JOURNAL OF SUSTAINABLE REGIONAL & URBAN DEVELOPMENT STUDIES
JSRUDS

Volume 2, Issue 1 - Serial Number 3, Spring 2021
ISSN: 2783-0764

Vulnerability Analysis and Zoning of Natural Geomorphological Hazards (Flood and Earthquake) of Kermanshah Province

Shahriar khaledi[1], Ghasem Farahmand [2*], Afsaneh Ali Bakhshi [3]

[1.] Professor, Department of Physical Geography, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University of Tehran, Tehran, Iran

[2.] PhD Student in Urban Climatology, Department of Geography & Urban Planning, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University of Tehran, Tehran, Iran

[3.] MA of Geography & Urban Planning, Department of Geography & Urban Planning, Faculty of Literature and Humanities, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received Date: 16 March 2021 **Accepted Date:** 24 June 2021

Abstract

One of the accidents that occur suddenly and leads to damage to humans and the environment are known as natural hazards. These risks, due to their unexpected nature, in most cases cause a lot of financial and human losses. Among natural hazards, earthquakes and landslides are among the most devastating hazards. These hazards are more severe and harmful in urban communities due to greater population concentration. Therefore, identifying areas that are more vulnerable to natural hazards can be effective in planning to mitigate the effects of these events. The aim of this study is to zoning vulnerability to natural hazards of landslides and earthquakes. Applied research is practiced and its method is descriptive-analytical; the required statistics and information have been collected through library studies and remote sensing data. Findings show that in the zoning of Kermanshah province about fault lines and rivers, relatively high altitude and high slope, the central parts of the province have a high potential for flooding and vulnerability to natural earthquake risk. One of the most important parts of this area of Kermanshah township as the center of the province. For the process of location and building cities of the province, elements such as distance from fault lines and the spots of landslides are less considered. Therefore, this leads to insecurity and vulnerability while natural events take place.

Keywords: Environmental hazards, Geomorphological earthquake, Flood, Kermanshah province.

[*] Corresponding Author: farahmand.geo@gmail.com

Cite this article: Khaledi, S., Farahmand, G., Ali Bakhshi, A. (2021). Vulnerability analysis and zoning of natural geomorphological hazards (Flood and earthquake) of Kermanshah province. *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, 2(1), 17-36.

مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای
دوره۲، شماره ۱، شماره پیاپی ۳، بهار ۱۴۰۰
صفحات ۳۶-۱۷
شاپا:۰۷۶۴-۲۷۸۳

تحلیل و پهنه‌بندی آسیب پذیری مخاطرات طبیعی (سیل و زلزله) ژئومورفولوژیکی استان کرمانشاه

شهریار خالدی[۱]، قاسم فرهمند [۲*] ، افسانه علی بخشی [۳]

۱. استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکتری آب و هواشناسی شهری، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. کارشناس ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۳

چکیده

یکی از موضوعاتی که بیش‌تر شهرهای جهان با آن دست به گریبان‌اند، حوادث طبیعی است که به طور ناگهانی روی می‌دهند و موجب وارد آمدن خسارت به انسان و محیط می‌شوند، به عنوان مخاطرات طبیعی شناخته می‌شوند. این مخاطرات به دلیل ماهیت نابهنگام بودن، در بیش‌تر موارد خسارت مالی و جانی بسیاری بر جای می‌گذارند. در بین مخاطرات طبیعی، زمین‌لرزه و زمین لغزش، از زمره‌ی ویران‌کننده‌ترین مخاطرات به شمار می‌آیند. این مخاطرات در جوامع شهری به دلیل تمرکز بیش‌تر جمعیت، دارای شدت و قدرت آسیب رسانی بیش‌تری هستند. بنابراین شناسایی مناطقی که دارای آسیب‌پذیری بیش‌تری از مخاطرات طبیعی هستند، می‌تواند در جهت برنامه‌ریزی برای مقابله با کاهش اثرات این حوادث مؤثر باشد. پژوهش حاضر با هدف پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مخاطرات طبیعی زمین لغزش و زمین‌لرزه پرداخته است. پژوهش کاربردی و روش انجام آن توصیفی- تحلیلی است. آمار و اطلاعات مورد نیاز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و داده-های سنجش از دور جمع‌آوری گردیده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که در پهنه‌بندی استان کرمانشاه نسبت به خطوط گسل و رودخانه‌ها، ارتفاع نسبتاً بالا و شیب زیاد، قسمت های مرکزی استان دارای زمینه‌ی سیل‌خیزی و آسیب-پذیری در برابر مخاطرات طبیعی زلزله را دارند که از مهم‌ترین نقاط این محدوده، شهرستان کرمانشاه به عنوان مرکز استان است. روند مکان‌یابی و ایجاد شهرهای استان توجه به عواملی نظیر فاصله از خطوط گسل و نقاط زمین لغزش کمتر مدنظر قرار گرفته‌اند و همین امر باعث ایجاد ناامنی و آسیب پذیر بیش‌تر در صورت بروز حوداث طبیعی می شود.

کلید واژه ها: مخاطرات محیطی، ژئومورفولوژیکی زمین‌لرزه، سیلاب، استان کرمانشاه.

* نویسنده مسئول: farahmand.geo@gmail.com

ارجاع به این مقاله: خالدی، شهریار، فرهمند، قاسم، علی بخشی، افسانه. (۱۴۰۰). تحلیل و پهنه‌بندی آسیب پذیری مخاطرات طبیعی (سیل و زلزله) ژئومورفولوژیکی استان کرمانشاه .*فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای*، ۲(۱)، ۱۷-۳۶.

مقدمه و بیان مسأله

یکی از موضوعاتی که بیش‌تر شهرهای جهان با آن دست به گریبان‌اند، حوادث طبیعی است (Alexander, 2000) . مخاطرات طبیعی با انواع گوناگون و گستره نفوذشان، به عنوان پدیده‌هایی تکرار شدنی و مخرب، همواره در طول حیات کره‌ی زمین وجود داشته‌اند و پس از پیدایش بشر نیز همیشه خطری جدی برای انسان بوده‌اند (پورطاهری و همکاران،۱۳۹۰: ۳۲).

مخاطرات طبیعی حوادثی ویرانگر و ناگهانی اند که هر لحظه در جهان امکان وقوع دارند و برآیند آن خسارات جانی و مالی عمده است. عواقب آن ممکن است درازمدت و حتی برگشت ناپذیر باشد هیچ جامعه ای نمی‌تواند ادعای مصونیت از مخاطرات طبیعی را داشته باشد و انسان‌ها همواره با تاثیرات ذهنی و عینی زیانبار آن مواجه اند (رجبی وهمکاران ،۱۳۹۷: ۱۸۴). در این چند سال گذشته، جهان شاهد بلایای طبیعی پیش‌بینی‌نشده‌ای بود. برای مثال سونامی آسیا، توفان کاترینا و زلزله ونچوان چین(رمضان زاده لسبوئی،۱۳۹۳: ۳۶). مقابله با این مخاطرات طبیعی یکی از چالش‌های اصلی برای اکثریت کشورهاست (Cutter et al, 2016) مخاطرات طبیعی حوادثی ویران‌گر و ناگهانی‌اند که هر لحظه در جهان امکان وقوع دارند و برآیند آن خسارات جانی و مالی عمده است. عواقب آن ممکن است درازمدت و حتی برگشت-ناپذیر باشد (رجبی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۸۴). وقوع مخاطرات طبیعی منجر به بروز تغییرات در شرایط زیست محیطی می-شود که این نیز به‌نوبه‌ی خود به گسسته شدن روند زندگی عادی مردم و بروز تاثیرات مخرب بر سکونتگاه‌های آن‌ها می-انجامد و خسارت‌های اقتصادی و اجتماعی و محیطی گسترده‌ای را بر جوامع تحمیل می‌کند (Wisner, 2008).

امروزه شهرها و جوامع سکونت‌گاهی در مکان‌هایی ایجاد یا بنا شده‌اند که به لحاظ مخاطرات طبیعی در معرض وقوع انواع سوانح طبیعی یا به دلیل پیشرفت‌های تکنولوژی در معرض انواع سوانح انسان‌ساخت هستند (غضنفرپور و همکاران،۱۳۹۸: ۱۰۸) باتوجه به گسترش کالبدی و افزایش تراکم شهرهای بزرگ، در صورت وقوع بحران وضعیت خطرناکی ایجاد می‌شود؛ زیرا عدم رعایت سلسله‌مراتب شبکه‌های ارتباطی، عرض کم‌راه‌ها و دوری از مراکز خدماتی و درمانی در مناطق بحران‌خیز در زمان حوادث مشکل‌ساز می‌شود بنابراین روابط بین شهرنشینی و اثرات زیست محیطی در مطالعات اخیر توجه بیش‌تری به خود جلب می‌کند (ترابی،۱۳۸۸: ۲). بخش عمده‌ی مخاطرات طبیعی مرتبط با فرآیندهای ژئومورفولوژیکی ناشی از خطرات ژئومورفولوژیکی، هیدرولوژیکی و اتمسفری است (امیدوار،۱۳۹۰: ۱۷).

دانش ژئومورفولوژی مسأله‌ی تحلیل فضایی مخاطرات زمینی که در این تحقیق مشتمل بر مخاطراتی مانند زمین لرزه، سیل و زمین لغزش است را مورد توجه قرار داده و به تبیین و ارزیابی پتانسیل مخاطره و درجه و میزان خطر پذیری انسان ساکن در این پهنه ها می پردازد (معتمدی نیا، ۱۳۹۰). مخاطرات ژئومورفولوژیکی فوق الذکر هرچند دارای رفتار و خصوصیات مخاطراتی منفرد می باشند، لیکن حدوث هریک از آن‌ها در پهنه‌ی محیطی عمدتاً منشا و عامل حدوث و همزادی مخاطره دیگری است .بطور مثال زمین لرزه می تواند در نقش ماشه حرکتی زمین لغزش عمل نماید. بطوری‌که بسیاری از لغزش های غیرفعال درزمان حدوث رویداد زمین لرزه دوباره فعال شده و در پاره ای از موارد فاجعه را تعمیق و بسط می‌بخشند. به عنوان مثال در زمین لرزه خرداد ماه سال ۱۳۸۳ در منطقه مرزن آباد (زمین لرزه فیروزآباد کجور) عمده خسارات جانی ناشی از فعال سازی لغزش(سنگ افت) در محور تهران - چالوس بوده است (شریفی کیا، ۲۰۰۷). بدیهی است چنان‌چه مدیریت علمی و عملی مناسب در برخورد با مخاطرات طبیعی موجود نباشد، خسارت‌های انسانی ناشی از آن‌ها چندین برابر خواهد بود (عزیزپور،۱۳۹۰: ۱۱۲).

این موضوع در کشور ایران به دلیل قرار گیری در کمربند گسل آلپ-هیمالیا از اهمیت خاصی برخوردار است (ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۹). پدیده‌ی لغزش یکی از خطرات طبیعی است که همه ساله خسارات جانی و مالی

زیادی در مناطق کوهستانی و دارای سازندهای رسوبی حساس به لغزش برجای می‌گذارد (مصفایی، ۱۳۸۹: ۲). زمین لغزش به تنهایی ۱۷٪ از بلایای طبیعی جهان را به خود اختصاص داده و میزان مرگ و میر ناشی از این پدیده در مناطق مختلف دنیا متفاوت است(نیازی، ۱۳۸۹: ۹). در این بین ایران نیز بـه واسـطه‌ی مجموعـه‌ی ویژگی‌هـای انسانی و محیطی، بحران‌های زیادی را متحمل شده و از جمله کشورهای آسـیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی می‌باشد(رکن‌الدین افتخاری و همکاران، ۱۳۸۷: ۳۰). شناسایی و طبقه‌بندی مناطق دارای پتانسیل خطر وقوع این گونه مخاطرات طبیعی از اهمیت بسیاری برخوردار است، و در جهت مدیریت صحیح بحران موثر است (طالعی، و همکاران،۱۳۹۰: ۸۴).

استان کرمانشاه به دلیل ویژگی‌های خاص از جنبه‌های مختلف در موقعیتی حساس قرار دارد که به مواردی چون جنبه‌های تکتونیکی و زمین‌شناسی(قرار گیری در بین گسل بزرگ زاگرس)، ژئومورفولوژیکی(وجود دامنه‌هایی با شیب تند، اختلاف ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر در شهرستان کرمانشاه و در کوه‌های پرآب و دشت کرمانشاه) و جمعیتی(تغییرات جمعیتی و همچنین افزایش آن به دلیل بهره‌برداری از منابع و بالا بردن میزان حساسیت پذیری). هر گونه برنامه‌ریزی بدون شناخت حساسیت‌ها و خصوصیات منطقه نتایج مخرب و جبران ناپذیری را درپی خواهد داشت. به خصوص اینکه رویداد هر پدیده‌ای به احتمال فراوان سبب تشدید و یا شروع فعالیت مخاطره طبیعی دیگری می‌شود(خیری، ۱۳۸۸: ۱۸).

بنابراین مدیریت علمی و عملی مناسب در برخورد با حوادث غیر مترقبه مجود نباشد، خسارت‌های انسانی ناشی از این بلایا جند برابر خواهد بود. همان طور که در بالا ذکر گردید استان کرمانشاه به دلیل شرایط زمین شناسی و اقلیمی و جمعیتی خاص خود دارای پتانسیل بالای وقوع مخاطرات ژئومورفولوژیکی می باشد. بر همین اساس هدف اصلی مطالعه حاضر پهنه بندی و مشخص نمودن مناطق آسیب پذیر استان کرمانشاه در برابر مخاطره ژئومورفوژیکی (سیل و زلزله) می باشد

مبانی نظری پژوهش

مخاطرات طبیعی

مخاطرات بر اثر فرآیند رابطه‌ی انسان با محیط تعریف می‌شود، در غیر این صورت پدیده‌هایی که خطر می‌نامیم جزو رفتار معمولی و رایج طبیعت است. فرآیندی که 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. روند رابطه‌ی انسان با محیط برای موضوع اصلی جغرافیا در زمان هامبولت رونق گرفت و، سپس، در طول تاریخ فراز و نشیب‌های بسیاری پیدا کرد (علیجانی، ۱۳۹۳: ۲). راتزل این نگرش را صورت‌بندی کرد و در اروپا، افرادی چون ویدال دولابلاش طرفدار آن شدند. در آمریکا نیز، افرادی چون دیویس و هانتینگتون این نگرش را گسترش دادند و زمینه جبر محیطی و یا عامل جغرافیایی را فراهم کردند که در واکنش به آن ساور مفهوم چشم‌انداز را و باروز مفهوم اکولوژی انسانی را مطرح کرد (Mathews et al, 2004). مخاطرات محیطی نتیجه‌ی عملکرد یا بهره‌برداری نامطلوب انسان از محیط است. شناسایی و تحلیل این مخاطرات از دو نظر در حوزه‌ی بررسی جغرافیا قرار دادند. اول این‌که رابطه‌ی انسان و محیط یکی از زمینه‌های اصلی مطالعه علم جغرافیا است (Harvey, 1969). دوم اینکه مخاطرات در مکان رخ می‌دهد و مکان قلمرو استیلای جغرافیا است. در نتیجه رابطه‌ی انسان و محیط ماهیت فضایی دارد (Balteanu, et al, 2011).

تحقیقات جغرافیایی درباره‌ی مخاطرات طبیعی سابقه‌ای طولانی دارد، آغاز آن با تمرکز بر روی فرآیندهای فیزیکی صورت گرفت و با افزایش شناخت از تعامل فیزیکی و انسانی، سیر تکاملی خود را طی می‌کند (EMotz, 2011). در واقع حوادث طبیعی، زمانی مخاطره تلقی می‌شوند که انسان‌ها از ان‌ها متضرر و یا متاثر گردند(اوزی، ۱۳۹۰: ۱۸). تجربیات کشورهای در حال‌توسعه در این زمینه، از آسیب‌پذیری بیش‌تر آنان در برابر مخاطرات محیطی حکایت دارد. به

طوری‌که وقوع ۱۱ مخاطره طبیعی در طول قرن ۲۰ ، خساراتی در حدود ۶۳۱ میلیارد دلار بر جای نهاده که بیشتر آن در کشورهای در حال توسعه بوده است (پورطاهری و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۳).

شهرها نیز به عنوان یک مکان تجمع برای جمعیت انسانی از وقوع این بلایای طبیعی مستثنی نیستند و ضروری است راه‌حلی جهت کاهش آسیب‌پذیری این سکونتگاه‌ها در برابر مخاطرات طبیعی صورت پذیرد (قنواتی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۷). در این میان سه پدیده زلزله، سیل، لغزش جزو ویرانگرترین این حوادث می‌باشند (خدادای و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۳). زلزله خیز بودن یک منطقه یک خطر جدی به حساب می‌آید (یمانی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۶). سیلاب بیش‌ترین خسارت را به بخش های کشاورزی، شیلات، مسکن و زیر ساخت ها وارد می کند و به شدت در فعالیت های اقتصادی و اجتماعی تأثیر می گذارد (کریمی فیروزجایی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۷۷).

پیشینه‌ی پژوهش

در نقشه‌ی مخاطرات زمین، دو مخاطره‌ی زلزله و سیل تعریف شده است. این دو مخاطرت تحت تأثیر فرم و عوامل ژئومورفولوژیکی قرار گرفته و تعریف می شوند، محققان مخاطرات ژئومورفولوژیکی را احتمال وقوع پدیده مخرب به طور بالقوه تعریف می نمایند. به بیان دیگر مخاطرات ژئومورفولوژیک می تواند احتمالی که یک فرآیند ژئومورفولوژیک قطعی در یک منطقه معین با یک شدت معین در یک دوره زمانی معین رخ می دهد را توصیف کند (Thomas et al, 2005) مخاطرات زمینی دارای رفتار و خصو صیت منفرد می باشند، لیکن هر یک از آن‌ها در پهنه محیطی عمدتاً منشا و عامل رخداد و همزادی مخاطره‌ی دیگری نیز می تواند باشد (شریفی‌کیا و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۱۲). بطور مثال زمین لرزه می تواند در نقش ماشه حرکتی زمین لغزش عمل نماید. بطوریکه بسیاری از لغزش های غیر فعال در زمان حدوث رویداد زمین لرزه دوباره فعال شده و در پاره ای از موارد فاجعه را تعمیم و بسط می بخشند. به عنوان مثال در زمین لرزه‌ی خرداد ماه ۱۳۸۳ در منطقه‌ی مرزن آباد (زمین لرزه فیروز آباد کجور) عمده‌ی خسارات ناشی از فعال سازی لغزش (س نگ افت) در محور تهران چالوس بوده است (شریفی کیا، ۲۰۰۷: ۶۵). هم‌چنین رخداد سیل می تواند با تغییر در سطح اساس از طریق فرسایش بستر و کرانه ها؛ ناپایداری دامنه ها را تشدید نموده؛ منجر به رخداد زمین لغزش شود. مضاف بر آن رخداد زمین لغزش نیز می‌تواند از طریق انسداد مجاری رود و ایجاد سدهای شکننده منجر به رخداد سیل گردد (معتمدی نیا،۱۳۸۹: ۹۸). بر این اساس بررسی در مخاطره‌ی سیل و زلزله که هر کدام به نوعی می توانند بستری برای وقوع سایر مخاطرات طبیعی و محیطی باشند از اهمیت بسزایی برخودار می باشد (رجبی و همکاران،۱۳۹۷: ۱۸۶).

خسروی و همکاران (۲۰۱۶)، در مقاله‌ی خود، با استفاده از چهار مدل نسبت فراوانی (FR)، وزن از شواهد (WOFE) فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، و مجموعه‌ای از نسبت فراوانی با AHP و مقایسه آن ها نقشه های حساسیت سیل در حوضه هراز در استان مازندران را تهیه کردند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که مدل نسبت فراوانی بالاترین سطح زیر منحنی را در مقایسه با سایر مدل ها دارد و دقت مناسبی در حساسیت سیل مناطق نشان می‌دهد.

لی و همکاران (۲۰۱۶)، با استفاده از روش نسیت فراوانی اصلاح شده، حساسیت به زمین لغزش را در حوضه آنینگ در سیچوان و حوضه‌ی کایان در فوجیان (مناطق کوهستانی جنوب غربی و سواحل جنوب شرقی مناطق کوهستانی چین) ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که روش نسیت فراوانی اصلاح شده برای ارزیابی حساسیت به لغزش روشی مفید است.

جیمنز و همکاران (۲۰۱۷)، در پژوهشی، به پهنه بندی خطر زمین لغزش از طریق ارزیابی چند تکنیک در بتیک کردیلرا (جنوب اسپانیا) پرداختند. نتایج حاصل از مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد که از هر درصد لغزشی که در منطقه به

صورت سالانه رخ می دهد ۵ درصد آن دارای خطر متوسط تا بسیار زیاد است. بیش‌تر مطالعات فوق بر یک نوع مخاطره تمرکز داشته اند و مطالعه ای که در آن دید جامع و تلفیقی به مخاطرات باشد کمتر دیده شده است. علاوه بر این، تعداد شاخص های مورداستفاده نیز در مطالعات قبلی محدود بوده و سعی شده در این پژوهش با در نظر داشتن جمیع دیدگاه‌ها کامل ترین عوامل دخیل در وقوع این مخاطرات شناسایی شود و مهم ترین کاستی در مطالعات قبلی عدم لحاظ و مقایسه وضع موجود مخاطرات انقاطی که لغزش و سیل در منطقه مطالعاتی رخ داده است با نتایج نهایی است که سعی شده به این موضوع در این پژوهش توجه شود. بنابراین، نیاز به مطالعه مخاطرات ژئومورفیک (سیلاب و زمین لغزش در استان به دلیل اهمیت اقتصادی آن در بعد منطقه ای و ملی و تراکم جمعیت میلیونی آن ضروری است تا در برنامه ریزی ها و سیاست گذاری های استان کرمانشاه مورد توجه و عمل قرار بگیرد.

جدول(۱): شاخص های مورد استفاده برای پهنه بندی مخاطرات سیل و زلزله در مطالعات گذشته

مخاطره	محقق- سال نشر اثر	شاخص های مورد استفاده برای پهنه بندی خطر
زمین لغزش	کروزیر- ۲۰۱۷	شیب، بارش، جنس زمین و پوشش گیاهی
	لئوناردی و همکاران- ۲۰۱۶	شیب، سنگ شناسی، ارتفاع، بارندگی و کاربری اراضی
	کومار و همکارن- ۲۰۱۵	سنگ شناسیف خاک شناسی، کاربری اراضی، زهکشی، شیب، رطوبت توپوگرافی و ارتفاع
	رامش و آنباژگان- ۲۰۱۴	جهت شیب، انحنای شیب، لیتولوژی و فاصله از رودخانه
سیل	کالو و همکاران- ۲۰۱۶	ارتفاع، شیب، انحنای زمین، کاربری اراضی، زمین شناسی، بافت خاک، قدرت جریان، رطوبت، توپوگرافی و بارش
	خسروی و همکارن - ۲۰۱۶	زاویه شیب، ارتفاع، فاصله از رودخانه، رطوبت توپوگرافی، قدرت جریان، بارش، لیتولوژی، پوشش گیاهی، نقشه انحنا
	رحمتی وهمکارن- ۲۰۱۵	سنگ شناسی، کاربری اراضی، فاصله از رودخانه، خاک، زاویهٔ شیب، انحنای زمین، شاخص رطوبت توپوگرافی، ارتفاع، تراکم زهکشی
	آریان پور و همکاران- ۲۰۱۵	شیب، کاربری اراضی، زمین شناسی، نرخ فرسایش، بافت خاک، بارش سالانه، تراکم زهکشی، پوشش گیاهی

مأخذ: خدادادی و همکارن، ۱۳۹۸.

منطقه‌ی مورد مطالعه

استان کرمانشاه با مساحتی معادل ۲۴۴۳۴/۲۵ کیلومتر مربع هفدهمین استان ایران از نظر وسعت به‌شمار می‌رود. مختصات جغرافیایی کامل استان کرمانشاه بر روی کره زمین از طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۰ دقیقه و ۳۹ ثانیه شرقی تا ۴۸ درجه و ۱ دقیقه و ۵۸ ثانیه شرقی و از عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه و ۸ ثانیه شمالی تا ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه و ۸ ثانیه‌ی شمالی است. بر اساس آخرین تغییرات در ۱۳۹۰ استان کرمانشاه از، ۱۴ شهرستان، ۳۱ شهر، ۳۱ بخش و ۸۴ دهستان تشکیل شده‌است (نوری و تقی زاده،۱۳۹۰). هم‌چنین بر اساس آمار منتشر شده از سازمان آمار ایران در سال ۱۳۹۵،این استان دارای جمعیتی بالغ بر ۱۹۵۲۰۰۰ بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵).

شکل (۱): محدود مورد مطالعه (ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۹).

روش پژوهش

از ابزار و روش‌های مختلفی جهت رسیدن به اهداف پژوهش استفاده شده است؛ در مرحله‌ی اول ابزار پژوهش شامل:

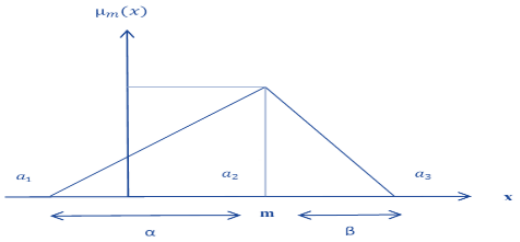
- مدل رقومی ارتفاع (DEM) به منظور فراهم کردن لایه های شیب، جهت شیب و ارتفاع منطقه مورد مطالعه
- فایل وکتوری شبکه‌ی آبراهه‌ها و مسیل‌ها و رودخانه ها و نوع خاک، پوشش گیاهی، وضعیت زمین‌شناسی، فاصله‌ی از گسل، فاصله از شریان های اصلی استان و تیپ اراضی می باشد.

در مرحله‌ی بعد وزن ها و ارزشهای رتبه بندی به لایه ها و طبقات هر لایه اختصاص داده شد. فرآیند اختصاص وزن و ارزشهای رتبه بندی شده با استفاده از روش Fuzzy Ahp شکل گرفت FAHP یک رویکرد تصمیم گیری چند معیاره است که رویه مقایسه زوجی را برای رسیدن به اهداف مورد نظر در میان گزینه های متعدد به کار می‌گیرد.

مدل تحلیل سلسله مراتبی FAHP

این مدل ابتدا در سال ۱۹۸۳ توسط دو محقق هلندی بنام‌های لارهورن و پدریکز[1] پیشنهاد گردیدکه بر مبنای روش حداقل مجذورات لگاریتمی بنا نهاده شده بود، ولی به علت پیچیدگی مراحل محاسباتی و روش شناسی مورد استقبال قرار نگرفت، تا این‌که در سال ۱۹۹۶ محققی چینی به نام چانگ روشی را تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای بر مبنای تحلیل سلسله مراتبی فازی ارائه کرد که برای محاسبه در آن از اعداد فازی مثلثی استفاده می شد. اعداد فازی مورد استفاده در این مدل و به صورت مشخص در پژوهش حاضر به صورت اعداد فازی مثلثی[2] می باشد که به صورت $M=(m,\alpha,\beta)$ خواهد بود. فضای هندسی چنین مجموعه‌ای در محیط فازی در شکل شماره‌ی(۲) آمده است.

[1].Larhorn & Pedricz
[2].Triangular Fuzzy Number



شکل(۲): تابع عضویت اعداد مثلثی در محیط فازی

ساختار ریاضیاتی تابع عضویت اعداد فازی مثلثی نیز به صورت زیر خواهد بود.

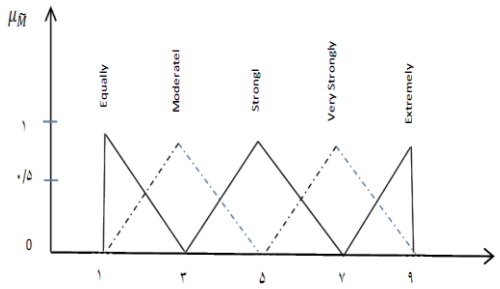
رابطه‌ی ۱

$$\begin{Bmatrix} 1-\frac{m-x}{\alpha}, & m-\alpha \le x \le m \\ 1-\frac{x-m}{\beta}, & m \le x \le m+\beta \\ \text{درغیراین‌صورت } 0 & \end{Bmatrix}$$

بنابراین بر اساس روش چانگ، مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی دارای مراحلی به شرح زیر است:

مرحله‌ی اول: در این مرحله نمودار سلسله مراتبی ترسیم می‌شود.

مرحله‌ی دوم: در دومین مرحله اعداد فازی به منظور انجام مقایسه‌های زوجی تعریف می‌شوند. بر مبنای مطالعاتی که در این خصوص صورت گرفته است و نیز توصیه‌ای که چانگ ارائه می‌دهد، طیف فازی مورد استفاده در این پژوهش در قالب شکل شماره(۳) ارائه شده است.



شکل(۳): متغیرهای زبانی مورد استفاده پژوهش

مرحله‌ی سوم: تشکیل ماتریس مقایسه‌ی زوجی خواهد بود که با به‌کارگیری اعداد فازی مثلثی در پژوهش حاضر به انجام رسیده است.

رابطه‌ی ۲

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11}\tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21}\tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1}\tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

مرحله‌ی چهارم: محاسبه مقدار S_i از طریق روابط زیر خواهد بود:

رابطه‌ی ۳

$$S_i = \sum_{i=1}^{m} M_{gi}^{i} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} M_{gi}^{i}\right]^{-1}$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} M_{gi}^{i} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_i, \sum_{i=1}^{n} m_i, \sum_{i=1}^{n} u_i\right)$$

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} M_{gi}^{i}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}\right)$$

در این روابط i شماره سطر و j شماره‌ی ستون خواهد بود

مرحله‌ی پنجم: محاسبه درجه بزرگی S_i ها برای تمامی شاخص‌ها خواهد بود که در آن بزرگی دو عدد فازی $S_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $S_1 = (l_2, m_2, u_2)$ به این صورت تعریف می شود:

رابطه‌ی ۴

$$\begin{cases} 1 & \text{اگر } m_1 \geq m_2 \\ 0 & \text{اگر } u_2 \geq l_1 \\ \dfrac{l_2 - u_1}{(m_1 - u_1) - (m_2 - l_2)} & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$

مرحله‌ی ششم: در این مدل محاسبه وزن شاخص ها در ماتریس مقایسه زوجی خواهد بود. بدین منظور از رابطه‌ی زیر استفاده شده است:

رابطه‌ی ۵

$$d'(A_i) = \text{Min } V(S_i \leq S_k) \quad k = 1, 2, \dots, n$$

بنابراین، بردار وزن نرمالیزه نشده برای شاخص های پژوهش به صورت زیر خواهد بود:

رابطه‌ی ۶

$$W'(d'(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T$$

مرحله‌ی نهایی: در این مدل محاسبه بردار وزن نهایی خواهد بود:

رابطه‌ی ۷

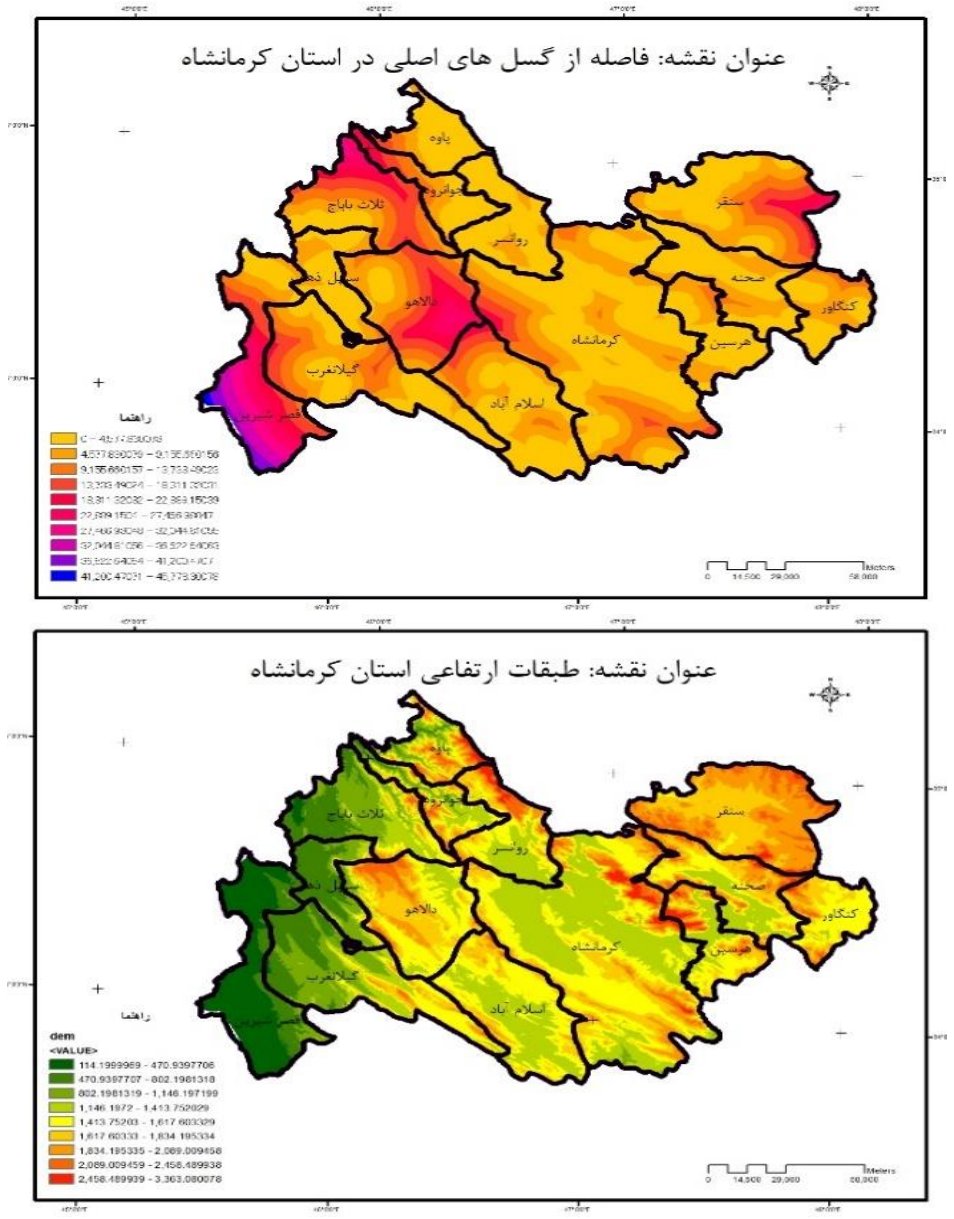
$$W = \left(d(A_1),\ d(A_2), \dots,\ d(A_n)\right)$$

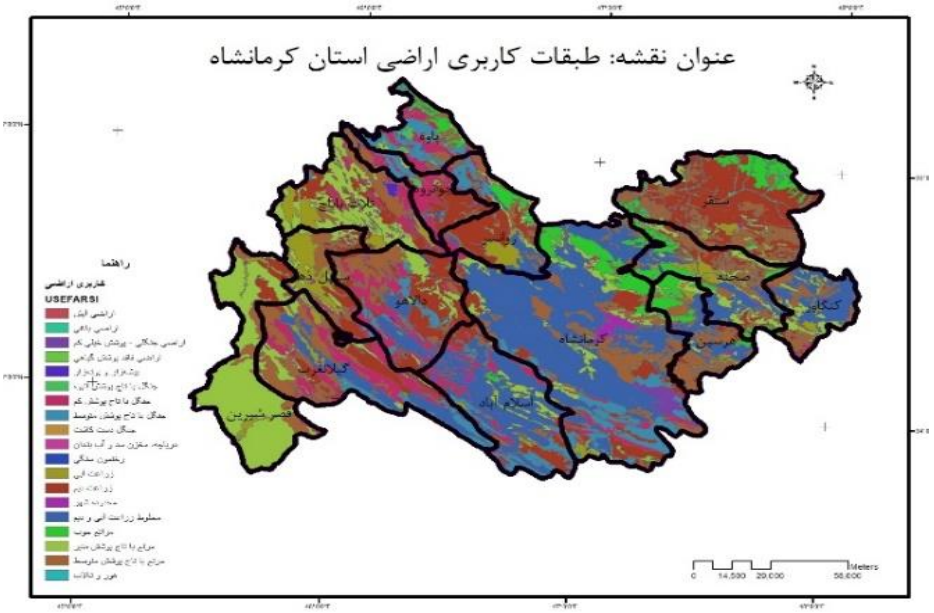
یافته های پژوهش

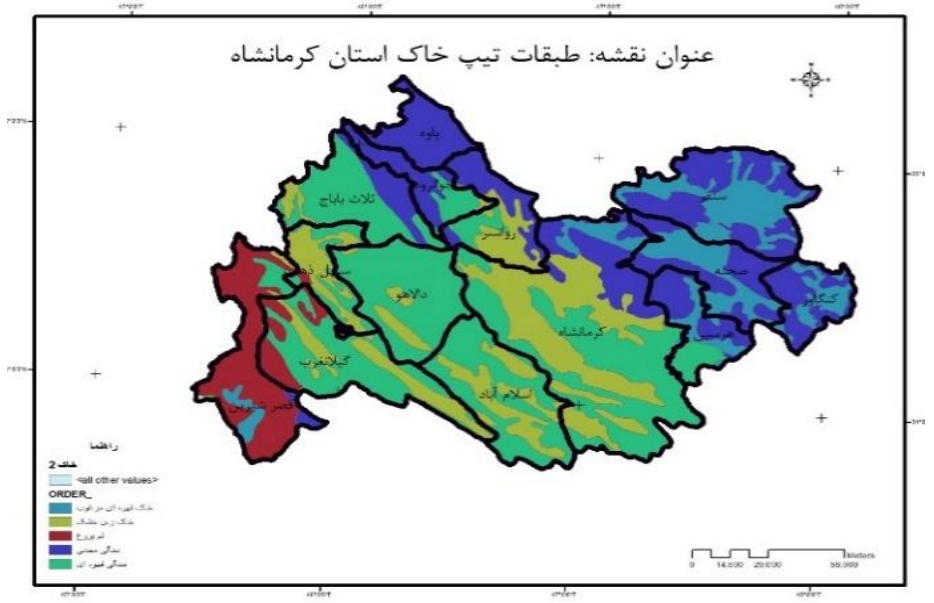
بررسی مناطق پر خطر در رابطه با زلزله

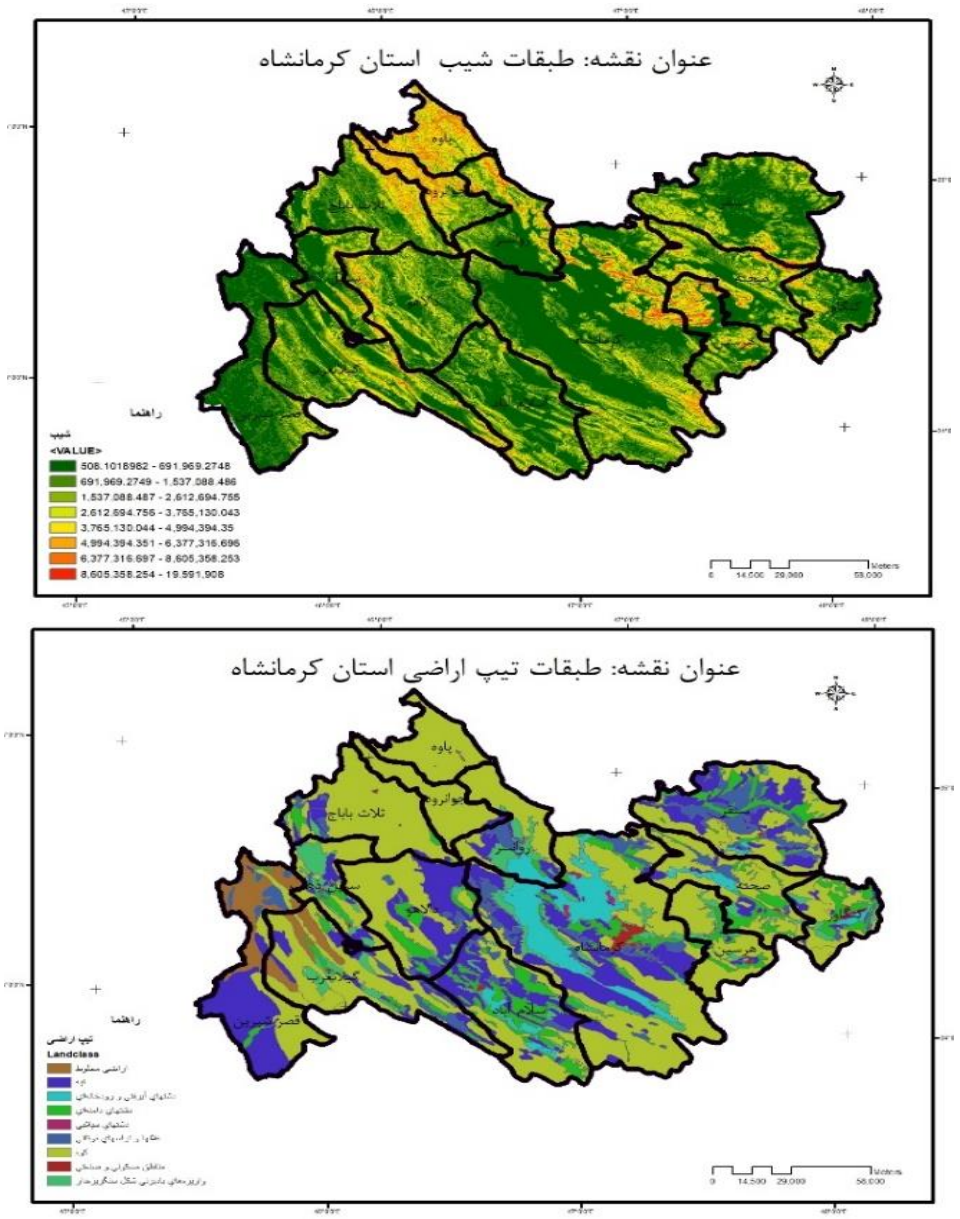
استان کرمانشاه از نگاه ریخت‌شناسی، دوپیکره‌ی شمال‌شرقی و جنوب‌غربی را می توان از هم تفکیک کرد. ارتفاعات شمالی سیمایی خشن دارند و مورفولوژی آن بیش‌تر حاصل عملکرد گسل‌های راندگی است. رابطه‌ی گسل و زلزله دوطرفه است. وجود گسل‌های زیاد در یک منطقه‌ی جدید موجب بروز زلزله‌ی جدید شده و متعاقباً زلزله‌ی مزبور گسل جدیدی را بوجود آورده و در نتیجه تعداد شکستگی‌ها زیادتر شده و به این ترتیب قابلیت زلزله‌خیزی افزایش می یابد. دو

فاکتور جنس زمین و گسل از مهم‌ترین عوامل زلزله‌خیزی در یک منطقه می باشند که در مطالعه‌ی حاضر سعی شده با استفاده از سایر پارامترهای مؤثر بر آسیب پذیری در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) نقاط آسیب پذیر استان مشخص گردد.

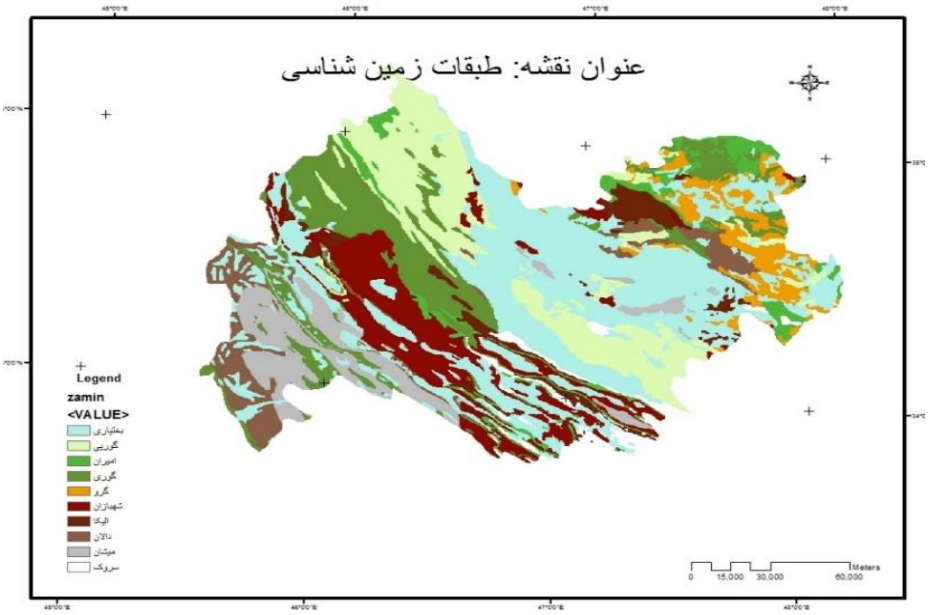



عنوان نقشه: طبقات کاربری اراضی استان کرمانشاه
راهنما
کاربری اراضی
USEFARSI
Meters


عنوان نقشه: طبقات تیپ خاک استان کرمانشاه
راهنما
خاک 2
<all other values>
ORDER_
Meters



شکل(۴): از راست به چپ نقشه (ارتفاع، فاصله از گسل،نوع کاربری اراضی، تیپ خاک، پوشش گیاهی و تیپ اراضی) ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۹



شکل (۵): وضعیت زمین شناسی منطقه‌ی مورد مطالعه ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۹

در مرحله‌ی بعدی جهت مشخص نمودن مناطق آسیب پذیر در برابر زلزله لایه های ذکر شده به وسیله‌ی مدل FAHP وزن‌گذاری شدند. در این مدل بعد از وزن گذاری متغیرهای پژوهش در قالب اعداد فازی مثلثاتی، متغیرها با وزن‌های متفاوتی از حداقل وزن تا حداکثر وزن مشخص گردیدند که در جداول زیر می‌توان دید.

جدول (۲): وزن نسبی لایه ها برای پهنه بندی مخاطره زلزله

شاخص	فاصله از گسل			جنس زمین			نوع کاربری اراضی			شیب			ارتفاع			تیپ اراضی			نوع خاک		
فاصله از گسل	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۴	۱	۲	۴	۱	۳	۵	۱	۳	۵	۱	۳	۵
جنس زمین	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۴	۱	۲	۴	۱	۲	۴	۱	۳	۵	۱	۳	۵
نوع کاربری اراضی	۱	.۵	.۲۵	۱	.۵	.۲۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۴	۱	۲	۴	۱	۲	۴
شیب	۱	.۵	.۲۵	۱	.۵	.۲۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۴	۱	۲	۴	۱	۳	۵
ارتفاع	۱	۳ .۳	.۲	۱	.۵	.۲۵	۱	.۵	.۲۵	.۵	۱	.۲۵	۱	۱	۱	۱	۲	۴	۱	۲	۴
تیپ اراضی	۱	۳ .۳	.۲	۱	۳ .۳	.۲	۱	.۵	۲۵	۱	.۵	.۲۵	۱	.۵	.۲۵	۱	۱	۱	۱	۲	۴
نوع خاک	۱	۳ .۳	.۲	۱	۳ .۳	.۲	۱	.۵	.۲۵	۱	۳ .۳	.۲	۱	.۵	.۲۵	۱	.۵	.۲۵	۱	۱	۱

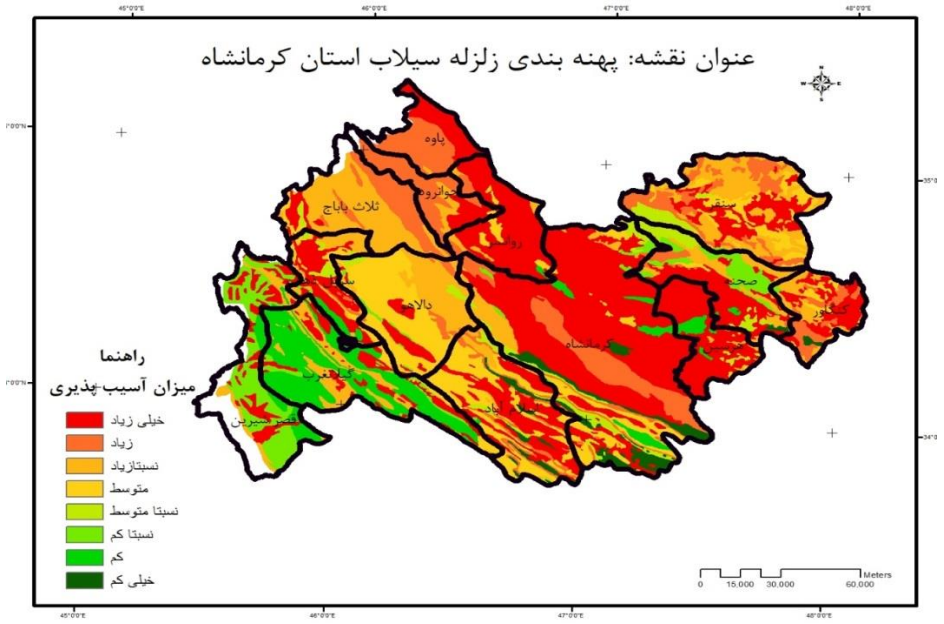
مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۹.

جدول (۳): وزن نهایی لایه ها برای پهنه بندی زلزله

شاخص	وزن نرمال نشده	وزن نرمال شده
گسل	۱	۰,۲۳۴
زمین	۰,۹۵۲	۰,۲۲۵
کاربری	۰,۶۹۶	۰,۱۶۳
شیب	۰,۷۵۰	۰,۱۷۵
ارتفاع	۰,۴۹۷	۰,۱۱۶
تیپ	۰,۲۵۲	۰,۰۵۹
خاک	۰,۱۲۰	۰,۰۲۸
مجموع	۴,۲۸	۱

مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۹.

در ادامه بعد از وزن گذاری متغیرها در قالب وزن های جدول (۳)، اقدام به تهیه‌ی لایه‌ی همپوشانی نهایی گردید که برای این کار از جعبه‌ی تحلیلی Weighted Overlay در قالب نرم افزار Arc GIS استفاده شده است.



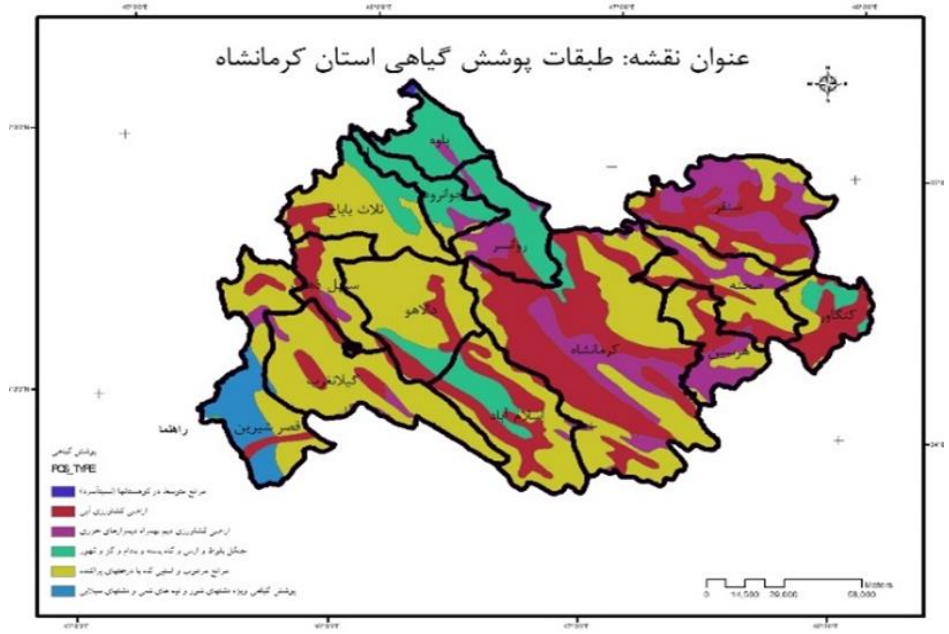
شکل(۶): مناطق آسیب پذیر در برابر مخاطره زلزله(ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۹).

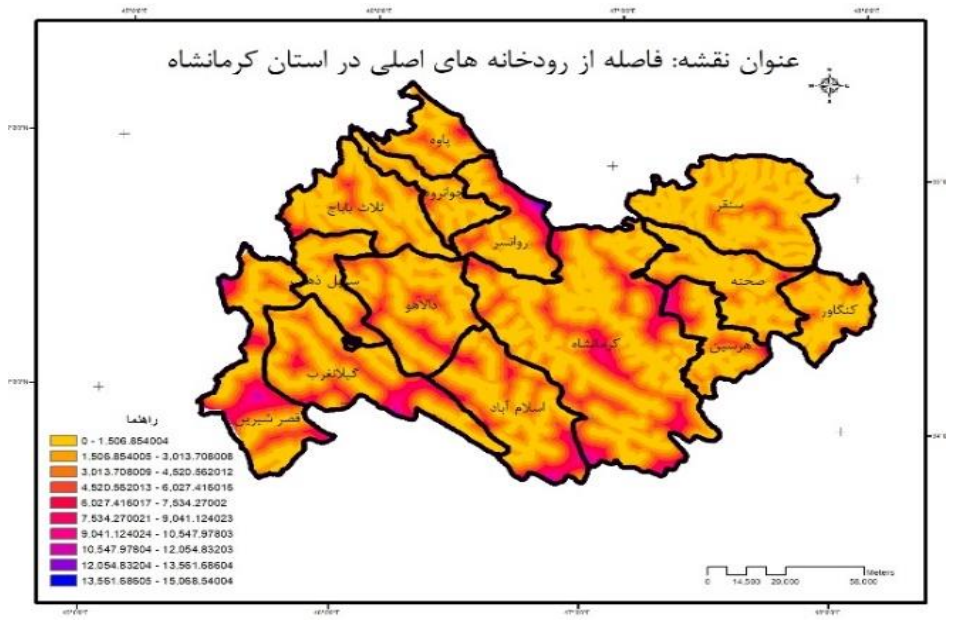
نتایج حاصله از وزن های بدست آمده در شکل ۶ نشان می دهد که میزان آسیب پذیری در مناطق مختلف استان کرمانشاه متفاوت می باشد. به بیان دقیق تر بررسی ها نشان می دهد امن ترین مناطق استان در برابر زلزله در استان کرمانشاه مناطق جنوبی استان می باشد که مساحت بیش‌تر آن در جنوب شهرستان کرمانشاه است. هم‌چنین سه شهرستان روانسر، پاوه، کرمانشاه و هرسین و مساحت زیادی از قصرشیرین به دلیل نزدیکی به گسل و جنس زمین در برابر

خطرات ناشی از زلزله بسیار آسیب پذیر می باشند. و با توجه به جمعیت بالای ساکنان این شهرستان‌ها و هم‌چنین نامساعد بودن وضعیت مساکن و ساخت ساز در برخی از این شهرستان ها، در صورت وقوع زلزله آسیب جدی خواهند دید.

بررسی مناطق پر خطر و سیلاب

عوامل متعددی از جمله (شیب زمین، جهت، وضعیت پوشش گیاهی، وضعیت اقلیمی و غیره) می تواند در وقوع سیل در یک نقطه تأثیر بگذارد. استان کرمانشاه به علت شرایط زمین شناسی و اقلیمی خاص، تنوع پوشش گیاهی، رژیم بارشی متفاوت و نوع خاک خود همواره از استان های سیل خیز کشور بوده است. از این رو در این پژوهش سعی شده است با استفاده از لایه های (زمین شناسی- پوشش گیاهی، ارتفاع، شیب، فاصله از رودخانه، نوع کاربری اراضی و وضعیت خاک) نقاط آسیب پذیر در برابر سیلاب های احتمالی مشخص گردد.





شکل (۷): از راست به چپ نقشه پوشش گیاهی و فاصله از رودخانه های اصلی(ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۹).

در ادامه محاسبات مدل FAHP جهت وزن دهی به لایه های مطرح شده و استخراج نقشه‌ی نهایی به صورت زیر نمایان گشت:

جدول (۴): وزن نسبی لایه ها برای پهنه بندی مخاطره سیلاب

	ارتفاع (v1)	شیب (v2)	زمین	جنس (v3)	خاک	نوع (v4)	نوع کاربری اراضی (v5)	فاصله از رودخانه (V6)	پوشش گیاهی (V7)
ارتفاع		V2		V3		V4	V5	V6	V7
		1		0.74		1	0.66	0.91	0.93
شیب		V1		V3		V4	V5	V6	V7
		0.81		0.74		0.92	0.44	0.73	0.70
جنس زمین		V1		V2		V4	V5	V6	V7
		1		1		1	0.44	1	1
نوع خاک		V1		V2		V3	V5	V6	V7
		0.88		0.95		0.75	0.91	0.84	0.78
نوع کاربری اراضی		V1		V2		V3	V4	V6	V7
		1		1		1	1	1	1
فاصله از رودخانه		V1		V2		V3	V4	V5	V7
		1		1		0.96	0.93	0.65	0.88
پوشش گیاهی		V1		V2		V3	V4	V5	V6
		1		1		0.98	0.81	0.73	1

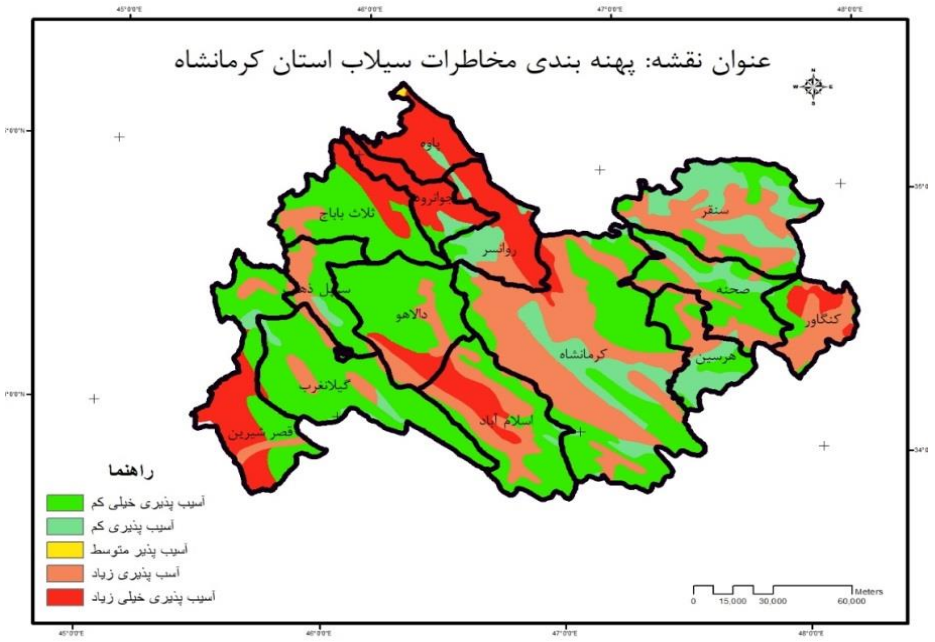
مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۹.

جدول(۵): وزن نهایی لایه ها برای پهنه بندی سیلاب

گزینه ها	وزن نرمال نشده	وزن نرمال شده
ارتفاع	۰/۷۲	۰/۱۴۶
شیب	۰/۶۷	۰/۱۳۵
جنس زمین	۰/۷۱	۰/۱۴۴
نوع خاک	۰/۴۴	۰/۰۹
نوع کاربری اراضی	۰/۶۵	۰/۱۳۱
فاصله از رودخانه	۱	۰/۲۰۲
پوشش گیاهی	۰/۷۳	۰/۱۴۸

مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۹.

استان کرمانشاه یکی از مناطق سیل خیز کشور می باشد. این استان به علت کوهپایه‌ای بودن و همچنین شرایط اقلیمی خاصی که دارد، دارای پتانسیل بالای سیل خیزی است. بررسی وزن‌های بدست آمده از نظرات کارشناسان نشان می‌دهد که مهمترین عوامل تاثیرگذار در آسیب‌پذیری ناشی از سیل در این استان، سه عامل (ارتفاع، فاصله از رودخانه، پوشش گیاهی) به ترتیب با درصد (۰,۱۴۶، ۰,۲۰۲، ۰,۱۴۸) می باشند. به بیان دقیق تر این منطقه‌ی به دلیل کوهستانی بودن و شرایط اقلیمی و زمین شناسی جزو مناطق سیل خیز کشور می‌باشد؛ این موضوع سبب گردیده در محدوده‌ی استان کرمانشاه سالیانه سیلاب متعددی رخ دهد. لذا همان‌طور که در شکل(۸) نیز مشخص شده محدوده‌ی وسیعی از مرکز استان دارای پتانسیل بالای سیل خیزی می باشد که ناشی از شرایط توپوگرافی و زمین شناسی و پوشش گیاهی خاص این محدوده است.



شکل(۸): مناطق آسیب پذیر در برابر سیلاب(ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۹).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مخاطرات طبیعی حوادثی تهدید آمیز هستند که خسارات جانی و مالی فراوانی به دنبال دارند. این مخاطرات تنها منحصر به زمان وقوع نیست، بلکه به دلیل پیامدهای اجتماعی که دارند سال‌های سال گریبان‌گیر مردم منطقه خواهند بود. در چنین مواردی که آثار مخاطرات طبیعی در زندگی انسان‌ها تظاهر می‌یابد از اینگونه مخاطرات با عنوان بلایای طبیعی یاد می‌شود. با این که وقوع این مخاطرات مجال هرگونه واکنش فوری را از آسیب دیدگان می‌گیرد، ولی در هر صورت احتمال وقوع آن‌ها قابل پیش بینی است. مخاطرات طبیعی نظیر سیل و زلزله آثار ژئومورفولوژیکی خاصی را در سطح زمین ایجاد می‌کنند و خود نیز تحت تأثیر فرم و فرایندهای ژئومورفولوژیکی می‌باشند. عوامل فعال ژئومورفولوژیکی از قبیل هوازدگی، فرسایش رودخانه‌ای، عمل باد، عملکرد انسان و غیره خود منشاء شکل‌گیری برخی بلایای طبیعی از قبیل زمین لغزش، خزش، وقوع طوفان‌های ماسه و غیره هستند. در این میان انسان و سکونتگاه‌های انسانی خود به عنوان یک عامل ژئومورفولوژیک و هم به عنوان بخشی اصلی از آسیب‌پذیری (آسیب‌پذیری انسانی) مطرح است. از آن‌جا که سکونتگاه‌های شهری به دلیل تمرکز جمعیت زیاد در معرض آسیب بیش‌تری قرار دارند، شناسایی و پهنه‌بندی سکونتگاه های شهری در ارتباط با مخاطرات طبیعی از اهمیت بسزایی برخوردار است. در پژوهش حاضر نیز به این مهم پرداخته شد و سکونتگاه‌های شهری استان در ارتباط با دو مخاطره طبیعی سیلاب و زلزله بررسی گردید.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد در روند مکان‌یابی و ایجاد شهرهای استان توجه به عواملی نظیر فاصله از خطوط گسل و نقاط زمین لغزش کمتر مدنظر قرار گرفته‌اند و همین امر باعث ایجاد ناامنی و آسیب‌پذیری زیاد در صورت بروز حوداث طبیعی می شود. بر اساس نقشه بدست آمده در شکل(۶) از پهنه‌بندی شاخص های تأثیر گذار در آسیب پذیری منطقه مورد مطالعه در برابر زلزله، شهرستان هایی که فاصله‌ی کمتری با گسل های فعال دارند دارای پتانسیل بالایی جهت آسیب پذیری در برابر زلزله می باشند، منطقه موردمطالعه به دلیل کوهستانی بودن و شرایط اقلیمی و زمین شناسی جزو مناطق سیل خیز کشور است؛ این موضوع سبب گردیده در محدوده‌ی استان کرمانشاه سالیانه سیلاب متعددی رخ دهد. بررسی ارتباط بین فاکتورهای محیطی و موقعیت سکونتگاه‌های شهری و در نهایت پهنه‌بندی مخاطرات طبیعی در استان کرمانشاه نشان می‌دهد که به دلیل وجود روخانه های دائمی و فصلی متعدد و هم‌چنین وجود ارتفاعات و شیب نسبتاً بالا پتانسیل بالایی برای سیل خیزی دارد. در شکل(۸) نیز مشخص شده محدوده وسیعی از مرکز استان دارای پتانسیل بالای سیل خیزی می باشد که ناشی از شرایط توپوگرافی و هیدرولوژیکی این محدوده می باشد. بر همین اساس مهم‌ترین پیشنهادهایی جهت رفع کاهش آسیب پذیری در برابر این مخاطرات عبارتند از:

- پهنه بندی دقیق مخاطرات ژئومورفولوژیکی در مقیاس کوچکتر تا سطح روستا
- مشخص نمودن مناطق آسیب پذیر بالا در برابر انواع مخاطرات طبیعی
- ارائه برنامه جامع کاهش آسیب پذیری در برابر مخاطرات
- مشخص نمودن حد و بستر ساخت ساز در نقاط شهری و روستایی
- استفاده از روش های نوین ساخت و ساز جهت کاهش آسیب پذیری.

منابع و مأخذ

امیدوار، کمال (۱۳۸۹). مخاطرات طبیعی ، انتشارات دانشگاه یزد ، یزد.

اوزی، رمضان (۱۳۹۱). جغرافیای مخاطرات (مخاطرات انسانی و طبیعی) ،ترجمه‌ی محمد ظاهری، انتشارات دانشگاه تبریز ، تبریز.

آریان پور، مهرداد. و جمالی، علی اکبر (۱۳۹۴). منطقه بندی خطر سیل با استفاده از چند معیار فضایی (SMCE) در GIS (مطالعه‌ی موردی: امیدیه خوزستان)، مجله‌ی علوم طبیعی و طبیعی ، اروپا ۴ (۱) ،صص۳۹-۴۹

پورطاهری، مهدی.، سجاسی، قیداری.، صادقلو، طاهره (۱۳۹۰). ارزیابی مقایسه‌ای روش‌های رتبه‌بندی خطر طبیعی در مناطق روستایی، مطالعه‌ی موردی: استان زنجان ، تهران، مجله‌ی تحقیقات روستایی، شماره‌ی۳ ، صص۳۱-۵۴.

ترابی، کیوان (۱۳۸۸). نقش شبکه های ارتباطی در کاهش اثرات زلزله (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی ۶ تهران). پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری ، دانشکده‌ی معماری و برنامه ریزی شهری ، دانشگاه علم و صنعت ایران.

خدادادی ، فاطمه، انتظاری ، مژگان، ساسان پور، فرزانه (۱۳۹۵). تحلیل و منطقه بندی خطرات ژئومورفولوژیکی (لغزش و سیل) در استان البرز با استفاده از مدل های AHP-VIKOR و FR ، مجله‌ی تحقیقات جغرافیای طبیعی، دوره‌ی ۵۱ ، شماره‌ی ۱ ، صص ۱۸۳-۱۹۹.

خوشحال، جواد، احمدی، عبدالمجید، حیدری، تقی. (۱۳۹۲). زمین شناسی و نقش آن در شکل گیری و توسعه‌ی فیزیکی شهرها، فرصت ها و چالش ها (مطالعه موردی: شهر پاوه) ؛ مجله‌ی رشد آموزش جغرافیا، دوره‌ی ۲۷ ، شماره‌ی ۳ ، ص. ۲۶-۳۲.

رجبی، معصومه، حجازی، میراسدالهی، روستایی، شهرام، عالی، نگین (۱۳۹۷). پهنه بندی آسیب‌پذیری مخاطرات طبیعی و ژئومورفولوژیکی سکونتگاه های روستایی شهرستان سقز(مطالعه‌ی موردی: سیل و زلزله)، مجله‌ی پژوهش های ژئومورفولوژی کمّی، سال هفتم، شماره‌ی ۲، صص۱۸۳-۱۹۵.

رحمتی، امید.، پورقاسمی، حمیدرضا.، و زینی وند، حسین. (۱۳۹۵). حساسیت به سیل- نقشه برداری سیل حساسیت با استفاده از نسبت فرکانس و وزن از شواهد مدل در استان گلستان، ایران ،دوره ۱، شماره‌ی ۳۱،صص. ۴۲-۷۰.

رکن الدین افتخاری، عبدالرضا، قدیری، محمود.، پرهیزکار، اکبر.، شایان، سیاوش (۱۳۸۹). تحلیلی از دیدگاه های نظری آسیب‌پذیری جامعه در برابر خطرات طبیعی، مجله‌ی برنامه ریزی فضایی؛ دوره ۱۳ ، شماره‌ی۱ ، صص.۲۹-۶۳.

رمضان زاده لسبوئی، مهدی؛ عسکری، علی؛ بدری، سید علی(۱۳۹۳)، زیرساخت‌ها و تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی با تأکید بر سیلاب منطقه‌ی موردمطالعه: مناطق نمونه گردشگری چشمه کیله تنکابن و سرد آبرود کلاردشت، نشریه‌ی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال اول، شماره‌ی پیاپی ۱، صص ۳۵-۵۲.

ساسان پور ، فرزانه.، موسی وند، جعفر (۱۳۹۰). تأثیر عوامل انسانی در تشدید پیامدهای خطرات طبیعی در محیط های کلان شهری با استفاده از منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله‌ی تحقیقات کاربردی در علوم جغرافیایی، جلد ۱۳ ، شماره‌ی ۱۶ ، صص. ۲۹-۵۰.

شریفی کیا ،محمد.،شهرام ،امیری.،ساوش ،شایان (۱۳۹۰). سنجش آسیب پذیری سکونتگاه های روستایی ناحیه‌ی ولشت از مخاطرات زمین، بهار، دوره‌ی ۱۵، شماره ۱ (پیاپی ۶۹) ، صص. ۱۲۵ -۱۵۰ .

طالعی، محمد.، سعادت سرشت، محمد.، منصوریان ، علی.، احمدیان، سمیه. (۱۳۹۰). مسیریابی بهینه در محیط GIS برای تخلیه اضطراری قربانیان حوادث ناگهانی، مجله‌ی تحقیقات جغرافیایی، دوره‌ی ۴۳ ، شماره‌ی ۷۸ ، صص.۸۳-۱۰۰.

عزیزپور ، ملکه، زنگی آبادی، علی، اسماعیلیان، زهرا(۱۳۹۰). اولویت بندی عوامل مؤثر در مدیریت بحران شهری معادل بلایای طبیعی (مطالعه‌ی موردی: سازمان های مرتبط با بحران در اصفهان) ، مجله‌ی جغرافیا و برنامه ریزی محیطی ، شماره‌ی ۳ ، صص ۱۲۴-۱۰۷.

علیجانی، بهلول (۱۳۹۳). مبانی فلسفی خطرات زیست محیطی؛ مجله‌ی تحلیل مکانی خطرات محیطی، سال اول ، شماره‌ی، دوره‌ی ۱، صص۱-۱۱۵.

غضنفر پور، حسین، صداقت کیش، مرضیه، سلیمانی دامنه، مجتبی، گراغانی، یاسر صباحی (۱۳۹۸)، سنجش واکنش مدیران شهری در رویارویی با مخاطره محیطی سیل با تأکید بر تاب‌آوری (مطالعه موردی: شهر جیرفت)، مجله‌ی جغرافیا و پایداری محیط، شماره‌ی ۳۰، صص ۱۰۷-۱۲۷.

قنواتی، عزت اله، قالمی، شبنم ؛ عبدولی، اصغر (۱۳۸۸). توانمند سازی مدیریت بحران شهری برای کاهش بلایای طبیعی (زلزله) مطالعه‌ی موردی: شهر خرم آباد ؛ مجله‌ی جغرافیای طبیعی، دوره‌ی ۱ ، شماره‌ی ۴ ، صص. ۱۵-۲۴.

کریمی فیروزجایی ، محمد؛ نیسانی سامانی ، نجمه (۱۳۹۷). خطر طغیان با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره مبتنی بر استدلال شهودی Demoster-Shaffer مطالعه‌ی موردی: حوزه آبریز Nakrood ، مجله‌ی تحقیقات جغرافیایی طبیعی، دوره‌ی ۵۰ ، شماره‌ی ۱ ، صص ۱۴۹-۱۷۷.

کومار، رضا و آنبالاگان.(۱۱۳۹۴). منطقه بندی حساسیت به زمین لغزش در بخشی از منطقه‌ی مخزن تهران با استفاده از نسبت فرکانس، منطق فازی وGIS ، مجله‌ی علوم زمین سیستم ، دوره‌ی ۱۲۴، شماره‌ی ۲،صص ۴۳۱-۴۴۸.

معتمدی نیا ، منیژه (۱۳۹۰). بررسی خطرات ژئومورفولوژیکی ناشی از توسعه فیزیکی شهری (مطالعه‌ی موردی: شهرستان ماهنشان) ، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد ، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

یمانی ، مجتبی؛ مرادی پور ، فاطمه (۱۳۹۲). رتبه بندی پتانسیل سه زمین لرزه ، سیل و رانش زمین در غرب کشور با استفاده از تجزیه و تحلیل طبقه بندی ؛ دو فصلنامه‌ی ژئومورفولوژی کاربردی در ایران ، سال اول، شماره‌ی اول، صص.۱۵-۲۶.

Alexander, David E., 2002, Principles of Emergency and management, Oxford university press.

Balteanu, DAN., Dogaru, DOGARU., 2011. Geographical perspective on human-environment
relationships and anthropic pressure indicators. *Romanian Journal of Geographers*, 55: PP.61-90.

Cao, Chen.; Xu, Peihua.; Wang, Yihong.; Chen, Jianping.; Zheng, Lianjing. and Niu, Cencen (2016). Flash Flood Hazard Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio and Statistical Index Methods in Coalmine Subsidence Areas, S*ustainability*, 8(9): PP. 948-966.

Crozier, michael. (2017). A proposed cell model for multiple-occurrence regional landslide events:Implications for landslide susceptibility mapping, *Geomorphology*, 295: PP. 480-488.

Cutter. S. L, Ash. K. D, and Christopher T. E. (2016). Urban–Rural Differences in Disaster Resilience. *Annals of the American Association of Geographers*, 106, 6, 1236-1252.

E.Motz, ,Burrell E.,(2011).Natural hazards: an evolving tradition in applied geography. *Applied Geography*,31, PP. 1-4.

Harvey, David., 1969, Explanation in Geography, London, Edward Arnold.

Jiménez-Perálvarez, Jiménez.; El Hamdouni, R.; Palenzuela. J.A.; Irigaray, C. and Chacón, J. (2017). Landslide-hazard mapping through multi-technique activity assessment: an example from the Betic Cordillera (southern Spain), *Landslides*, 14(6): PP. 1975-1991.

Leonardi, Giovanni.; Palamara, Rocco. and Cirianni, Francis. (2016). Landslide Susceptibility Mapping Using a Fuzzy Approach, World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium 2016, *Procedia Engineering*, 161: PP. 380-387.

Mathews,John Anthony., Herbert,David T., (eds). 2004, Unifying geography: Common heritage, shared future. Routledge, London.

Ramesh, V. and Anbazhagan, S. (2014). Landslide susceptibility mapping along Kolli hills Ghat road section (India) using frequency ratio, relative effect and fuzzy logic models, *Environmental Earth Sciences*, 73(12): PP. 8009-8021.

Thomas Glade ،Anderson Malcolm, Crozier M.J. 2005. Landslide Hazard and Risk. John Wiley & Sons.Ltd. vol 1.

Wisner, Ben Piers, Blaikie, Terry, Cannon and land Davis., 2008, At risk: Natural Hazards, People Vulnerability and Disaster's, Secand edition, Routledge.