستا از روش تحلیل سلسله مراتبی و مصاحبه بین متخصصین این حوزه استفاده نموده سپس با استفاده از تحلیل‌های آماری روی این داده‌ها وزن شاخص‌ها به دست می‌آید و بعد از مقیاس پنج مرحله‌ای میزان شاخص‌ها به عدد صحیح تبدیل می‌گردد. میزان کمی تاب‌آوری منطقه ۱ و ۳ شهر زنجان در برابر زلزله محاسبه شده و عوامل مؤثر در میزان آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در دو منطقه

1 Urban Resilience

2 Structural Resilience

3 Kaspersen

4 Ribeiro & Pena Jardim Gonçalves

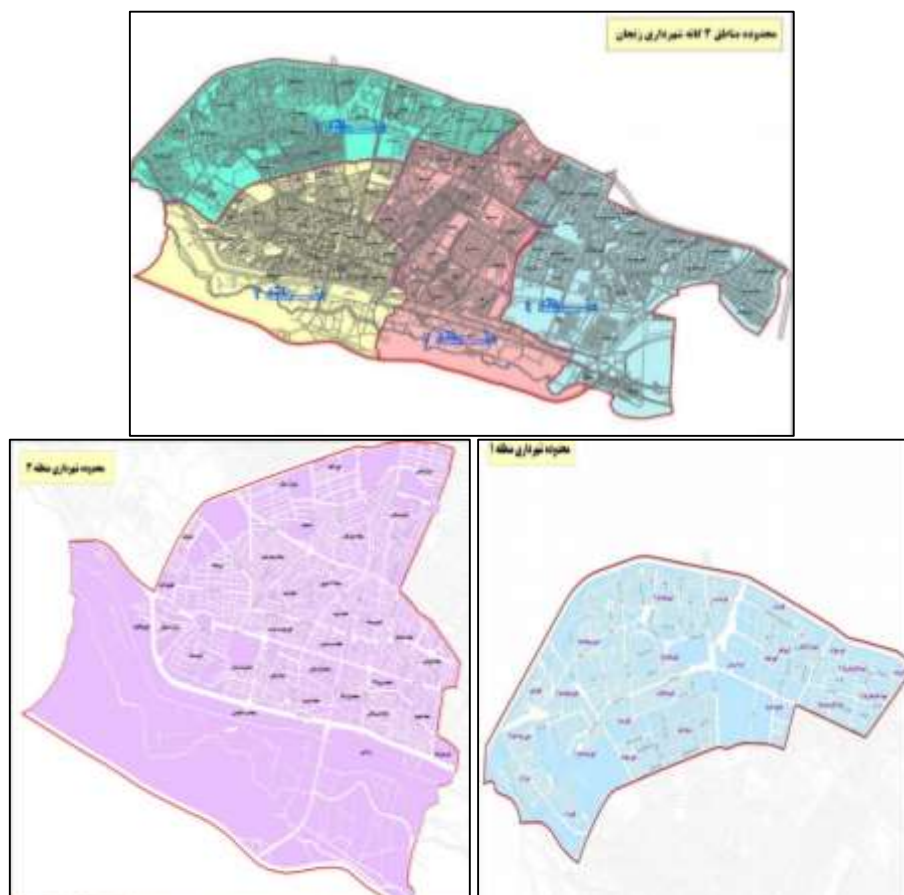
5 Lucini

شناسایی می‌گردد. با دستیابی به مقادیر کمی تاب‌آوری در هر یک از این مناطق، درک آن برای مسئولان و مردم ساده‌تر می‌شود و می‌توان دو منطقه را با یکدیگر از نظر تاب‌آوری در برابر زلزله مقایسه نمود.

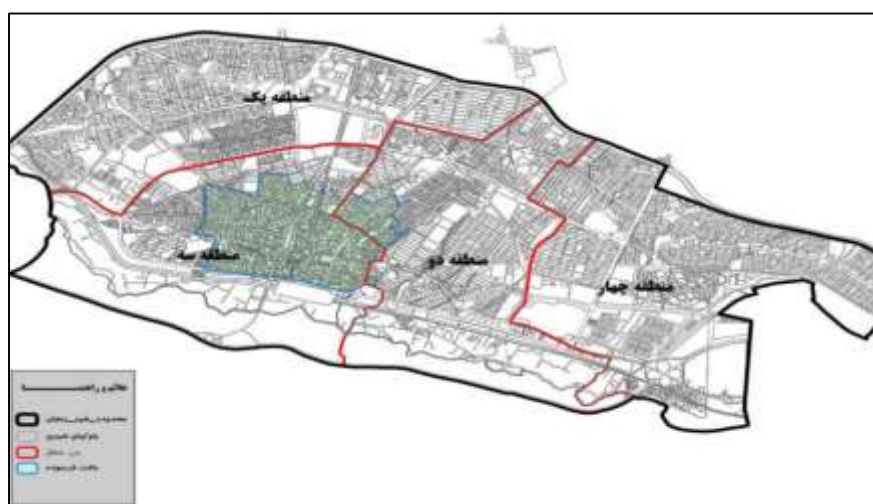
۲- داده‌ها و روش‌ها

۲-۱- محدوده مورد مطالعه

در این پژوهش که از نظر هدف کاربردی و روش توصیفی، تحلیلی و پیمایشی می‌باشد، مناطق ۱ و ۳ شهرداری زنجان (شکل ۱) به‌عنوان نمونه مورد مطالعه انتخاب شده‌اند. منطقه ۱ در شمال غرب استان می‌باشد و منطقه ۳ نیز در جنوب غرب استان قرار گرفته است. علت انتخاب این دو منطقه به دلیل تفاوت در بافت شهری، میزان آسیب‌پذیری اجتماعی و سطح رفاه ساکنین می‌باشد. جمعیت ساکن در منطقه ۱ معادل ۱۲۸۷۶۲ نفر بوده (طبق سرشماری سال ۹۵) که در قالب ۳۷۹۳۹ خانوار زندگی می‌کنند و حدود چهارگانه و حریم آن به شرح زیر می‌باشد: ضلع شمالی محدوده قانونی و استحفاظی شهر زنجان از ورودی تبریز به سمت زنجان، واقع در غرب شهر زنجان تا میدان جهاد امتداد آن در بزرگراه ۲۲ بهمن تا تقاطع بلوار سرداران شهید به سمت خیابان استاد ثبوتی و تقاطع تربیت و به سمت شرق خیابان آیت اله هاشمی تا تقاطع شهید آوینی و به سمت شمال شرق بلوار دانشجو می‌باشد (سایت شهرداری زنجان). منطقه ۳ دارای جمعیتی معادل ۱۰۱۳۴۲ نفر بوده (براساس سرشماری سال ۹۵) که در قالب ۳۲۴۰۵ خانوار زندگی می‌کنند و حدود چهارگانه و حریم آن به شرح زیر است: ضلع جنوبی محدوده قانونی و استحفاظی شهر زنجان از ورودی تبریز به سمت زنجان، واقع در غرب شهر زنجان تا میدان جهاد امتداد آن در بزرگراه ۲۲ بهمن تا تقاطع بلوار سرداران شهید امتداد آن دروازه رشت و به سمت شرق تقاطع بعثت و جمهوری به سمت بلوار آزادی و خیابان اردوناس می‌باشد (سایت شهرداری زنجان).



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه (منبع: سایت شهرداری زنجان)

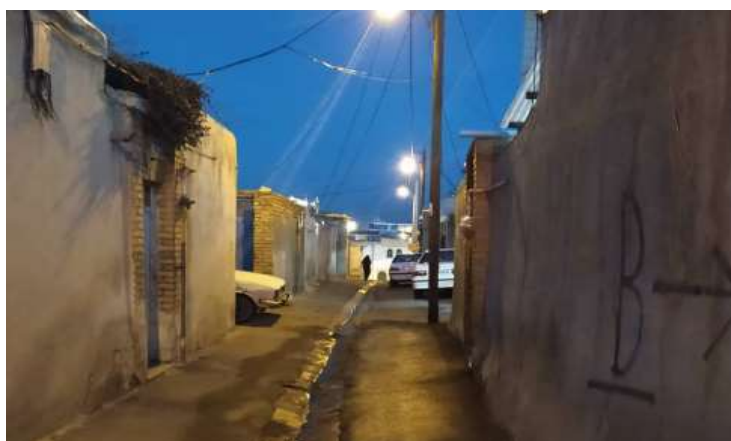


شکل ۲- محدوده بافت فرسوده شهر (منبع: سایت شهرداری زنجان)

با توجه به شکل ۲ مشاهده می‌شود که بیشتر بافت فرسوده شهر زنجان در منطقه سه قرار دارد که این موضوع بیانگر ناکارآمدی بافت شهری به‌عنوان یکی از شاخص‌های بخش تاب‌آوری ساختار شهر و همچنین نشان دهنده آسیب‌پذیری بالای ساختمان‌ها به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های بخش تاب‌آوری فیزیکی می‌باشد که با توجه به تأثیرگذاری بالای این دو شاخص در تاب‌آوری شهر در برابر زلزله، انتظار می‌رود میزان تاب‌آوری لرزه‌ای در این منطقه کاسته شود. وجود معابر با عرض مناسب، آسیب‌پذیری پایین ساختمان‌ها، دسترسی بهتر به فضاهای باز و استطاعت مالی بیشتر ساکنین از جمله نقاط قوت منطقه یک به شمار می‌روند که انتظار می‌رود باعث افزایش میزان تاب‌آوری در این منطقه در مقایسه با منطقه سه گردد. در عین حال وجود همکاری و حس تعاون در بین بیشتر ساکنین منطقه سه به چشم می‌خورد که از جمله مؤلفه‌های افزایش دهنده میزان تاب‌آوری می‌باشد. شکل ۳ تا ۷ نمایی از بافت شهری در مناطق مختلف شهر زنجان را نشان می‌دهد.



شکل ۳ - توسعه ناهمگون شهری در برخی از محله‌های منطقه سه



شکل ۴ - وجود معابر با عرض نامناسب و بافت فرسوده وسیع در منطقه سه که منجر به کاهش میزان تاب‌آوری می‌شود.



شکل ۵- وجود معابر با عرض مناسب در منطقه یک و دسترسی بهتر بعد از وقوع زلزله



شکل ۶- عریض بودن اکثر خیابان‌های اصلی در منطقه ۱ و نسبت مناسب ارتفاع ساختمان‌ها به عرض خیابان‌ها



شکل ۷- علاوه بر وجود بافت فرسوده وسیع در منطقه ۳، بیشتر ساختمان‌ها نیز از آسیب‌پذیری بالایی برخوردار بوده که باعث کاهش تاب‌آوری در برابر زلزله می‌گردد.

۲-۲- سیستم شاخص مورد استفاده

سیستم مورد استفاده، برگرفته از سیستم شاخص تاب‌آوری لرزه‌ای ارائه شده توسط آقای اترچالی و همکاران، ۲۰۱۷ می‌باشد. در این سیستم، تاب‌آوری شهری در پنج بخش کلی تاب‌آوری ساختار شهر، تاب‌آوری فیزیکی، تاب‌آوری اجتماعی-انسانی، تاب‌آوری اقتصادی و تاب‌آوری مدیریتی، نهادی و قانونی در نظر گرفته شده است و تمامی ابعاد یک شهر در آن پوشش داده شده است. برای هر کدام از این بخش‌ها قسمت‌های جزئی‌تری تحت عنوان "ناحیه موضوعی" به‌منظور تفکیک و تمایز قائل شدن بین بخش‌ها پیشنهاد شده است. درنهایت برای هر کدام از نواحی موضوعی تعدادی شاخص پیشنهاد شده است که این شاخص‌ها کوچک‌ترین جزء سیستم شاخص تاب‌آوری پیشنهادی هستند.

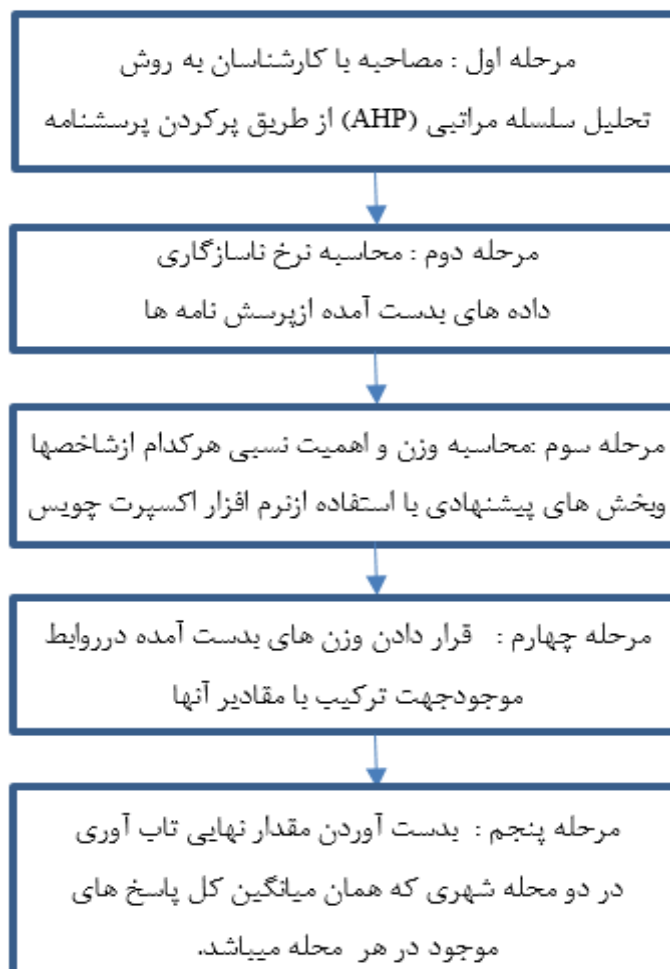
۳- مدل وزن‌دار شده سیستم شاخص تاب‌آوری شهری

در این پژوهش وزن شاخص‌ها محاسبه شده است؛ زیرا بخش‌های پیشنهادی کاملاً با هم متفاوت بوده و نمی‌توان وزن یکسانی برای آنان قائل شد. در این قسمت وزن شاخص‌ها، نواحی موضوعی و بخش‌های موجود در سیستم شاخص تاب‌آوری لرزه‌ای ارائه می‌گردد. برای این کار از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۱ استفاده شده است. تکنیک AHP توسط (توماس و ساتی، ۱۹۸۳)^۲ معرفی شد. اساس روش تحلیل سلسله مراتبی بر پایه مقایسات زوجی است که این مقایسات طبق نظر متخصصان انجام می‌شود. به‌منظور این کار تعداد ۳۰ پرسشنامه در اختیار متخصصین این حوزه قرار گرفت. در مرحله بعد به محاسبه اوزان نسبی و نرخ ناسازگاری پرداخته می‌شود. این بخش توسط نرم افزار اکسپرت چویس^۳ انجام شده و خود نرم افزار اوزان را از طریق روش بردار ویژه (دقیق‌ترین روش محاسبه وزن) محاسبه می‌کند. بدین ترتیب که اطلاعات هر کدام از پرسشنامه‌ها را با توجه به امتیازدهی که توسط مصاحبه شوندگان بین مقایسات زوجی صورت گرفته است وارد نرم افزار می‌شود که این امتیازات برای هر شاخص اعدادی بین ۱ تا ۹ را در برمی‌گیرد. نرم افزار از مجموع اطلاعات ۳۰ پرسشنامه میانگین هندسی گرفته و درنهایت برای هر شاخص یک عدد را به‌عنوان وزن ارائه می‌دهد. نکته دیگر در این مقایسات زوجی نرخ ناسازگاری است که همواره باید از ۰/۱ کمتر باشد تا مقایسه زوجی سازگار شود. شکل شماره ۸ چارچوب مورد استفاده در مطالعه حاضر برای ارزیابی تاب‌آوری شهری را نشان می‌دهد.

1 Analytical Hierarchy Process

2 Thomas L. Saaty

3 Expert Choice



شکل ۸- مراحل دستیابی به تاب آوری لرزه ای شهری

۴- مدل استفاده شده به منظور محاسبه تاب آوری لرزه ای شهری

بعد از به دست آوردن وزن نسبی شاخص ها، نواحی و بخش ها، در مرحله بعدی باید با ترکیب وزن معیارها با امتیاز آن ها و قرار دادن آن ها در فرمول به یک مقدار واحد برای تاب آوری در هر منطقه دست یافت. در نهایت با مقایسه میزان تاب آوری دو منطقه ۱ و ۳، منطقه تاب آور تر مشخص می گردد. در فرمولی که توسط آقای اترچالی برای محاسبه میزان نهایی تاب آوری ارائه شده تاب آوری برای هر بخش به شکل مجزا حساب می شود و در نهایت تاب آوری کلی نیز از مجموع حاصل ضرب تاب آوری هر بخش در وزن آن بخش به دست می آید. لازم به ذکر است در این روابط، مقادیر وزن شاخص ها یکبار توسط نرم افزار محاسبه می گردد ولی امتیاز شاخص ها با توجه به هر پرسشنامه عدد متفاوتی می شود. وزن ها با w و امتیازها با I نشان داده شده اند.

- ۱) **تاب‌آوری ساختار شهر (W'F)** که شامل ناحیه موضوعی توسعه شهری حساس نسبت به ریسک (WF1) و ناحیه موضوعی بافت و ساختار کلی شهر (WF2) می‌باشد.
- ۲) **تاب‌آوری فیزیکی (W'P)** که شامل ناحیه موضوعی ساختمان‌ها (WP1)، ناحیه موضوعی زیرساخت‌های مرتبط با مدیریت بحران (WP2) ناحیه موضوعی زیرساخت‌های شهری (WP3) می‌باشد.
- ۳) **تاب‌آوری اجتماعی - انسانی (W'S)** که شامل ناحیه موضوعی شناخت و درک خطر سوانح (WS1) ناحیه موضوعی وضعیت توسعه انسانی (WS2) ناحیه موضوعی مشارکت اجتماعی (WS3) ناحیه موضوعی آسیب‌پذیری انسانی (WS4) می‌باشد.
- ۴) **تاب‌آوری اقتصادی (W'E)** که شامل ناحیه موضوعی ظرفیت‌های اقتصادی (WE1) ناحیه موضوعی درآمد (WE2) می‌باشد.
- ۵) **تاب‌آوری مدیریتی، نهادی و قانونی (W'M)** که شامل ناحیه موضوعی ظرفیت‌های مدیریتی و قانونی شهر (WM1) ناحیه موضوعی مدیریت شرایط اضطراری (WM2) می‌باشد.

۵- یافته‌های پژوهش

۵-۱- محاسبه اوزان شاخص‌ها، بخش‌ها و نواحی موضوعی و ارزیابی نرخ ناسازگاری توسط نرم افزار

مقادیر مربوط به اوزان شاخص‌ها و نرخ ناسازگاری توسط نرم افزار و به دنبال آن ارجح‌ترین بخش، ناحیه موضوعی و شاخص انتخاب می‌گردد؛ به عنوان مثال با توجه به امتیازدهی به مقایسه بین "پنج بخش اصلی"، خروجی نرم افزار اکسپرت چویس مربوط به ماتریس مقایسات زوجی بخش‌های اصلی به شرح شکل ۹ به دست آمده است. (نرخ ناسازگاری ۰/۰۱)

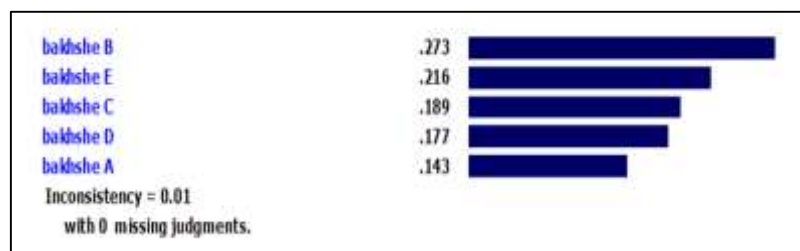
	bakhshe A	bakhshe B	bakhshe C	bakhshe D	bakhshe E
bakhshe A		2.32385	1.34857	1.17796	1.23885
bakhshe B			1.02865	1.4888	1.47557
bakhshe C				1.16104	1.36729
bakhshe D					1.45478
bakhshe E					
Incon: 0.01					

شکل ۹- ماتریس مقایسه زوجی پنج بخش اصلی تاب‌آوری

اعداد جدول فوق نشان دهنده اولویت شاخص سطر نسبت به شاخص ستون مربوطه است. اعداد به رنگ قرمز وضعیت معکوس، یعنی اولویت ستون نسبت به سطر را نشان می‌دهند. از آنجایی که ارجحیت هر شاخص نسبت به خودش همواره برابر ۱ می‌باشد، بنابراین اعداد روی قطر اصلی در این ماتریس‌ها ۱ بوده و با رنگ خاکستری نمایش

داده می‌شود. مقادیر زیر قطر اصلی نیز معکوس مقادیر بالای قطر اصلی هستند و این قسمت نیز با رنگ خاکستری نشان داده می‌شود، یعنی اگر ارجحیت شاخص A نسبت به شاخص B برابر ۳ باشد، آنگاه اهمیت شاخص B نسبت به A، برابر ۳/۱ خواهد بود.

شکل شماره ۱۰ رتبه‌بندی و ارزش وزنی تعیین‌شده بخش‌ها را نشان می‌دهد:



شکل ۱۰- رتبه‌بندی بخش‌های اصلی

جدول ۱- مقایسه ارزش وزنی بخش‌های اصلی

ردیف	نام بخش	ارزش وزنی	رتبه
۱	بخش تاب‌آوری فیزیکی	۰/۲۷۳	۱
۲	بخش تاب‌آوری مدیریتی، نهادی، قانونی	۰/۲۱۸	۲
۳	بخش تاب‌آوری اجتماعی-انسانی	۰/۱۸۹	۳
۴	بخش تاب‌آوری اقتصادی	۰/۱۷۷	۴
۵	بخش تاب‌آوری ساختار شهر	۰/۱۴۳	۵

مطابق جدول شماره ۱ از دیدگاه کارشناسان "بخش تاب‌آوری فیزیکی" مهم‌ترین "بخش" می‌باشد. به همین ترتیب برای نواحی موضوعی و شاخص‌ها نیز ماتریس مقایسه زوجی به دست آمده و در نهایت وزن مربوط به تمامی بخش‌ها و نواحی موضوعی و شاخص‌ها به شکل جدول شماره ۲ به دست آمده است:

جدول ۲- مدل وزن‌دار شده سیستم تاب‌آوری شهری

۰/۶۹۳	IF1 = سازگاری توسعه و ساخت‌وساز با سطح خطر	۰/۵۲۹	توسعه شهری متناسب با سطح خطر	۰/۱۴۳	تاب‌آوری شهر
۰/۳۰۷	IF2 = وجود طرح جامع توسعه شهری				
۰/۲۰۴	IF3 = نسبت ارتفاع ساختمان‌ها به عرض معابر	۰/۴۷۱	بافت و ساختار کلی شهر		
۰/۴۵۲	IF4 = دسترسی به راه و فضای باز				
۰/۱۰۷	IF5 = الگوی شهر				
۰/۲۳۷	IF6 = ناکارآمدی بافت شهر				
۰/۷۶۱	IP1 = آسیب‌پذیری (نوع سازه، سال ساخت، تعداد طبقه)	۰/۲۷۳	ساختمان‌ها	۰/۲۷۳	تاب‌آوری فیزیکی
۰/۲۳۹	IP2 = کاربری				
۰/۲۶۲	IP3 = ایستگاه‌های آتش‌نشانی	۰/۳۸۰	زیرساخت‌های مرتبط با مدیریت بحران		
۰/۳۲۲	IP4 = بیمارستان‌ها				
۰/۴۱۶	IP5 = دسترسی نیروهای امدادی				
۰/۱۸۵	IP6 = شبکه انتقال آب	۰/۳۴۷	زیرساخت‌های شهری		
۰/۱۵۷	IP7 = سیستم انتقال گاز				
۰/۱۹۸	IP8 = سیستم توزیع برق				
۰/۱۴۱	IP9 = شبکه مخابرات				
۰/۳۱۹	IP10 = شبکه راه‌ها				
۰/۳۸۹	IS1 = سطح آگاهی و حساسیت مردم	۰/۱۹۴	شناخت و درک خطر سوانح	۰/۱۸۹	تاب‌آوری اجتماعی - انسانی
۰/۶۱۱	IS2 = مدیریت ریسک محلی/گروه‌های پاسخ اضطراری				
۰/۱۲۵	IS3 = اعتماد و ارتباط بین مردم، مسئولان و متخصصان	۰/۲۰۶	وضعیت توسعه انسانی		
۰/۲۳۱	IS4 = سطح بهداشت و سلامت				
۰/۲۲۹	IS5 = سطح سواد و آموزش				
۰/۱۹۹	IS6 = سن افراد				
۰/۲۱۶	IS7 = سطح آسایش نسبی و امیدواری به زندگی				
۰/۴۱۸	IS8 = همکاری و حس تعاون	۰/۲۷۹	مشارکت اجتماعی		
۰/۲۴۵	IS9 = وجود و فعالیت سازمان‌های اجتماعی و مدنی				
۰/۳۳۶	IS10 = برگزاری مانور واکنش اضطراری	۰/۳۲۱	آسیب‌پذیری انسانی		
۰/۴۶۶	IS11 = جمعیت آسیب‌پذیر در برابر سوانح				
۰/۵۳۴	IS12 = تراکم جمعیت				
۰/۳۱۷	IE1 = ظرفیت مالی برای اجرای سیاست‌ها و پاسخگویی به بحران	۰/۴۱۵	ظرفیت‌های اقتصادی	۰/۱۷۷	تاب‌آوری اقتصادی
۰/۳۸۳	IE2 = توانایی بازیابی و بازسازی فیزیکی و اقتصادی				
۰/۲۹۹	IE3 = اشتغال				
۰/۳۹۳	IE4 = رفاه اقتصادی	۰/۵۸۵	درآمد		

۰/۶۰۷	IE5 = میانگین GDP خانوارها				
۰/۲۲۸	IM1 = وجود قوانین	۰/۳۱۵	ظرفیت‌های مدیریتی و قانونی شهر	۰/۲۱۶	تاب‌آوری مدیریتی، نهادی و قانونی
۰/۸۷۲	IM2 = اجرای قوانین و حاکمیت قانونی				
۰/۲۷۳	IM3 = سیستم‌های هشدار سریع	۰/۶۸۵	مدیریت شرایط اضطراری		
۰/۸۲۷	IM4 = توانایی مدیریت تحویل منابع به آسیب‌پذیرترین افراد و استفاده حداکثری از نیروهای موجود				

۶- نتیجه‌گیری

همان‌طور که در جدول شماره ۲ ملاحظه می‌شود، شاخص IM2 "(اجرای قوانین و حاکمیت قانونی)" با ارزش وزنی ۰/۷۷/۲ به‌عنوان مهم‌ترین شاخص از دیدگاه کارشناسان برگزیده شده است. شاخص IP1 "(آسیب‌پذیری)" نوع سازه، سال ساخت، تعداد طبقه) نیز با ارزش وزنی ۰/۷۶/۱ در رتبه دوم از دیدگاه کارشناسان قرار گرفته است. در واقع شاخص اجرای قوانین و حاکمیت قانونی که در بخش تاب‌آوری مدیریتی، نهادی و قانونی قرار گرفته است، نقش زیادی در ارتقاء تاب‌آوری شهری دارد. تاب‌آوری مدیریتی، نهادی و قانونی شامل ۲ بخش ظرفیت‌های مدیریتی و قانونی شهر (وجود قوانین و مقررات و اجرای مناسب آن‌ها) و مدیریت شرایط اضطراری (توانایی مدیریت تحویل منابع به آسیب‌پذیرتر افراد و استفاده حداکثری از نیروهای موجود و ایجاد سیستم‌های هشدار سریع) می‌باشد. در مقابل کارشناسان شاخص الگوی شهری (IF5)، با ارزش وزنی ۰/۱۰۷ که در بخش تاب‌آوری ساختار شهری قرار دارد را به‌عنوان یک شاخص کم اثر در تاب‌آوری لرزه‌ای شهری در نظر گرفته‌اند. ناحیه موضوعی مدیریت شرایط اضطراری با ارزش وزنی ۰/۶۸/۵ به‌عنوان مهم‌ترین ناحیه موضوعی از دیدگاه کارشناسان انتخاب شده است؛ یعنی این ناحیه موضوعی بیشترین تأثیر را در افزایش تاب‌آوری شهری دارد. ناحیه موضوعی شناخت و درک خطر سوانح با ارزش وزنی ۰/۱۹/۴ واقع در بخش تاب‌آوری اجتماعی انسانی از نظر متخصصین تأثیر کمی بر میزان تاب‌آوری لرزه‌ای شهری دارد. بخش تاب‌آوری ساختار شهر با ارزش ۰/۱۴/۳ می‌باشد که از دیدگاه متخصصین شکل و ساختار شهر تأثیر چندانی در میزان تاب‌آوری شهر در برابر زلزله ندارد و به‌عنوان کم اهمیت‌ترین بخش محسوب می‌شود. براساس نظر کارشناسان بخش تاب‌آوری فیزیکی با ارزش وزنی ۰/۲۷/۳۰ در مقایسه با سایر بخش‌ها بیشترین اهمیت را در افزایش تاب‌آوری شهری دارد. اگرچه با بالا بردن تاب‌آوری در این بعد، تاب‌آوری شهری به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد، اما لزوماً با تمرکز در این بخش نمی‌توان به یک شهر تاب‌آور دست یافت؛ زیرا تاب‌آوری تنها به یک بعد خلاصه نمی‌شود؛ بنابراین باید تلاش‌ها در راستای افزایش تاب‌آوری شهری در همه ابعاد صورت گیرد. بعد از به دست آوردن وزن نسبی شاخص‌ها، نواحی و بخش‌ها، در مرحله بعدی با ترکیب وزن معیارها با امتیاز آن‌ها و قرار دادن آن‌ها در فرمول، یک مقدار واحد برای تاب‌آوری در هر منطقه استخراج می‌شود.

نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌های دیگر نیز در فرمول تاب‌آوری قرار داده می‌شود و مقدار نهایی تاب‌آوری برای اشخاص به شکل جداگانه محاسبه می‌شود. در نهایت از مجموع این ۳۰ عدد تاب‌آوری، میانگین هندسی گرفته می‌شود تا مقدار نهایی تاب‌آوری برای هر منطقه به شکل مجزا به دست آورده شود. میزان تاب‌آوری لرزه‌ای برای منطقه ۱ برابر ۰/۴۳۲ و برای منطقه ۳ برابر ۰/۳۹۲ به دست آمده است. نتایج حاکی از آن است که منطقه ۱ در مقایسه با منطقه ۳ از تاب‌آوری بیشتری در برابر زلزله برخوردار است. یکی از مهم‌ترین علل بالا بودن تاب‌آوری این منطقه می‌توان به آسیب‌پذیری کمتر ساختمان‌ها در این منطقه اشاره نمود، چراکه شاخص آسیب‌پذیری (IP1) با توجه به امتیاز بالایی که دارد تأثیر زیادی در میزان تاب‌آوری دارد و می‌تواند تاب‌آوری را تا میزان قابل توجهی بالا ببرد. در این مطالعه به منظور کاهش تلفات بعد از زلزله و تسهیل در تصمیم‌گیری‌ها، برای مناطق انتخابی در شهر زنجان به کمک سیستم شاخص ارائه شده توسط آقای اترچالی اقدام به وزن دهی مناسب شاخص‌ها با روش مبتنی بر AHP شده است. هر یک از فاکتورهای وزنی شاخص‌های مختلف توصیف کننده تاب‌آوری شهری، می‌تواند بر تولید تاب‌آوری نهایی تأثیر به سزایی داشته باشد. از این رو با توجه به اهمیت و پیچیدگی مرحله کمی سازی تاب‌آوری و تأثیرگذاری نظرات دریافتی از مصاحبه شوندگان بر کلیه تفاسیر و نتایج اجرای مدل، لذا باید در انتخاب مصاحبه شوندگان دقت لازم را به کار برد. هم‌چنین نتایج این مطالعه مقایسه‌ای انجام شده، می‌تواند تأثیر مستقیمی بر سیاست‌های انتخاب شده در این زمینه بگذارد. مسئولان و تصمیم‌گیرندگان می‌توانند بر اساس اولویت مناطق و مقادیر تاب‌آوری آن‌ها با تخصیص بودجه و اقدامات حمایتی و با برنامه‌ریزی مناسب در جهت افزایش تاب‌آوری شهری گام بردارند.

کتابنامه

- اترچالی، محمد؛ غفوری آشتیانی، محسن؛ امینی حسینی، کامبد؛ ۱۳۹۶. ویژگی‌های شهر تاب آور در برابر زلزله و روش‌های ارزیابی آن‌ها (مطالعه موردی: بخش‌هایی از مناطق ۲ و ۱۹ شهرداری تهران) دولتی - پایان نامه کارشناسی ارشد - پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
- اسکندری، محمدامین؛ شیعه، اسماعیل؛ حبیبی، کیومرث؛ ماکس، ویس؛ ۱۳۹۳. مدل ارزیابی تاب‌آوری مراکز درمانی در برابر زلزله. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران‌های طبیعی (INDM-2014)، ص ۱۱۱۷.
- رضایی، محمدرضا؛ ۱۳۹۲. ارزیابی تاب‌آوری اقتصادی و نهادی جوامع شهری در برابر سوانح طبیعی. مطالعه موردی: زلزله محله‌های شهر تهران. فصلنامه مدیریت بحران. شماره ۳. ۳۸-۲۷.
- سایت شهرداری زنجان <https://www.zanjan.ir/>
- سلمانی مقدم، محمد؛ امیر احمدی، ابوالقاسم؛ کاویان، فرزانه؛ ۱۳۹۳. کاربرد برنامه‌ریزی کاربری اراضی در افزایش تاب‌آوری شهری در برابر زمین‌لرزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی: شهر سبزوار). پژوهش‌های مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال پنجم. شماره ۱۷.

عبدی، پرویز؛ ۱۳۸۶. بررسی فعالیت‌های لرزه‌ای استان زنجان. مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، انتشارات مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

غفاری، عطا؛ پاشازاده، اصغر؛ آقایی، واحد؛ ۱۳۹۶. سنجش و اولویت‌بندی تاب‌آوری شهری در مقابل زلزله (نمونه موردی شهر اردبیل و مناطق چهارگانه آن). مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲۱. ۶۵-۴۵.

فلاحی، علیرضا؛ جلالی، تارا؛ ۱۳۹۲. بازسازی تاب آور از دیدگاه طراحی شهری، پس از زلزله ۱۳۸۲ بم. نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی. شماره ۳. ۱۶-۵.

قنبری، ابوالفضل؛ سالکی ملکی، محمدعلی؛ قاسمی، معصومه؛ ۱۳۹۵. ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زمین‌لرزه (نمونه موردی: شهرک باغمیشه تبریز). مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی. شماره ۱۸. ۱۵-۱.

- Aven. T., 2017. How some types of risk assessments can support resilience analysis and management, *Reliability Engineering and System Safety* 167: 536–543.
- Bruneau, M., Chang, S. E., Eguchi, R. T., Lee, G. C., O'Rourke, T. D., Reinhorn, A. M., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W. A., Winterfeldt, D. 2003. A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities, *Earthquake Spectra* 19:733–752
- Bush, J., Doyon, A., 2019. Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute? 95: 102483, ISSN 0264-2751.
- Eghbali, M., Samadian, D., Ghafory-Ashtiany, M., Raissi Dehkordi, M., 2020. Recovery and reconstruction of schools after M 7.3 Ezgeleh-Sarpole-Zahab earthquake; part II: Recovery process and resiliency calculation. *Soil Dyn. Earthq. Eng.*, 139, 106327.
- Kasperson, R.E., Renn, O., Slovic, P., Brown, H.S., Emel, J., Gobel, R., Kasperson, J.X., Ratick, S., 1988. The social amplification of risk: A conceptual framework.
- 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.
- Lucini, B., 2013. Social capital and sociological resilience in megacities context, *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 58-71.
- MacAskill, K., Guthrie, P. 2014., Multiple interpretations of resilience in disaster risk management. *Procedia Economics and Finance*, 18:667 – 674.
- Maria, K., Van de Lindt, J.W., McAllister, T.P., Ellingwood, B.R., Dillard, M., Cutler, H., 2018. State of the research in community resilience: progress and challenges, *Sustainable and Resilient Infrastructure*.
- Mayunga, J. S., 2007. Understanding and applying the concept of community disaster resilience: A capital based approach. 22 - 28 July, Munich, Germany, 1-16
- Motlagh, Z. S., Raissi Dehkordi, M., Eghbali, M., Samadian, D., 2020. Evaluation of seismic resilience index for typical RC school buildings considering carbonate corrosion effects. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 46: 101511.
- Proaga, V., 2014. The concept of vulnerability and resilience. 4th International Conference on Building Resilience. 369– 376.
- Ribeiro, P.J. G., Pena Jardim Gonçalves, L.A., 2019. Urban resilience: A conceptual framework. *Sustainable Cities and Society*, 50, ISSN 2210-6707.
- Samadian, D., Eghbali, M., Raissi Dehkordi, M., Ghafory-Ashtiany, M., 2020. Recovery and reconstruction of schools after M 7.3 Ezgeleh-Sarpole-Zahab earthquake of Nov. 2017; part

- I: Structural and nonstructural damages after the earthquake. *Soil Dynamic and Earthquake Engineering*, 139: 106305.
- Samadian, D., Ghafory-Ashtiany, M., Naderpour, H., Eghbali, M., 2016. Evaluation of resilience index using fragility curves. *Proc., 7th international conference on integrated disaster risk management, Isfahan Iran, 京都大学防災研究所年報. A= Disaster Prevention Research Institute Annuals. A*, 60 (A): 250-267.
- Samadian, D., Ghafory-Ashtiany, M., Naderpour, H., Eghbali, M., 2019. Seismic resilience evaluation based on vulnerability curves for existing and retrofitted typical RC school buildings. *Soil Dynamic and Earthquake Engineering*, 127: 105844.
- Sardari, F., Raissi Dehkordi, M., Eghbali, M., Samadian, D., 2020. Practical seismic retrofit strategy based on reliability and resiliency analysis for typical existing steel school buildings in Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51:101890.
- Weichselgartner, J., Kelman, L., 2014. Geographies of resilience: Challenges and opportunities of a descriptive concept. *Progress in Human Geography*, 39(3):1-19.

GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

(Research Journal)
VOLUME 10, NO 39, Fall 2021



CONTENTS

- **Identify areas prone to landslide and vertical displacement using radar images (Case study: Lavasan urban area and urban margin)** 1
Saeed Negahban, Tina peysoozi, Hamid Gangaeian, Milad Norozi
- **Preparation and analysis of flood risk map using HEC RAS and RAS MAPPER hydraulic model (Case study: Sok Cham river of Kashan)** 2
Daniyal Sayyad, Reza Ghazavi, Ebrahim Omidvar
- **Identification and zoning of landslide prone areas using object-oriented method and network analysis (ANP) (Case study: Shahrudchai catchment area of Khalkhal city)** 3
Siran Bahmani, Zahra Zanganeh Tabar, Sara Mohammadi, Sara Matai
- **Synoptic and Thermodynamic Analysis of Thunder Storms in Plateau of Iran** 4
Seyed Asaad Hosseini, Alireza Karbalaee
- **Connection of Eurasia-Northern Atlantic Blockings with Pervasive wet and dry months in Iran** 5
Meysam Toulabi nejad, Zahra Hejazi zadeh, Anthony R. Lupo, Mohammad Saliqueh
- **Forecast carbon dioxide emissions from fossil fuel consumption and environmental changes: Case study of Iran** 6
Samaneh Bagheri, Habib Ansari Samani
- **Spatial Distribution of Annual Precipitation Frequency trend in Northwest of Iran from 1970 to 2013** 7
Hossein Asakereh, Hassan Shadman
- **Investigating the vulnerability of Ardabil city road network against natural disasters (earthquake) (Case study: Imam Khomeini Street, Shahr)** 8
Mohammad Taghi Masoumi, Milad Rajabzadeh Niaragh
- **Investigating the causes of lack of resilience of local communities against natural disasters (case study: Kermanshah province earthquake)** 9
Somayeh shahbazi, Abdolhamid Papzan, Mosayeb Gholami
- **Assessing the organizational resilience of the main news agencies in the country to deal with a possible earthquake in Tehran: a study of IRNA, ISNA, Mehr and Fars news agencies** 10
Siavash Salavatian
- **Prioritizing key measures to increase public participation in natural disaster management in Iran** 11
Ahmad Nohegar, Ali Alavi Naeini, Motahareh Abbasi Nodeh
- **Quantification of Urban Seismic Resilience Index (a Case Study of Districts 1 and 3 of Zanjan city)** 12
Mahsima Kalantary, Mahdi Eghbali, Delbaz Samadian

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:

Prof. Victor R. Baker
Department of Hydrology and Water Resource,
University of Arizona, USA

Prof. Ziyadin Çakir
Department of Geology, Istanbul Technical University,
Turkey

Prof. Gao-Lin Wu
Institute of Water and Soil Conservation, Chinese
Academy of Sciences

Dr.B Feizizadeh
Department of Geography, Letters and Humanities
University of Tabriz

Professor Z. B. Hejazizadeh
Department of Geography,
University of Alkharazmi, Tehran, Iran.

Dr. S. R. Hoseinzadeh
Department of Geography,
Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Professor 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 malfunction 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://geoh.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, Surname and figure number. This journal is only greyscale so All figures (**Maps, graphs and pictures**) must be comprehensible in black and white, please use patterns to differentiate sections.

GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

Contents (Abstracts)

VOLUME 10, NO 39, Fall 2021

	Pages
• Identify areas prone to landslide and vertical displacement using radar images (Case study: Lavasan urban area and urban margin) Saeed Negahban, Tina peysoozi, Hamid Gangaeian, Milad Norozi	1
• Preparation and analysis of flood risk map using HEC RAS and RAS MAPPER hydraulic model (Case study: Sok Cham river of Kashan) Daniyal Sayyad, Reza Ghazavi, Ebrahim Omidvar	2
• Identification and zoning of landslide prone areas using object-oriented method and network analysis (ANP) (Case study: Shahroudchai catchment area of Khalkhal city) Siran Bahmani, Zahra Zanganeh Tabar, Sara Mohammadi, Sara Matai	3
• Synoptic and Thermodynamic Analysis of Thunder Storms in Plateau of Iran Seyed Asaad Hosseini, Alireza Karbalaee	4
• Connection of Eurasia-Northern Atlantic Blockings with Pervasive wet and dry months in Iran Meysam Toulabi nejad, Zahra Hejazi zadeh, Anthony R. Lupo, Mohammad Saliqueh	5
• Forecast carbon dioxide emissions from fossil fuel consumption and environmental changes: Case study of Iran Samaneh Bagheri, Habib Ansari Samani	6
• Spatial Distribution of Annual Precipitation Frequency trend in Northwest of Iran from 1970 to 2013 Hossein Asakereh, Hassan Shadman	7
• Investigating the vulnerability of Ardabil city road network against natural disasters (earthquake) (Case study: Imam Khomeini Street, Shahr) Mohammad Taghi Masoumi, Milad Rajabzadeh Niaragh	8
• Investigating the causes of lack of resilience of local communities against natural disasters (case study: Kermanshah province earthquake) Somayeh shahbazi, Abdolhamid Papzan, Mosayeb Gholami	9
• Assessing the organizational resilience of the main news agencies in the country to deal with a possible earthquake in Tehran: a study of IRNA, ISNA, Mehr and Fars news agencies Siavash Salavatian	10
• Prioritizing key measures to increase public participation in natural disaster management in Iran Ahmad Nohegar, Ali Alavi Naeini, Motahareh Abbasi Nodeh	11
• Quantification of Urban Seismic Resilience Index (a Case Study of Districts 1 and 3 of Zanjan city) Mahsima Kalantary, Mahdi Eghbali, Delbaz Samadian	12



JOURNAL OF GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL HAZARDS



Research Journal

Volume. 10, No. 39, Fall 2021

- **Identify areas prone to landslide and vertical displacement using radar images (Case study: Lavasan urban area and urban margin)**
Saeed Negahban, Tina peysoozi, Hamid Gangaeian, Milad Norozi
- **Preparation and analysis of flood risk map using HEC RAS and RAS MAPPER hydraulic model (Case study: Sok Cham river of Kashan)**
Daniyal Sayyad, Reza Ghazavi, Ebrahim Omidvar
- **Identification and zoning of landslide prone areas using object-oriented method and network analysis (ANP) (Case study: Shahroudchai catchment area of Khalkhal city)**
Siran Bahmani, Zahra Zanganeh Tabar, Sara Mohammadi, Sara Matai
- **Synoptic and Thermodynamic Analysis of Thunder Storms in Plateau of Iran**
Seyed Asaad Hosseini, Alireza Karbalaee
- **Connection of Eurasia-Northern Atlantic Blockings with Pervasive wet and dry months in Iran**
Meysam Toulabi nejad, Zahra Hejazi zadeh, Anthony R. Lupo, Mohammad Saliqeh
- **Forecast carbon dioxide emissions from fossil fuel consumption and environmental changes: Case study of Iran**
Samaneh Bagheri, Habib Ansari Samani
- **Spatial Distribution of Annual Precipitation Frequency trend in Northwest of Iran from 1970 to 2013**
Hossein Asakereh, Hassan Shadman
- **Investigating the vulnerability of Ardabil city road network against natural disasters (earthquake) (Case study: Imam Khomeini Street, Shahr)**
Mohammad Taghi Masoumi, Milad Rajabzadeh Niaragh
- **Investigating the causes of lack of resilience of local communities against natural disasters (case study: Kermanshah province earthquake)**
Somayeh shahbazi, Abdolhamid Papzan, Mosayeb Gholami
- **Assessing the organizational resilience of the main news agencies in the country to deal with a possible earthquake in Tehran: a study of IRNA, ISNA, Mehr and Fars news agencies**
Siavash Salavatian
- **Prioritizing key measures to increase public participation in natural disaster management in Iran**
Ahmad Nohegar, Ali Alavi Naeini, Motahareh Abbasi Nodeh
- **Quantification of Urban Seismic Resilience Index (a Case Study of Districts 1 and 3 of Zanjan city)**
Mahsima Kalantary, Mahdi Eghbali, Delbaz Samadian



دانشگاه هرمزگان



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