پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نقاط لرزه‌خیز استان‌های ایران براساس تغییرات دمایی و رخدادهای لرزه‌ای با استفاده از تصاویر مودیس MOD11A1 و GIS

حیدر لطفی [۱] حسین موسی زاده [۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۰۳/۰۸

****

چکیده

زلزله از پدیدهای طبیعی است که در طول تاریخ حیات بشر همواره انسان را به وحشت انداخته و باعث تخریب شهرها و روستاهای زیاد همراه با تلفات انسانی شدید شده است. زمین لرزه، لرزش و جنبش شدید و یا خفیف قشر کره زمین است که به نقصان درجه حرارت مواد مرکزی و ایجاد چین خوردگی و فشار منجرشده و یا در اثر انفجارهای آتشفشانی بوقوع می‌پیوندد. لذا مسئولان موظف هستند بکوشند با این پدیده و راه‌های مؤثر در کاهش تلفات و خسارات ناشی از آن آشنا گردند. هدف پژوهش حاضر شناسایی نقاط لرزه‌خیز کشور ایران با توجه به تغییرات دمایی و رخدادهای لرزه‌ای ثبت شده می‌باشد. روش پژوهش، با توجه به ماهیت مسئله و موضوع مورد بررسی، از نوع توصیفی - تحلیلی است و از نوع مطالعات کاربردی با تأکید بر روش‌های کمی است. در این تحقیق از تصاویر سنجنده مودیس (محصول MOD11A1) ماهواره ترا برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ استفاده شده است. این تصاویر قدرت تفکیک یک کیلومتر دارند و بنابراین هر پیکسل از این تصاویر مساحتی در حدود ۱۰۰ هکتار زمین را شامل می‌شود. همچنین به منظور پهنه‌بندی زمین لرزه‌ها از روش‌های درونیابی زمین آمار استفاده گردید، تمامی فرایندها و تجزیه تحلیل داده‌ها در محیط GIS انجام شده است. با توجه به نقشه نهایی بدست آمده و بررسی تغییرات دمایی و رخدادهای بوقوع پیوسته، قسمت‌های مربوط به نیمه جنوبی و جنوب غربی کشور (بوشهر، کرمانشاه، هرمزگان، خوزستان، ایلام) در معرض آسیب بسیار زیاد قراردارند. همچنین عرض‌های مربوط به نیمه مرکزی وجنوب شرقی کشور (کرمان، سیستان و بلوچستان، جنوب غربی خراسان جنوبی، شرق یزد) در معرض آسیب متوسط تا زیاد و همچنین نیمه شمالی کشور (گلستان، مازندران، گیلان، اردبیل) در پهنه آسیب کم قرار گرفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: زلزله، آسیب‌پذیری، تغییرات دمایی، رخدادهای لرزه‌ای، تصاویر مودیس MOD11A1، GIS، ایران.

****

۱- دانشیار جغرافیای سیاسی و گردشگری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرمسار (نویسنده مسئول) heydare.lotfi@gmail.com

۲- دانشجوی دکتری، گروه علوم منطقه‌ای، دانشگاه اتوش لوراند، دانشکده علوم، بوداپست، مجارستان hmosazadeh5575@yahoo.com

۱- مقدمه

تحلیل کاهش تأثیرات مخاطره‌های طبیعی به ویژه زمین‌لرزه، شناخت چهار مؤلفه اساسی چون درک مفهومی توسعه، آسیب‌پذیری، شناخت مفهوم مخاطره، درک مفهومی از ظرفیت‌سازی و نیز شناخت رویکردهای مدیریت مخاطرات را الزامی می‌سازد *(موسی زاده و همکاران، ۱۳۹۵: ۸۰)*.

از طرفی، ساختمان زمین‌شناسی فلات ایران و حواشی آن به سیستم کمربند چین‌خورده دوران سوم زمین‌شناسی ارتباط دارد که از نظر ذخایر معدنی و اقتصادی یک عامل بالقوه و مثبت و از نظر تکامل لرزه‌خیزی یک عامل منفی می‌باشد. زمین‌لرزه یکی از مهمترین پدیده‌های مخرب طبیعی است که در مناطق کوهستانی و پست مشکلات جدی به وجود می‌آورد *(ایتتارآوچین و دسنند[1]، ۲۰۱۰: ۱۲)*. حرکت‌های دامنه‌ای شامل حرکت‌های دانه‌ای و توده‌ای زمین بوده که حسب منطقه دلایل متعدد طبیعی و انسانی در وقوع آن می‌توانند دخالت داشته باشند و متأسفانه خسارت‌های سنگین مالی و جانی را بعضاً ایجاد می‌کنند *(متولی، ۱۳۹۶: ۳۱)*.

زمین‌لرزه یکی از فرآیندهای اصلی زمین ریختی است که منجر به حرکت‌های دامنه‌ای شده و تکامل چشم انداز مناطق کوهستانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. *(رویرینگ و همکاران[2]، ۲۰۰۵: ۸۷)*. زمین‌لرزه‌ها و ناپایداری‌های دامنه‌ای مخاطرات مهمی برای فعالیت‌های انسانی هستند که اغلب سبب از دست رفتن منابع اقتصادی، آسیب به اموال و تأسیسات می‌شوند. این مخاطرات در شیب‌های طبیعی و یا شیب‌هایی که به دست انسان تغییر یافته‌اند اتفاق می‌افتد *(صفاری و هاشمی، ۱۳۹۵: ۴۳ به نقل از عابدینی و همکاران، ۱۳۹۳)*.

حرکات توده‌ای، از جمله پدیده‌های مورفودینامیک هستند که تحت تأثیر عوامل مختلفی در سطح دامنه‌های مناطق کوهستانی به وقوع می‌پیوندند و مهم‌ترین آنها زمین لغزش در اشکال مختلف است. یکی از اثرات غیرقابل انکار این پدیده، تشدید فرسایش خاک و انتقال رسوبات به پشت سدها و یا بندهای پایین دست و مخاطرات آن در حوضه‌های آبخیز می‌باشد، که بعد از زمین‌لرزه‌ها ممکن است اتفاق بیافتد *(عابدینی و فتحی، ۱۳۹۳: ۷۲)*.

پهنه‌بندی زمین‌لرزه یکی از روش‌هایی است که می‌توان به کمک آن مناطق بحرانی را تعیین کرده و از نقشه‌های پهنه‌بندی به دست آمده در برنامه‌ریزی‌ها استفاده کرد *(عظیم‌پور، ۱۳۸۸: ۷۱)*. شناسایی و بخش‌بندی نواحی مستعد لرزه‌ای و پهنه‌بندی خطر آن، گامی مهم در ارزیابی خطرهای محیطی به شمار می‌رود *(ساکار و همکاران[3]، ۱۹۹۵: ۱۳۵)*. تهیه نقشه وقوع خطر زمین‌لرزه، ابزار اساسی برای فعالیت‌های مدیریت بحران در نواحی مختلف سطح زمین است *(کومار داهال[4]، ۲۰۰۸: ۴۹۶)*. با توجه به این مطلب که زمین لرزه و حرکات‌های توده‌ای تابعی از عوامل محیطی می‌باشند، بنابراین سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری ابزار مناسب برای پهنه‌بندی زمین در رابطه با خطر لرزه‌ای می‌باشند. پیش زمینه استفاده تلفیقی از این دو سامانه شناسایی عوامل مؤثر در هدف می‌باشد.

پس از شناسایی عوامل مؤثر با استفاده از سامانه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری؛ این عوامل اولویت‌بندی و وزن‌دهی شده و در محیط سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به صورت مکانی نمایش داده می‌شود و در نهایت با توجه به وزن‌های الویت‌بندی، عوامل با یکدیگر تلفیق می‌شود *(کاظمی گرجی و همکاران، ۱۳۹۶: ۷۶۵)*.

آگاهی به مسائل توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و شرایط اقلیمی محدوده‌ی مورد مطالعه هنگامی که با نرم افزار Arc GIS و مدل‌های زمین فضا مانند مدل فازی ترکیب شوند، می‌توانند با دقت نسبتاً بالا سایت‌های در معرض خطر زمین‌لغزش را شناسایی کنند و به صورت یک نقشه‌ی پهنه‌بندی ارائه دهند. استفاده از نرم‌افزار Arc GIS به همراه مدل‌های مختلف ابزارهای مفیدی برای پیش‌بینی و پهنه‌بندی در جهت برنامه‌ریزی فراهم می‌کند *(عابدینی و یعقوبنژاد اصل، ۱۳۹۶: ۱۴۸)*.

در حال حاضر می‌توان از روش‌ها و مدل‌های تصمیم‌گیری

1- Intarawichian and Dasananda
2 - Roering& et al
3 - Sakar& et al
4 - Kumar Dahal

چندمعیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به صورت تلفیقی در امر تهیهٔ نقشه پهنه‌بندی زمین لغزش و آگاهی از مناطق پرخطر موجود استفاده کرد؛ که از جمله نیازهای اساسی در امر مدیریت بحران است و مدیران بر اساس آن اقدام به تصمیم‌گیری می‌کنند.

در جهت رسیدن به مدیریت کارآ و مناسب در هنگام وقوع بحران زمین‌لرزه، نیاز است که قبل از وقوع، به شناسایی و برنامه‌ریزی آن پرداخته شود تا تمام جوانب بحران سنجیده شود و راهکارها و نقشه‌های مقابله با آن در اختیار مدیران قرار گیرد *(صفایی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۰۷)*. سابقه‌ی مطالعات و پژوهش‌ها در مدلسازی و پهنه‌بندی حساسیت زمین‌لرزه در کشورهای توسعه‌یافته به دهه ٦٠ میلادی باز می‌گردد انفجار انرژی زمین یکی از گسترده‌ترین و مخرب‌ترین مخاطرات طبیعی در نواحی مختلف کشور ایران است *(شیرانی و همکاران،۱۳۹٤: ۳۲۹)*.

مطالعه زمین‌لرزه‌ها به دلیل افزایش آگاهی از اثرات اجتماعی و اقتصادی آنها و همچنین افزایش شهرها در مناطق مختلف محیط طبیعی مورد توجه قرار گرفته است بر پایه آمار مرکز تحقیقات اپیدمولوژی بلایا، زمین‌لرزه‌ها مسبب دست کم ۲۳ درصد مرگ و میر ناشی از بلایای طبیعی در سراسر جهان هستند و پیش‌بینی می‌شود که این روند با توجه به افزایش روزافزون شهرنشینی و جنگل‌زدایی و نیز افزایش بارندگی به دلیل تغییرات اقلیمی در نواحی مستعد ادامه یابد *(گویتز و همکاران[1]، ۲۰۱۱: ۱۸)*. در سال‌های اخیر با توسعه فناوری سنجش از دور دمای سطح زمین برای یک منطقه وسیع، با دقت بالایی قابل محاسبه شده است*(جهانبخش و همکاران،۱۳۹۰: ۲۰)*.

در این راستا مطالعه زمین لرزه‌ها و مناطق دارای پتانسیل لرزه‌ای بالا به منظور برنامه‌ریزی و مدیریت همه جانبه امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. بدین منظور پژوهش حاضر با هدف بررسی عرصه‌های آسیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی در کشور ایران می‌باشد. همچنین از این رو در سال‌های اخیر داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای در بسیاری از مطالعات پهنه‌بندی در سطح داخل و خارج کشور مورد ارزیابی و استفاده قرار گرفته‌اند. راجش واری و مانی (۲۰۱٤) به برآورد سطح زمین با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا و تصاویر لندست ۸ پرداختند و صحت این روش را مورد ارزیابی قرار دادند و مقدارRMSE را برای کارK0.9 محاسبه نمودند. آفر و همکاران (۲۰۱٤) در پژوهشی با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا و تصاویر لندست۸ ریشه مربعات خطا LST را ۰/۹۳ درجه سانتی‌گراد برآورد نموده‌اند. پاپاداوید و همکاران (۲۰۱۳) الگوریتم CYSEBAL را براساس الگوریتم سبال، داده‌های هواشناسی و خاک محلی برای دهکده ماندریا از بخش پافوس قبرس محاسبه نمودند و این الگوریتم را با الگوریتم سبال که براساس معادلات تجربی تعیین شده بود و همچنین روش پنمن مانتیث به عنوان مرجع مقایسه نمودند، آنها از تصاویر برای مشخص کردن ETM+ ولندست ۷ TM لندست۵ پارامترهای مدل سبال استفاده نمودند. *(کرم و محمودی، ۱۳۸٤: ۲)*

امروزه مطالعات علمی و جامع در مورد زمین‌لرزه‌ها، در داخل و خارج از کشور صورت گرفته که می‌توان به مواردی اشاره کرد؛ ناگاراجان[2] و همکاران (۲۰۰۰)، برای پهنه‌بندی خطر زمین لرزه در نواحی حاره‌ای هند از ارزش وزن‌دهی به پارامترهای اقلیمی منطقه‌ای و اقلیمی استفاده کردند.

چای[3] و همکاران (۲۰۰۲)، از منطق فازی به منظور تهیه نقشه خطر زمین‌لرزه در کره استفاده کردند. در این تحقیق از شبکه استنتاج فازی با عملگرهای مختلف، به ویژه ترکیبی از عملگرهای اجتماع فازی و گامای فازی استفاده گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که تئوری مجموعه فازی با روش‌های کمی پهنه‌بندی و ترسیم نقشه خطر زمین‌لرزه تفاوت زیادی داشته و از انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به آن برخوردار است. یاکلین[4] (۲۰۰۸)، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP به پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لرزه با

1- Goetz et al

2- Nagaragan

3- Chi

4- Yalcin

توجه به ویژگی سازندهای زمین‌شناسی در ترکیه پرداخته است. وان[1] (۲۰۰۹)، با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری فضایی، به استخراج عوامل اصلی زمین‌لرزه برای تهیه نقشه حساسیت زمین در تایوان استفاده کرده است. پرادهان[2] و همکاران (۲۰۱۰)، مدل شبکه عصبی انتشاری برگشتی مبتنی بر GIS را برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه در مالزی استفاده کردند. گمیتزی[3] و همکاران (۲۰۱۱)، با استفاده از عوامل محیطی و توابع عضویت فازی در نرم‌افزار GIS، نواحی مستعد وقوع زمین‌لرزه در شهر ترس یونان را شناسایی کردند.

هادوموکو[4] و همکاران (۲۰۱۲)، در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که در طی سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۹۰ حدود ۱۵۰۸ زمین لرزه در جزیره جاوا روی داد که یکی از جزایر متراکم و کوهستانی اندونزی می‌باشد، به طوری که این زمین لرزه باعث خسارات زیادی به این منطقه شده است.

ژو[5] و همکاران (۲۰۱٤)، با استفاده از منطق فازی به پیش‌بینی خطر زمین‌لرزه در منطقه کایژیان واقع در چین پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد که منطق فازی توانایی بالایی در پیش‌بینی خطر زمین‌لرزه در منطقه مورد مطالعه دارا می‌باشد. امیراحمدی (۱۳۸۹)، به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوضه چلاوآمل با استفاده از GIS و روش AHP پرداخته و به این نتیجه رسیده است که به ترتیب عوامل زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، عناصر خطی، شیب، بارش، کاربری اراضی و ارتفاع به عنوان مهمترین عوامل مؤثر زمین لغزش می‌باشند.

عابدینی (۱۳۹۱)، اقدام به پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش در حوضه گیوی‌چای با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی AHP نموده و در نهایت بعد از تلفیق وزنی نُه عامل مؤثر کل حوضه را به چهار قسمت با خطر وقوع بسیار بالا، بالا، متوسط و ضعیف طبقه‌بندی نمودند که در آن عامل شیب و لیتولوژی به ترتیب بیشترین تأثیر را در وقوع زمین لغزش داشته‌اند. عابدینی و فتحی (۱۳۹۳)، در پژوهشی به پهنه‌بندی حساسیت خطر وقوع زمین‌لغزش در حوضه آبخیز خلخال چای با استفاده از مدل‌های چندمعیاره فازی Fuzzy-AHP و GIS با استفاده از عواملی نظیر شیب، لیتولوژی، ارتفاع، بارش، فاصله از رودخانه، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، گسل و جهت شیب پرداختند و نتایج حاکی از آن بود که در برنامه‌ریزی‌های محیطی و هرگونه دخالت در شرایط محیط طبیعی و ساخت وساز در مناطق شمال شرق و شرق حوضه بهتر است مطالعات دقیق و علمی صورت گیرد تا منجر به تشدید ناپایداری شیب‌ها و مخاطرات محیطی نشود.

صفاری و هاشمی (۱۳۹۵)، در پژوهشی به پهنه‌بندی حساسیت وقوع زمین لغزش با مدل‌های آنتروپی و منطق فازی در شهرستان کرمانشاه با استفاده از نُه پارامتر؛ لیتولوژی، فاصله از آبراهه، فاصله از گسل، فاصله از جاده، شیب، جهت شیب، ارتفاع، کاربری اراضی و بارش در محیط GIS پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مدل فازی با مقدار شاخص احتمال تجربی ۹۰ درصد روش کارآمدتری نسبت به مدل آنتروپی با مقدار شاخص ۵۰ درصد در برآورد خطر زمین‌لغزش در شهرستان کرمانشاه است. کاظمی گرجی و همکاران (۱۳۹٦)، در پژوهشی به پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش F-AHP و ارائهٔ راهکارهای مقتضی پیشگیری آن در حوضه‌ی آبخیز نکارود در محیط GIS پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بخش اعظم مرکز حوضه مستعد لغزش‌های خیلی زیاد و پرخطر بوده و بقیه نقاط نیز دارای خطر متوسط می‌باشند؛ بخش کمی از حوضه با لغزش با پهنهٔ کم خطر روبه روست. عمادالدین و باباجانی (۱۳۹٦)، در پژوهشی به پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی AHP در حوضه آبریز بابلرود پرداختند و در این تحقیق برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش از هشت معیار؛ زمین‌شناسی، شیب،کاربری اراضی، گسل، آبراهه، فاصله از جاده، ارتفاع و جهت شیب بهره گرفته و همه‌ی

1- Wan
2- Pradhan
3- Gemitzi
4- Hadmoko
5- Zhu

این لایه‌ها در محیط ARC GIS تهیه و کلاس‌بندی شدند. امتیازدهی لایه‌های مورد نظر در نرم افزار Idridi Selva انجام گرفت و در نهایت با استفاده از روش AHP نقشه نهایی منطقه را که پهنه‌بندی خطر می‌باشد تهیه کردند.

در نهایت مشخص شد که گستره مورد مطالعه به طور کلی مستعد وقوع زمین لغزش می‌باشد. از عوامل مختلف تأثیرگذار در زمین لغزش منطقه مورد مطالعه، عامل زمین‌شناسی بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است.

علت اصلی زلزله، گرمای زیاد داخل کره زمین است، درون زمین بسیار داغ است و حرارت آن به پنج تا شش هزار درجه سانتیگراد می‌رسد، هرجا که حرارت باشد، حرکت هم هست، پس حرارت مرکز زمین منتقل می‌شود به لایه‌های بالا و آنها را به حرکت در می‌آورد. هرجا که لایه‌ها ضعیف‌تر و نازک‌تر باشند، شکستگی‌هایی پدید می‌آید که گسل خوانده می‌شود. در سطح کره زمین در مسیر رشته کوه‌های آلپ هیمالیا که کوه‌های بسیار جوانی هستند، لایه‌ها سست و شکننده هستند، سرزمین ایران هم روی این کمربند قرار گرفته است، زلزله چیزی نیست جز شکستن یا پاره شدن زمین و تخلیه شدن انرژی از درون کره زمین، انرژی حرارتی که برای مدتی طولانی در داخل کره زمین ذخیره شده ناگهان در ظرف چند ثانیه از راه یک گسست آزاد می شود و بیرون می زند، تمام گسل‌ها فصل مشترک لایه گسسته شده هستند با سطح زمین، دمای هوای نزدیک سطح زمین و دمای سطح زمین (Land Surface Temperature LST) از متغیرهای کلیدی در مطالعات هیدرولوژیکی، اکولوژیکی و اقلیمی بوده و بسیاری از فرآیندهای سطح زمینی مانند فتوسنتز، تنفس، تبخیر توسط دمای هوا تنظیم می‌شوند. در این راستا آگاهی از تغییرات مکانی دمای هوا در مقیاس‌های وسیع جهت انجام مطالعات و بررسی‌های اقلیمی، هواشناسی، هیدرولوژیکی لازم به نظر می‌رسد. از جمله روش‌های مرسوم جهت بررسی تغییرات مکانی دمای هوا، استفاده از روش‌های سنجش از دور است. بررسی نتایج حاصل از روش‌های بیان شده حاکی از محدودیت روش‌های مورد استفاده در پایش تغییرات مکانی دمای هواست چرا که این روش‌ها بیشتر در مناطق با وسعت کم و هموار (عدم تغییرات ارتفاعی) از کارایی قابل توجهی برخوردار هستند. واضح است که در بررسی دمای هوا در مقیاس‌های وسیع عوامل دیگری مانند پوشش گیاهی، تغییرات کاربری اراضی،... دخیل هستند. بنابراین تکنیک سنجش از دور به علت جمع آوری داده‌های مکانی در مقیاس وسیع، قابلیت تکرار اخذ داده‌های ماهواره‌ای به فاصله زمانی چند ساعت تا چند روز در طول ماه یا سال و بروز بودن داده‌ها از توانایی چشمگیری در استفاده از اطلاعات حاصل جهت تفسیر پدیده‌های زمینی در مقیاس زمانی و مکانی بالا، برخوردار است.

یکی از کاربردی‌ترین شاخص‌های گیاهی منتج از تصاویر ماهواره‌ای جهت بررسی وضعیت پوشش گیاهی، شاخص Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) است *(توکر و چودهاری[1]، ۱۹۸۷)*.

در حوادث غیرمترقبه طبیعی و غیرطبیعی همچون زلزله نیاز به برنامه‌ریزی قبل از وقوع بحران برای جلوگیری از خسارات جانی و مالی، بیش از پیش اهمیت پیدا می‌کند. هر چه جمعیت جهان افزایش می‌یابد؛ آسیب‌پذیرتر شدن سکونت‌گاه‌ها در مقابل بحران‌ها بیشتر شده و به موازات آن اهمیت و حساسیت مدیریت بحران و برنامه‌ریزی برای کاهش اثرات بحران بیشتر آشکار می شود *(موسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷: ۳)*.

ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی زیاد و شرایط متنوع زمین‌شناسی و اقلیمی، از عمده شرایط طبیعی برای رخداد زمین‌لرزه برخوردار است *(علیجانی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۱۷)*.

ایران به دلیل مساعد بودن شرایط جغرافیایی، فقدان مدیریت جامع محیطی و عدم رعایت آستانه‌های محیطی یک کشور پرخطر به شمار می‌آید؛ به طوری که جزء ۱۰ کشور بلاخیز جهان قرار گرفته و هر ساله پدیده‌ی زمین لرزه در مناطق کوهستانی و مرتفع کشور خسارات و صدمات قابل توجهی به بار می‌آورد *(فرخ‌نیا و همکاران، ۱۳۹۶: ٦٦)*.

1 - Tucker and Choudhury

با توجه به مباحث مذکور، هدف پژوهش حاضر پهنه‌بندی عرصه‌های آسیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر زمین لرزه (زمین لغزش) در کشور ایران با استفاده از داده‌های سنجش از دور و ARC GIS می‌باشد.

در نهایت با توجه به پژوهش‌های اشاره شده در این بخش که در زمینه‌ی تحقیق حاضر انجام گرفته می‌توان اینگونه بیان نمود که تفاوت پژوهش حاضر در این مقوله می‌باشد که این پژوهش علاوه بر بررسی معیارهای مورد سنجش قرار گرفته شده در پژوهش‌های پیشین به سنجش عوامل طبیعی و اقلیمی به منظور شناسایی عرصه‌های با پتانسیل بالای زمین لرزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش همپوشانی خطی و وزنی پرداخته است. در پژوهش‌های پیشین شاخص‌های طبیعی و اقلیمی که یک عامل مهم در شناسایی هر چه بهتر پهنه‌های لرزه‌ای کشور ایران می‌باشد تا حدودی نادیده انگاشته شده است. از جمله: دلیل لغزش‌های رخ داده در کشور، دمای زمین می‌باشد که این پژوهش آن شاخص‌ها را مورد تجزیه تحلیل قرار داده است در پایان پژوهش‌های پیشین به ما در راستای رسیدن به اهداف پژوهش این یاری را نموده‌اند تا بتوانیم به خوبی مسائل مرتبط با زلزله را شناسایی نماییم که در نهایت مورد بررسی قرار دهیم.

۲- داده‌ها و روش کار

۲-۱- داده‌ها و نرم افزارهای استفاده شده در پژوهش

۲-۱-۱- Arc Gis

تحقیق حاضر، با توجه به ماهیت مسئله و موضوع مورد بررسی، از نوع توصیفی - تحلیلی و از نوع مطالعات کاربردی با تأکید بر روش‌های کمی است. هدف پژوهش بررسی عرصه‌های آسیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر زمین لرزه (مطالعه موردی: ایران) است. در این تحقیق از تصاویر سنجنده مودیس (محصول MOD11A1) ماهواره ترا برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ استفاده شده است، این تصاویر قدرت تفکیک یک کیلومتر دارند و بنابراین هرپیکسل از این تصاویر مساحتی در حدود۱۰۰ هکتار زمین را شامل می‌شود.

جهت شناسایی مکان‌های دارای پتانسیل لرزه‌ای بالا معیارهایی از قبیل: ارتفاع، دمای زمین، تعداد رخدادهای لرزه‌ای بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ مورد ملاحظه قرار گرفته‌اند. به منظور محاسبه تراکم و شدت و عمق زلزله‌های رخ داده از داده‌های سایت زمین‌شناسی آمریکا (مربوط به کشور ایران) استفاده گردید و خروجی نهایی با روش‌های درونیابی مدل IDW زمین‌آماری که این تکنیک نقاط مجهول را بر اساس خودهمبستگی بین نقاط اندازه‌گیری شده و ساختار فضایی آن‌ها پیش‌بینی می‌کند، و همپوشانی حسابی در محیط GIS محاسبه شد. تمامی فرایندها و تجزیه تحلیل داده ها در محیط GIS انجام گردید و در نهایت پیش از همپوشانی خروجی نهایی در قالب یک نقشه (آسیب پذیری) تعیین گردید.

۲-۱-۲- روش عکس فاصله (IDW)

روش درون‌یابی IDW $\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^{N} \lambda_I Z(S_i)$ بر این فرض استوار است که تأثیر پدیده مورد نظر با افزایش مسافت کاهش می‌یابد. به بیانی دیگر پدیده پیوسته در نقاط اندازه‌گیری نشده، بیشترین شباهت را به نزدیک‌ترین نقاط برداشت شده دارد، لذا برای تخمین نقاط مجهول، نمونه‌های اطراف باید مشارکت بیشتری نسبت به آن‌هایی که در فاصله دورتر قرار دارند، داشته باشند.

در این مدل از فاصله به‌عنوان وزن متغیر معلوم در پیش‌بینی نقاط اندازه‌گیری نشده استفاده می‌شود؛ زیرا نقش متغیر پیوسته در تأثیرگذاری بافاصله از مکان نقطه مجهول کاهش می‌یابد. بنابراین هر چه فاصله داده معلوم از نقطه مجهول افزایش می‌یابد، لازم است وزن‌ها بر اساس فاصله کاهش یابد، بنابراین فاصله‌ها معکوس می‌شود. به بیان دیگر از معکوس فاصله به‌عنوان وزن نقاط اندازه‌گیری شده در پیش‌بینی نقاط مجهول استفاده می‌شود. به همین دلیل است که این مدل Inverse Distance Wighted نام‌گرفته است. از

طرف دیگر تأثیر شدت وابستگی مکانی در داده‌ها را با استفاده از توان در معکوس فاصله می‌توان اعمال نمود. توان دوم معکوس فاصله از این مدل به طور مکرر توسط پژوهشگران استفاده شده است. درون‌یابی در این شیوه به این ترتیب برآورد می‌شود که محدوده مورد نظر تبدیل به ماتریسی با سلول‌های هم‌اندازه می‌شود.

مختصات مکانی این ماتریس روشن است و دارای واحد اندازه‌گیری می‌باشد. برای مثال دارای سلول‌های ۵۰×۵۰ متری است. در این شبکه مقدار متغیر در سلول‌هایی معلوم است یا به عبارتی اندازه‌گیری شده است. در سایر سلول‌ها این میزان نامعلوم است. سلول‌هایی که ارزش آن نامعلوم است با استفاده از سلول‌های اطراف در یک شعاع مشخص براساس فرمولی برآورد می‌شود که در آن Z(si) مقدار اندازه‌گیری شده در موقعیت ith است و λ_i وزن مقدار اندازه‌گیری شده در موقعیت ith است. s موقعیت پیش‌بینی و N تعداد نقاط اندازه‌گیری شده یا معلوم می‌باشد. λ_i تابعی از فاصله بین آن‌ها می‌باشد یا به عبارتی هرچه فاصله کمتر است، تأثیر نقطه مجهول بیشتر می‌باشد. لذا معکوس فواصل بین آن‌ها به‌عنوان وزن در مدل به کار می‌رود. افزایش یا کاهش وابستگی سلول‌های مجهول به سلول‌های معلوم اطراف براساس توان معکوس فاصله تنظیم می‌شود. توان مناسب (ρ) با محاسبه حداقل میزان Root Mean Square Prediction Error (RMSPE) تعیین می‌شود که مربع حداقل خطای پیش‌بینی می‌باشد و بهترین توان (ρ) مقداری است که بهترین برآورد را از سلول‌های مجهول داشته باشد. یا به عبارتی دارای حداقل خطای پیش‌بینی باشد.

خطای پیش‌بینی از طریق مقایسه اندازه‌های واقعی با اندازه‌های پیش‌بینی در توان‌های مختلف به دست می‌آید *(میرموسوی، ۲۰۱۰: ۱۰۷)*. در مدل IDW، معمولاً از توان بالاتر از ۱، مانند ۲ استفاده می‌شود، به همین علت، به آن مربع فاصله معکوس (Inverse Distance Square Weighted) نیز می‌گویند. همسایگی در این مدل به دو روش تعریف می‌شود. درروش شعاع جستجو (Search Radius)، دایره‌ای در نظر گرفته می‌شود و نقطه نامعلوم، در مرکز آن قرار دارد. نقطه‌ای که در مرکز دایره قرار دارد، ارزش آن مجهول است. برای محاسبه میزان آن، نقاط داخل دایره مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌عبارت‌دیگر، فاصله هر یک از ۵ نقطه‌ای که داخل دایره قرار دارد، اندازه‌گیری می‌شود سپس معکوس آن فواصل به توان محاسبه‌شده می‌رسند و میانگین آن برای نقطه مجهول در نظر گرفته می‌شود. مقدار توان، درواقع وزنی است که به فواصل داده می‌شود زیرا معکوس فاصله‌ها به توان می‌رسد و برای افزایش وزن‌دهی به فواصل، کافی است که میزان توان افزایش یابد، بنابراین هر چه فواصل نقاط از نقطه مجهول افزایش می‌یابند، وزن کمتری در تخمین نقاط مجهول دارند. تعیین اندازه شعاع جستجو برای مداخله نقاط همسایه، بستگی به فاصله نقاط از یکدیگر و نحوه تغییرات پدیده پیوسته دارد اگر آهنگ تغییرات پدیده نامنظم باشد، به‌جای روش شعاع جستجو می‌توان از روش تعداد همسایه استفاده نمود.اجرای این روش مانند روش قبلی است با این تفاوت که حداقل تعداد همسایه‌ها در درون‌یابی مشارکت می‌کنند یا به عبارتی همسایگی با تعداد تعریف می‌شود *(علیزاده، ۲۰۰۲: ۳۳)*.

۲-۲- تحلیل‌گر مکانی و زمین‌آماری

به‌نوعی می‌توان تحلیلگر زمین‌آماری در محیط Arc GIS را مکمل تحلیل‌گر مکانی دانست. در ذیل به چند قابلیت تحلیل‌گر زمین‌آمار اشاره می‌شود که تحلیل‌گر مکانی فاقد این‌گونه توانایی‌ها است:

- اکثر روش‌های درونیابی که در تحلیل‌گر مکانی وجود دارد در تحلیل‌گر زمین‌آماری نیز دسترس است، با این تفاوت که تحلیل‌گر مکانی دارای روش‌های درون‌یابی مقدماتی است اما تحلیل‌گر زمین‌آماری روش‌های پیشرفته زمین‌آماری و قطعی (عددی) را نیز شامل می‌شود.
- تعداد بسیار زیادی از مدل‌ها و ابزار آماری در تحلیل‌گر زمین‌آماری وجود دارد که می‌توان با تغییر پارامترهای آن‌ها به‌صورت دستی تأثیر هر یک از پارامترها را در استخراج

بهترین نقشه مشاهده نمود. ولی تحلیل‌گر مکانی فاقد این‌گونه تحلیل‌های آماری بوده و لذا نمی‌توان پارامترهای موردنیاز مخصوصاً در روش IDW را تعیین نمود و تنها می‌توان آن‌ها را به‌عنوان ورودی به نرم‌افزار وارد نمود.

- امکان تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی اکتشافی
- قابلیت ارزیابی بهترین روش درون‌یابی با استفاده از معیارهای خطا
- توانایی ارائه نقشه‌های ترسیمی در قالب خروجی‌ها.

۲-۳- داده‌های نقطه‌ای

داده‌های نقطه‌ای داده‌هایی هستند که در مکان‌های معینی (مانند ایستگاه‌های لرزه‌نگاری، هواشناسی و...) اندازه‌گیری می‌شوند. به‌منظور تهیه نقشه‌های توزیع مکانی و مطالعه الگوی مکانی، داده‌های نقطه‌ای طی فرآیند درونیابی به سطح تعمیم می‌یابند. کلمه درونیابی از دو کلمه لاتین inter به معنای بین و poiler به معنای پیراستن و پالایش کردن تشکیل‌شده است. درون‌یابی مکانی فرآیندی است که در آن با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده در نقاط نامعلوم، مقادیر نقاط مجهول تخمین زده می‌شود. به‌عنوان‌مثال، از طریق درون‌یابی می‌توان دما را در نقاطی که ایستگاه هواشناسی وجود ندارد با استفاده از ایستگاه‌های مجاور آن منطقه تخمین زد.

امروزه از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در درون‌یابی به‌منظور استخراج توزیع مکانی متغیرهای هواشناسی و هیدرولوژیکی در قالب شبکه‌های سلولی و یا مدل‌های برداری استفاده می‌شود.

روش‌های مختلفی برای درون‌یابی داده‌های مکانی وجود دارد. متأسفانه اغلب کاربران معمولاً ساده‌ترین یا شناخته‌شده‌ترین روش را انتخاب می‌کنند و بدون مقایسه دقت روش‌ها اقدام به استخراج نقشه‌های توزیع مکانی می‌نمایند. هرگونه کاستی در انتخاب روش مناسب توزیع مکانی عوامل اقلیمی و بی‌توجهی به‌دقت روش‌های درونیابی می‌تواند موجب بروز خطا در برآورد طراحی شود *(راهنمایی در توزیع فضایی عوامل اقلیمی با استفاده از داده‌های نقطه ای[1]، ۲۰۱۱: ۵)*.

۳- نتایج و بحث

به منظور سنجش تأثیرگذاری عوامل مؤثر برای زمین لرزه از نرم‌افزار تحلیلی ذکر شده در قسمت روش پژوهش استفاده گردید و همچنین برای تعیین شاخص‌های مؤثر در تعیین عرصه‌های با خطر کم و بالا در جهت شناسایی درجه لرزه و ارزش‌گذاری زمین‌ها برای انواع فعالیت‌ها و میزان اهمیت هر یک از این معیارها نسبت به هم با توجه به وضعیت موجود و اطلاعات گردآوری شده، همچنین بررسی و مطالعه کتب، طرح‌های پیشین و نظر کارشناسان این امر انجام گرفته است که در نهایت به صورت لایه‌های اطلاعاتی وارد محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی شده در مرحله بعدی، به لایه‌های اطلاعاتی وزن‌هایی متناسب با درجه اهمیت و تأثیر آنها در انتخاب عرصه مناسب داده می‌شود. جهت دستیابی به این شاخص‌ها، نیاز به یک سری نقشه‌ها و پایگاه اطلاعاتی بود که اینها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی آماده گردید، آشکارسازی بهنگام آشفتگی‌های سرزمین، جهت کشف به موقع و اقدام جهت کنترل، جبران و یا کاهش آن، گامی بسیار اساسی می‌باشد.

این اطلاعات برای بررسی روند توسعه نابهنجار سرزمین و کاهش اثرات منفی آن بر منابع طبیعی، انسان‌ها و زیرساخت‌ها و افزایش سری سطح آگاهی عمومی، مورد نیاز هستند و در این فرایند، تولید مستمر نقشه‌هایی با دقت مطلوب از عناصر مختلف سرزمین، یکی از ابزارهای مهم نظارت عرصه‌های منابع طبیعی و محیط زیست است. به دلیل محدودیت موجود در اخذ و تهیه تصاویر ماهواره‌ای از مناطق وسیع در محدوده زمانی مشخص، به ناچار ممکن است موزائیکی از تصاویر تهیه شده در زمان‌های مختلف برای تهیه نقشه دما یکپارچه مورد استفاده قرار گیرد و یا نیاز به بررسی خصوصیات دمایی در سال‌های متمادی باشد لذا

1 - Guidance on the spatial distribution of climatic factors using point data

جدول ۱: مقایسه دو مقیاس ریشتر ومرکالی

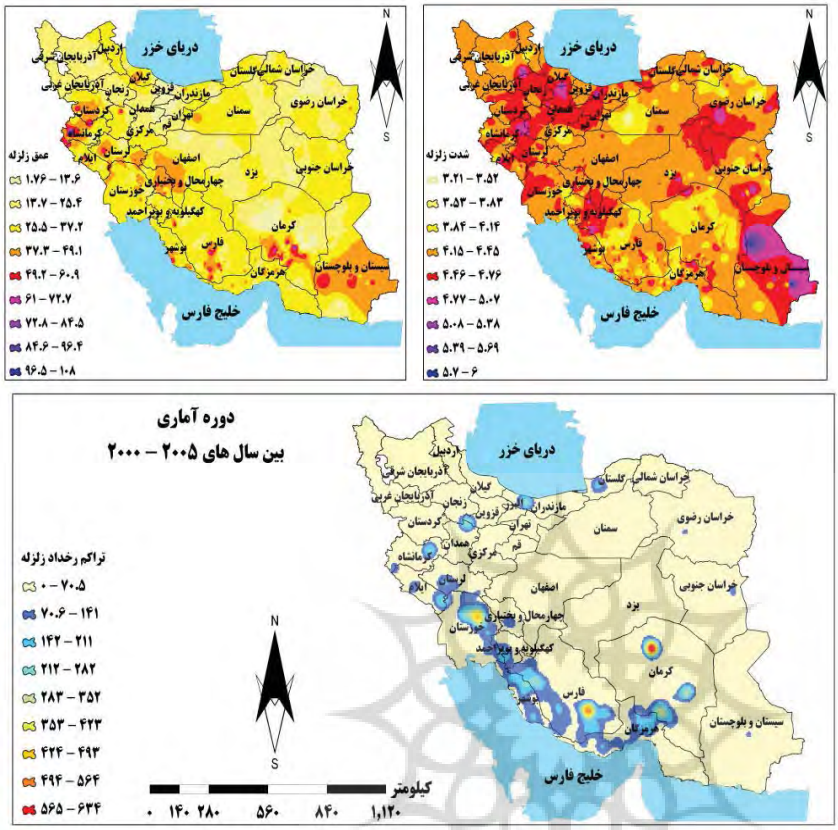
مقیاس مرکالی	شدت	شرح تأثیر	مطابقت با ریشتر
I	ثبت با وسایل حساس	فقط بوسیله لرزه نگارها ثبت می‌شود.	4.2>
II	احساس می شود	بعضی از مردم آن را حس می‌کند	4.2>
III	خفیف	افراد در حال استراحت آن را حس می‌کنند . شبیه لرزش ناشی از حرکت کامیون است	4.2>
IV	ملایم	بوسیله افرادی که درحال قدم زدن هستند احساس می شود. اشیای غیر ثابت به هم می‌خورند	4.2>
V	نسبتاً قوی	افراد از خواب بیدار می‌شوند. زنگ‌های کلیسا به صدا در می‌آید.	4.8>
VI	قوی	درختان حرکت موجی پیدا می‌کنند . اشیای آویزان مانند لامپ ولوستر می‌چرخند	5.4>
VII	خیلی قوی	دیوارها شکاف بر می‌دارند، گچ دیوارها می‌ریزد	6.1>
VIII	ویران کننده	ماشین‌های در حال حرکت غیر قابل کنترل می شوند. دودکش‌ها می افتند. ساختمان‌های ضعیف ویران می‌شوند	6.1<
IX	خانمان برانداز	بعضی از خانه‌ها فرو می‌ریزند، زمین می‌شکافد، لوله‌ها می‌ترکند.	6.9<
X	فجیع	زمین شکاف‌های فراوان پیدا می‌کند. تعدادی از ساختمان‌ها ویران می‌شوند. لغزش گسترش پیدا می‌کند	7.3>
XI	بسیار فجیع	بیشتر ساختمان‌ها و پل‌ها فرو می‌ریزند، جاده‌ها وخط‌آهن‌ها ، لوله‌ها و کابل‌ها ویران می‌شوند. بلایای ثانویه بروز می‌کنند	8.1>
XII	بنیان کن	ویرانی کامل، درختان از زمین بیرون می‌آیند ، زمین مانند موج به حرکت در می‌آید	8.1<

لازم است تحلیل درستی از روند تغییرات فصلی در طول یک سال موجود باشد تا زمان‌های بهینه برای این منظور انتخاب گردد. در پایش تغییرات دمایی، لازم است میان تغییرات فصلی با تغییرات تدریجی و یا ناگهانی متأثر از فرو افت عرصه، تمایز قائل شد.

در تحقیق حاضر، فرض بر این است که با تحلیل سری‌های زمانی بلندمدت داده‌های ماهواره‌ای می‌توان چنین تغییراتی را پایش نمود. لذا در این تحقیق، پروفیل تغییرات دمایی با استفاده از محصول MOD11A1 سنجنده مادیس در طول سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ در کشور ایران مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که الگوی تغییرات دمایی برای هر کلاس متفاوت می‌باشد و به طور کلی افزایش، ثبات و سپس افزایشی منطقی را در طول بازه ۱۸ ساله شاهد هستیم که می‌تواند به محققین در شناسایی تغییرات دمایی و در نتیجه در انتخاب بازه زمانی مناسب اخذ تصویر جهت بررسی تغییرات پوشش در منطقه مورد مطالعه، کمک نماید.

در این راستا، با بکارگیری ابزارهای سنجش از دوری در گام اول مطالعات، می‌توان زمان آغاز انحراف تغییرات به سمت ناهنجاری و روند آن‌ها را تشخیص داد. به طور مثال انحراف از فنولوژی نرمال سطح زمین که همان تغییرات فصلی زمین حاوی پوشش گیاهی است می‌تواند توسط سنجنده‌های ماهواره‌ای تصویربرداری شود و فعالیت‌های جنگل‌زدایی، سلامت جنگل (مانند: نرخ نابودی درختان) خشکسالی و آنومالی‌های آب و هوایی را نشان دهد.

سنجنده‌های تعبیه شده بر روی ماهواره‌ها، اندازه‌گیری‌های منظم و مستمر نواحی وسیعی از سرزمین را امکان‌پذیر می‌سازند که برای بررسی اثرات بسیاری از فرآیندهایی که موجب ایجاد آشفتگی در سرزمین می‌شوند، مناسب هستند؛ مانند آشفتگی‌های فیزیکی (خشکسالی، آتش‌سوزی و سیلاب‌ها)، زیستی (حشرات گیاه‌خوار و پاتوژن‌ها) و انسانی (جنگل‌زدایی، شهرنشینی و کشاورزی). هدف از این مطالعه، بررسی و تحلیل پروفیل تغییرات دمایی



نگاره ۱: رخدادهای زمین لرزه در بین سال‌های ۲۰۰۰تا ۲۰۰۵

در کشور ایران با استفاده از محصول MOD11A1 سنجنده مادیس می‌باشد. هرچه مقدار انرژی آزاد شده یک زلزله بیشتر باشد مدت زمان لرزش بیشتر است.

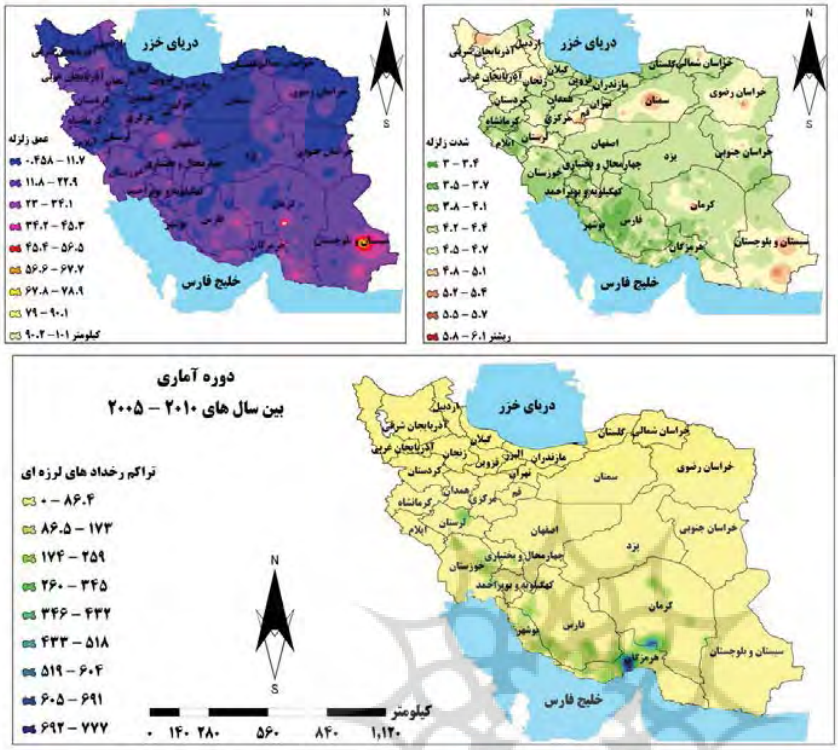
جدول ۲: مدت زمان لرزش در محیط‌های خاک وسنگ

بزرگی زلزله	مدت زمان لرزش(ثانیه)	
	بستر سنگ	بستر خاک
۵	٤	۸
۵/۵	٦	۱۲
٦	۸	۱٦
٦/۵	۱۱	۲۳
۷	۱٦	۳۲
۷/۵	۲۲	٤۵
۸	۳۱	٦۲
۸/۵	٤۳	۸٦

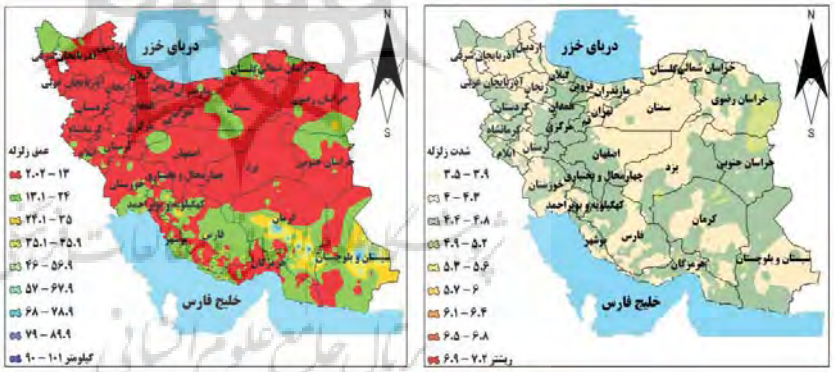
مدت زمان یک زمین لرزه از چند ثانیه تا یکی دو دقیقه است و در همین فاصله زمانی کوتاه آثار مخربی را ایجاد می‌کند، بنابراین در نقاطی که بزرگی زلزله‌ها بیشتر است باید اقدامات پیشگیرانه مؤثر صورت پذیرد.

چون زلزله‌ها در مناطق گسلی و مناطق جوش خورده بین صفحات فعلی و قدیمی بوجود می‌آید، لذا می‌توان مناطق خطر را مشخص کرد: با کار زمین‌شناسی صحرایی، تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوائی محل‌هایی که گسل‌های فعال از آن عبور می‌نمایند بطور کامل نقشه‌برداری و مشخص نمود. به این ترتیب، محل‌های خطرناک زلزله‌ها آینده در آن مشخص می‌شود و بزرگی احتمالی زلزله در هر منطقه معین می‌باشد، البته نقشه‌های خطر هم بر اساس زلزله‌های تاریخی وهم برساختمان زمین ایجاد می‌شوند.

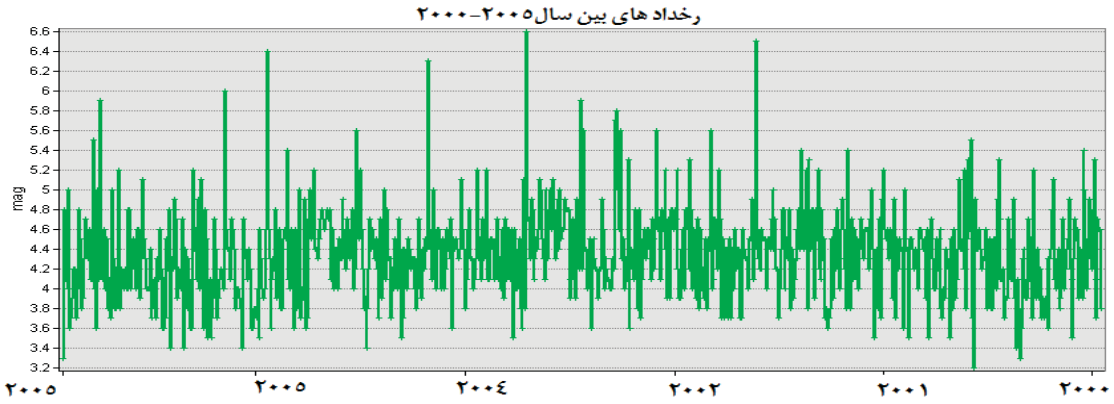
لذا می‌توان بر اساس این نقشه‌ها که، هم منطقه زلزله و هم گسل فعال را نشان می‌دهند، مکان‌های مناسب و مراکز



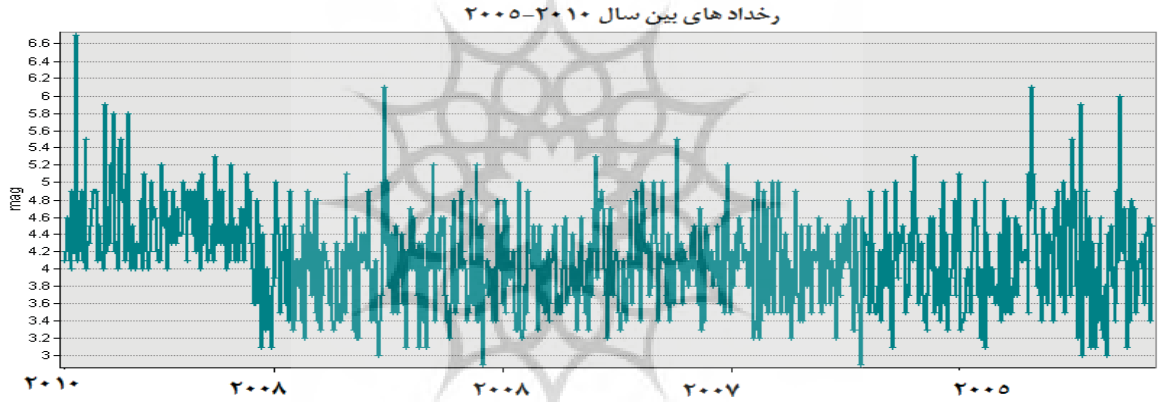
نگاره ۲: رخدادهای زمین لرزه در بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰



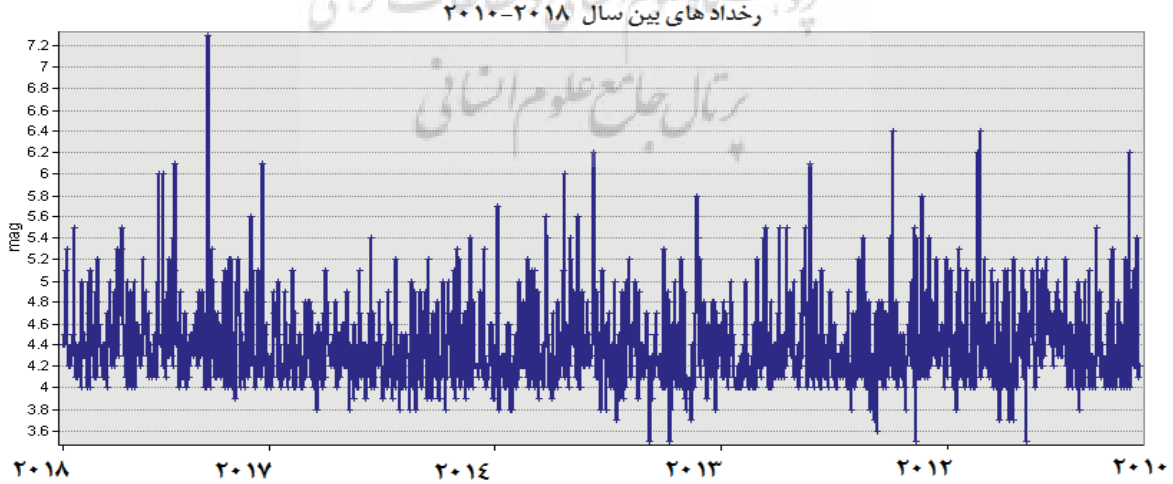
نگاره ۳: رخدادهای زمین لرزه در بین سال‌های ۲۰۱۰تا ۲۰۱۸



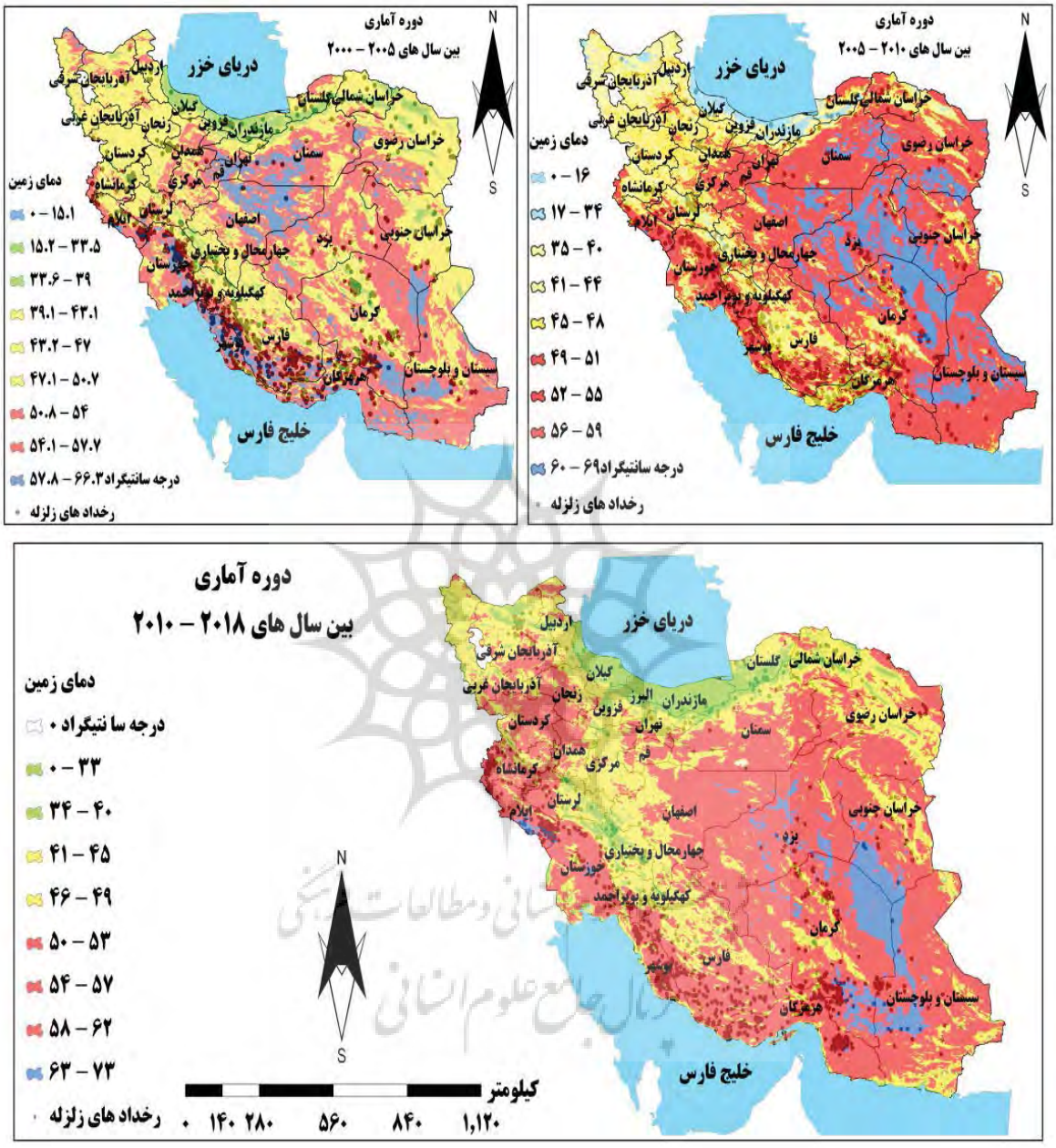
نگاره ٤: گزارش رخدادهای زمین لرزه در بین سال‌های ۲۰۰۰تا ۲۰۰۵



نگاره ٥: گزارش رخدادهای زمین لرزه در بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰



نگاره ٦: گزارش رخدادهای زمین لرزه در بین سال‌های ۲۰۱۰تا ۲۰۱۸



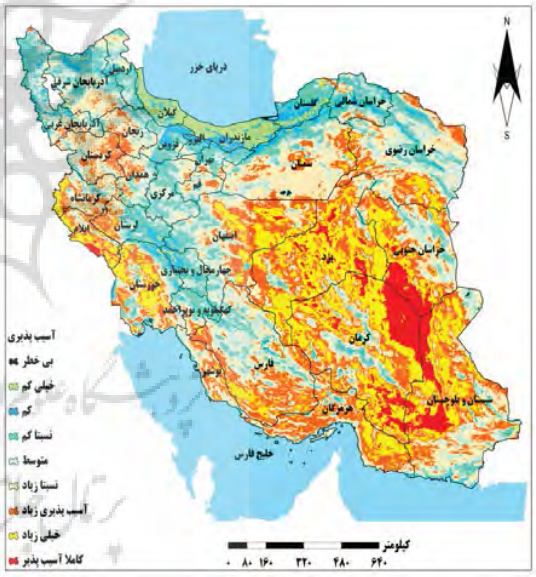
نگاره ۷: تغییرات دمایی در بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸

جمعیتی و اقتصادی را مکان‌یابی نمود و از تلفات و خسارت احتمالی جلوگیری نمود. با بکارگیری دانش، تکنیک و طرحی مناسب، مصالح خوب، اسکلت‌بندی مناسب، آموزش‌ها و ایجاد آمادگی‌های لازم در مردم و مسئولان، ایجاد مراکز امدادرسانی وآتش نشانی و غیره از خسارات و تلفات نیز جلوگیری نمود.

در نقشه‌های مربوطه، تغییرات لرزه‌ای و دمایی به طور کامل مشخص شده‌اند.

٤- نتیجه‌گیری و دستاورد علمی و پژوهشی و پیشنهادات

زلزله از پدیده‌های طبیعی است که در اثر جابجا و شکسته شدن ناگهانی سنگ‌های درون زمین اتفاق می‌افتد. این پدیده اگر در مراکز جمعیتی اتفاق افتد از بلایای طبیعی محسوب می‌شود که انسان در مقابل آن عاجز می‌ماند. کشور ما جزء مناطق لرزه‌خیز دنیا محسوب می‌شود و خطر زلزله ما را تهدید می‌کند. موضوع زمین‌لرزه، همانند پدیده‌های دیگر چون آتشفشان، توجه انسان‌ها را به خود جلب کرده است. زیرا لرزش یکی از عوامل تهدیدکنندهٔ جان و مال آنهاست و خسارت‌های زیادی به جنگل‌ها و رشد آنها، زمین کشاورزی، خطوط انتقال نیرو و گاز، معادن، سازه‌ها وارد نموده و از دیدگاه اقتصادی مسائل بزرگی را به وجود می‌آورد.



نگاره ۸: نقشه نهایی پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مناطق در معرض خطر زلزله

براین اساس، زمین‌لرزه، به عنوان یکی از مهمترین بلایای طبیعی دههٔ حاضر، از طرف سازمان ملل متحد معرفی شده است. پس با شناخت عوامل، مشخصه‌ها و شرایط ایجاد و توسعهٔ زمین‌لرزه‌ها، امکان دستیابی به روش‌های جلوگیری از خطرات و خسارات ناشی از گسترش آنها فراهم می‌شود. بهترین عمل ممکن در این امر، تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه در مقیاس‌های ملی، منطقه‌ای و محلی است تا با بهره‌گیری از آنها بتوان مناطق حساس را شناسایی کرد و جلوی بسیاری از خسارات را قبل از وقوع هرگونه حادثه گرفت.

منطقه مورد مطالعه باتوجه به توپوگرافی عمدتاً پست، فعالیت زمین‌ساختی، و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین‌شناسی و اقلیمی، عمده شرایط طبیعی را برای ایجاد طیف وسیعی از زمین لرزه داراست و این زمین‌لرزه‌ها سالیانه خسارات عدیده مالی به منطقه وارد می‌سازند اما متأسفانه تا به امروز، تمام مطالعات مقطعی و بدون برنامه‌ریزی دقیق و کارآمد از سوی مسئولان ذیربط انجام پذیرفته است پس مطالعه و پهنه‌بندی مناطق مستعد لرزه با یک دید کاملاً علمی لازم و ضروری است.

با توجه به نقشه نهایی بدست آمده و بررسی تغییرات دمایی و وقایع رخ داده می‌توان چنین نتیجه گرفت که قسمت‌های مربوط به نیمه جنوبی و جنوب غربی، (بوشهر، کرمانشاه، هرمزگان، خوزستان، ایلام) در معرض آسیب بسیار زیاد قرار دارند. همچنین عرض‌های مربوط به نیمه مرکزی وجنوب شرقی (کرمان، سیستان و بلوچستان، جنوب غربی خراسان جنوبی، شرق یزد) در معرض آسیب متوسط تا زیاد و همچنین نیمه شمالی کشور (گلستان، مازندران، گیلان، اردبیل) در پهنه آسیب کم قرار دارند. زیرا با توجه به بررسی‌های دمایی در چارچوب شناسایی زمین لرزه‌ها در پهنه‌های گرمایی زیاد به کم واقع گردیده‌اند، متوجه می‌شویم که بیش از یک سوم ایران با خطر بالا و یک سوم با خطر نسبی متوسط و یک سوم با خطرنسبی پایین از متوسط مواجهه‌اند.

یکی از علت‌های اصلی زلزله، گرمای زیاد داخل کره زمین است، درون زمین بسیار داغ است و حرارت آن به پنج تا شش هزار درجه سانتیگراد می‌رسد، هرجا که حرارت باشد، حرکت هم هست، پس حرارت مرکز زمین منتقل می‌شود به لایه‌های بالا و آنها را به حرکت در می‌آورد.

پیش‌بینی زلزله حتی در کشورهای پیشرفته وصاحب دانش و فن لازم بسیار ضعیف می‌باشد، لذا همیشه زمین لرزه‌های با شدت بالاتلفات جانی و مالی فراوانی به همراه دارد. برای کاستن از میزان خسارات و تلفات زیاد ناشی از زلزله باید قبل از وقوع آن پیشگیری‌های لازم را مورد توجه قرار داد. برای پیشگیری ازخطرات زلزله هرکدام از مسئولین و مردم باید اقدامات لازم را انجام دهند، از جمله‌ی پیشنهادات پژوهش با در نظر گرفتن نتایج تحقیق می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- شناسایی مناطق زلزله‌خیز و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زلزله توسط دستگاه‌های مسئول؛

۲- به کارگیری داده‌های سنجش از دور، و سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور شناسایی دقیق عرصه‌های پرخطر؛

۳- شناسایی تمام معیارهای اقلیمی و غیر اقلیمی جهت تولید نقشه جامع لرزه‌ای کشور؛

٤- رعایت نکات فنی در ساخت وسازهای شهری ونظارت مؤثر ومفید بر ساخت وسازها نظیر ساختمان‌های اداری، عمومی، مسکونی و شهرسازی؛

۵- آموزش مداوم شهروندان با زلزله و راه‌های گریز از خطر و مقابله با خطرات آن توسط رسانه‌های عمومی و مراکز آموزشی؛

٦- آماده بودن قبل ازوقوع زلزله، نظیر: مهیا نمودن امکانات دارویی، بهداشتی، مراکز امدادی، آتش‌نشانی، بیمارستانی و تجهیز نمودن این مراکز و دیگر سازمان‌های مسئول، تا در هنگام زلزله بتوان به نیازمندان کمک نمود؛

۷- شناسایی ساختمان‌های عمومی و مسکونی غیر فنی و نامقاوم موجود واستحکام بخشی و تجهیز آنها در مقابل زلزله.

منابع و مآخذ

۱- ابوالقاسم، امیراحمد؛ ۱۳۸۹، پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP مطالعه موردی: حوضه آبخیز چلاو آمل، فصلنامه علمی - پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، سال هشتم، دوره هشتم، شماره ۲۷، صص ۲۰۳-۱۸۱.

۲- جهانبخش، زاهدی، ولیزاده کامران؛ سعید، مجید، خلیل؛ ۱۳۹۰، محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از روش سبال و درخت تصمیم در محیط GIS RS، در بخش مرکزی منطقه مراغه، جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱٦، شماره ۳۸ ، ص ۱۹.

۳- سلیمانی، فرخ‌نیا، معتمدی؛ نجمه، علیرضا، حسین؛ ۱۳۹٦، پهنه‌بندی حساسیت زمین لغزش در محدوده‌ی سایت حفاری چاه A با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، ماهنامه علمی ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز، شماره‌ی ۱٤۸، ص ٦٦.

٤- شیرانی، عرب عامری؛ کوروش، علیرضا؛ ۱۳۹٤، پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از روش رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی:حوضه دز علیا)، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال نوزدهم، شماره هفتاد و دوم، ۱۳، ص ۳۲۱ تا ۳۳٤.

۵- صفاری، هاشمی؛ امیر، معصومه؛ ۱۳۹۵، پهنه‌بندی حساسیت وقوع زمین‌لغزش با مدل‌های آنتروپی و منطق فازی (مطالعه موردی: شهرستان کرمانشاه)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال نهم، شماره ٤۳ ، زمستان، ص ٤۳.

٦- صفایی‌پور، شجاعیان، آتش افروز؛ مسعود، علی، نسرین؛ ۱۳۹۵، پهنه‌بندی زمین‌لغزش با استفاده از مدل AHP در محیط GIS (منطقه مورد مطالعه روستای دره‌گز قلندران شهر دهدز)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال نهم، شماره ۱۳ ، بهار، ص ۱۰۷.

۷- عابدینی، فتحی؛ موسی، محمدحسین؛ ۱۳۹۳، پهنه‌بندی حساسیت خطر وقوع زمین‌لغزش در حوضه آبخیز خلخال چای با استفاده از مدل‌های چند معیاره، فصلنامه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ٤، بهار، صص ۸۵-۷۱.

۸- عابدینی، یعقوب‌نژاد اصل؛ موسی، نازیلا؛ ۱۳۹٦، پهنه-بندی خطر وقوع زمین لغزش در استان تهران با استفاده از مدل فازی، دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره ۱۱، بهار و تابستان، ص ۱٤۸.

۹- عابدینی، موسی؛ ۱۳۹۱، پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش‌های حوضه گیوی چای بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی AHP، طرح پژوهشی گروه جغرافیای دانشگاه محقق اردبیلی.

۱۰- عظیم‌پور، صدوق، دلال اوغلی، ثروتی؛ علیرضا، حسن، علی، محمدرضا؛ ۱۳۸۸، ارزیابی نتایج مدل AHP در پهنه‌بندی خطر زمین لغزه (مطالعه موردی: حوضه آبریز اهرچای)، فصلنامه فضای جغرافیایی، دوره نُه، شماره ۲۶، صص ۸۷-۷۱.

۱۱-علیجانی، قهرودی‌تالی، ابوالقاسم؛ بهلول، منیژه، امیراحمد؛ ۱۳۸۶، پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش در دامنه‌های شمالی شاه جهان با استفاده از GIS (مطالعه موردی: حوضه اسطرخی شیروان)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۲، شماره یک، صص ۱۳۲-۱۱۷.

۱۲-عمادالدین، باباجانی؛ سمیه، حسین؛ ۱۳۹۶، پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از تحلیل سلسه مراتبی (AHP) در حوضه آبریز بابل‌رود، اولین همایش اندیشه‌ها و فناوری‌های نوین در علوم جغرافیایی، گروه جغرافیای دانشگاه زنجان.

۱۳- کاظمی گرجی، احمدی، جعفری؛ فائزه، حسن، محمد؛ ۱۳۹۶، پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش F-AHP و ارائه راهکارهای مقتضی پیشگیری آن (مطالعه موردی: حوضه آبخیز نکارود)، مجله منابع طبیعی ایران (مرتع و آبخیزداری)، دوره ۷۰، شماره سه، پاییز، صص ۷۷۵-۷۶۳.

۱۴- کرم، محمودی؛ عبدالامیر، فرج ا...؛ ۱۳۸۴، مدلسازی کمی و پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در زاگرس چین خورده (حوضه‌ی آبریز سر خون، استان چهارمحال و بختیاری)، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، دوره ۳۷، شماره ۵۱، بهار، صص ۱۴-۱.

۱۵- متولی، صدرالدین، ۱۳۹۶، پهنه‌بندی زمین لغزش در حوضه آبخیز خانیان تنکابن با استفاده از مدل ارزش اطلاعات Winf، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال دهم، شماره ۶۳ ، تابستان، ص ۳۱.

۱۶- موسی‌زاده، آمار، خداداد؛ حسین، تیمور، مهدی؛ ۱۳۹۵، بررسی نقش ظرفیت‌سازی در کاهش ریسک مخاطرات طبیعی (زلزله) در مناطق روستایی (مطالعه موردی: دهستان انجیرآب، شهرستان گرگان)، فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، سال یازدهم، شماره ۳۶.

۱۷- موسی‌زاده، حسینی امینی، بخشی، سارلی؛ حسین، حسن، امیر، رضا، ۱۳۹۷، سنجش آسیب‌پذیری ساختار شهری از منظر پدافند غیر عامل در زمان بحران (مطالعه موردی: شهر گمیشان)، مجله مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، دوره سیزدهم، (در حال چاپ).

18- Alizadeh, A, 2002, applicable hydrology principles, mashhad's ferdosi uiveristy publications, 14th publication.

19- Chi KH, Park NW, Chung CJ, 2002, Fuzzy logic integration for landslide hazard mapping using spatial data from Boeun, Korea, Symposium on Geospatial Theory. Processing and Aplications, Ottawa.

20- Gemitzi, A., Falalakis, G., Petalas, C, 2011, Evaluating Landslide Susceptibility Using Environmental Factors, Fuzzy Membership Functions and GIS. Journal of Global NEST, 13(1), pp.28- 40.

21- Goetz, J. N., Guthrie, R. H. and Brenning, A, 2011, Integrating physical and empirical landslide susceptibility models using generalized additive models. Geomorphology, 129(3), 376-386.

22- Guidance on the spatial distribution of climatic factors using point data, 2011, Journal of Supervisor and Strategic Deputy, p5.

23- Hadmoko DS, Lavigne F, Sartohadi J, Hadi P, Winaryo, 2012, Landslide Hazard and Risk Assessment and Their Application in Risk Management and Landuse Planning in Eastern Flank of Menoreh Mountains, Yogyakarta Province, Indonesia.

24- Intarawichian, N. Dasananda, S, 2010, Analytical Hierarchy Process for Landslide Susceptibility Mapping in Lower Mae Chaem Watershed, Northern Thailand, Suranaree J. Sci. Technol. Vol. 17(3), pp. 277-292.

25- Kumar Dahal, R., 2008, Predictive Modeling of Rainfall-induced Landslide Hazard in the Lesser

Himalaya of Nepal Based on Weights-of-evidence, Geomorphology, Vol. 102, PP.496-510.

26- Nagarajan, R., A. Roy, R. Vinodkumar, A. Mukherjee. & M.V. Khire, 2000, Landslide Hazard Susceptibility Mapping based on Terrain and Climatic Factors forTropical Monsoon Reggions, Bull Eng Geol Env. 58.

27- Offer,R, Qin,Zh ,Derimian,Y, and Karnieli,A, 2014, Derivation of Land Surface Temperature for Landsat-8 TIRS Using a Split Window Algorithm,sensor, 14(4): 5768–5780.

28- Papadavid, G., Hadjimitsis, D.G., Toulios, L., and S. Michaelides, 2013, A modified SEBAL modeling approach for estimating crop evapotranspiration in semi-arid conditions. Water resources management. 27(9): 3493-3506.

29- Pradhan B., Lee S., 2010, Delineation of landslide hazard areas on penang island, Malaysia, by using frequency ratio, logistic regression, and Artificial neural network models", Environmental Earth Sciences 60 (5) 1037-1054.

30- RajeshwariA , Mani N D, 2014, Estimationof Land Surface Temperature ofDindigul District Using Landsat 8 Data, Ijret: International Journal of Research in Engineering and Technology, Volume: 03 Issue: 05, May-2014, Available @ http://www.ijret.org.

31- Roering, J. J. Kirchner, J.W. Dietrich, W. E, 2005, Characterizing Structural and Lithological Controls on Deep-Seated Land Sliding: Implications for Topographic Relief and Landscape Evolution in The Oregon Coast Range, USA. Geological Society of America Bulletin 117, 654–668.

32- Sakar, S., Kanungo, D.P., Mehrotar, G.S, 1995, Landslide Zonation: A Case Study in Garhwal Himalaya, India, Mountain Research and Development, Vol. 15, No. 4, PP.301-309.33- Tucker, C.J. and B.Y. Choudhury, 1987, Satellite remote sensing of drought conditions. Remote Sens. Environ. 23: 243-251.

34- Wan, S., 2009, A Spatial Decision Support System for Extracting the Core Factors and Thresholds for Landslide Susceptibility Map, Engineering Geology, Vol. 108, PP.237-251.

35- Zhu A-X, Wang R, Qiao J, Qin C-Z, Chen Y, Liu J, Du F, Lin Y, Zhu T, 2014, An expert knowledge- based approach to landslide susceptibility mapping using GIS and fuzzy logic. Geomorphology, 214: 128-138.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی