Original Article

Quarterly Journal of Village and Space Sustainable Development

Fall 2023, Vol.4, No.3, Serial Number 15, pp 80-110

10.22077/vssd.2023.5791.1142

Prioritizing Seismic Vulnerability in Rural Districts of Chaharmahal and Bakhtiari Province for Rural Construction Resilience Programs

Fatemeh Dehghan Farouji*[1], Ali Beitollahi[2]

1. Instructor of Seismology Engineering & Risk Department, Road, Housing and Urban Development Research Center, Tehran, Iran
2. Assistant Professor of Seismology Engineering & Risk Department, Road, Housing and Urban Development Research Center, Tehran, Iran

**Corresponding author, Email: Dehghan@bhrc.ac.ir*

Keywords:
sustainable development, rural settlement, retrofitting, seismic index, Chaharmahal and Bakhtiari Province

Received:
14/Nov/2022
Revised:
26/Jun/2023
Accepted:
02/Sep/2023

Abstract

Enhancing the resilience of rural constructions is crucial for mitigating seismic risks. The seismicity across different regions of the country varies based on vulnerability levels, geographical locations, and geological factors. Rural areas, due to distinctive characteristics such as geographical positioning, limited economic and social resources, and increased susceptibility of structures during crises, especially earthquakes, face higher vulnerability. Identifying the vulnerability of rural regions, considering diverse seismic indicators, facilitates targeted and sustainable development-oriented rural construction resilience programs. This study aims to prioritize the rural districts of Chaharmahal and Bakhtiari Province based on seismic indicators, specifically the Design Base Acceleration, to optimize retrofitting initiatives. The research employs an analytical approach grounded in various seismic indices, providing practical results applicable to other regions. Data analysis is conducted within the ARCGIS software environment. The rural districts of Chaharmahal and Bakhtiari Province are assessed using five indicators: distance from faults, fault density, density of small, medium, and large earthquakes, distance from significant earthquakes, and Design Base Acceleration. The obtained results are used to generate zoning maps for each seismic index, aiding in the planning of rural construction retrofitting programs. Based on the Design Base Acceleration, the rural districts of Lar, Hore, Murghmalek, Zayandeh Rood, Vardanjan, Barez, and Saman are identified as the first priority for rural construction resilience programs.

How to cite this article:

Dehghan Farouji, F., & Beitollahi, A. (2023) Prioritizing Seismic Vulnerability in Rural Districts of Chaharmahal and Bakhtiari Province for Rural Construction Resilience Programs. *Village and Space Sustainable Development*, **4(3), 80-111.** 10.22077/vssd.2023.5791.1142

Copyright: © 2022 by the authors. Licensee Quarterly Journal of Village and Space Sustainable Development. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقاله پژوهشی

فصلنامه روستا و توسعه پایدار فضا

دوره چهارم، شماره سوم، پیاپی پانزدهم، پاییز ۱۴۰۲، شماره صفحه ۸۰-۱۱۰

doi

10.22077/vssd.2023.5791.1142

اولویت‌بندی خطرپذیری لرزه‌ای دهستان‌های استان چهارمحال و بختیاری در راستای برنامه‌های مقاوم‌سازی ساخت‌وساز روستایی

فاطمه دهقان فاروجی[1]*، علی بیت اللهی[2]

۱.مربی بخش زلزله شناسی مهندسی و خطرپذیری، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران

۲. استادیار بخش زلزله شناسی مهندسی و خطرپذیری، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول، ایمیل: *Dehghan@bhrc.ac.ir*

واژگان کلیدی:

توسعه پایدار، مسکن روستایی، مقاوم‌سازی، شاخص لرزه‌ای، استان چهارمحال و بختیاری

تاریخ ارسال:

۱۴۰۱/۰۸/۲۳

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۲/۰۴/۰۵

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۲/۰۶/۱۱

چکیده:

مقاوم‌سازی ساخت‌وسازهای روستایی یکی از راه‌های کاهش خطرپذیری لرزه‌ای است. لرزه‌خیزی در مناطق مختلف کشور با توجّه به میزان آسیب‌پذیری و همچنین موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی متفاوت است. مکان‌های روستایی به خاطر خصوصیات مختلف نظیر موقعیت جغرافیایی، محدودیت منابع اقتصادی و اجتماعی، آسیب‌پذیری ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها در موقع وقوع بحران‌ها به ویژه زلزله آسیب‌پذیری بیشتری دارند. شناسایی آسیب‌پذیری مناطق روستایی با در نظرگرفتن شاخص‌های مختلف لرزه‌ای می‌تواند برنامه‌های مقاوم‌سازی ساخت‌وساز روستایی را هدفمند نموده و آن را به توسعه پایدار نزدیک‌تر نماید. هدف از مطالعه حاضر، اولویت‌بندی دهستان‌های استان چهارمحال و بختیاری بر مبنای شاخص‌های لرزه‌ای برای مقاوم‌سازی ساخت‌و سازهای روستایی است. روش پژوهش بر مبنای شاخص‌های مختلف لرزه‌ای، تحلیلی است که نتایج حاصل از آن کاربردی بوده و می‌تواند برای سایر نقاط نیز مورد استفاده قرار گیرد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در محیط نرم‌افزاری ARCGIS انجام شده است. دهستان‌های استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از ۵ شاخص فاصله از گسل، تراکم گسلش، تراکم زمین‌لرزه‌های خرد و متوسط و بزرگ، فاصله از زمین‌لرزه‌های بزرگ و شتاب مبنای طرح بررسی شده و بر اساس نتایج حاصل، نقشه‌های پهنه‌بندی برای هر شاخص لرزه‌ای تهیه شده است که می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های مقاوم‌سازی ساخت و ساز روستایی مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس شاخص لرزه‌ای شتاب مبنای طرح، دهستان‌های لار، هوره، مرغملک، زاینده–رود جنوبی، وردنجان، بارز و سامان در اولویت اول برنامه‌های مقاوم‌سازی ساخت‌وساز روستایی قرار دارند.

۱–مقدمه

روستاها از جمله نقاط جمعیتی آسیب‌پذیر در هنگام وقوع بحران‌های طبیعی به ویژه زلزله هستند. تحقیقات زیادی در مورد آسیب‌پذیری در جوامع شهری انجام شده است اما کمتر به فرایند پاسخ و مقابله جوامع روستایی و ساکنان آنها نسبت به مخاطرات طبیعی پرداخته شده است (Bankoff etal., 2004; Brennan & Flint, 2007; Pelling, 2003). جوامع روستایی از منابع محدود اقتصادی و مالی برای حمایت از اقدامات پیشگیرانه یا اقدامات ساخت‌وسازهای مجدد بعد از بحران در مقایسه با نواحی شهری برخوردارند (Janssen, 2006:42). همچنین جوامع روستایی به دلیل اقدامات پیشگیرانه نه چندان قوی به خاطر فقدان ظرفیت محلی و منابع مالی نسبت به شهرها آسیب‌پذیرترند (Caruson & MacManus, 2008:300).

اغلب تحقیقات انجام شده به آگاهی از جابجایی‌های داخلی بعد بحران کمک می‌کند اما بیشتر به مناطق شهری متمرکز است. توجهات کمی به جوامع روستایی آواره شده معطوف شده است (Hauer, 2017,p:322). اگرچه اغلب خسارت‌های بحران در نواحی روستایی و کشاورزی رخ داده‌اند اما اکثر تحقیقات انجام یافته موجود در نواحی شهری انجام شده است و در اغلب آنها جمعیت روستایی و جوامع روستایی نادیده گرفته شده‌اند(Cutter et al., 2016, p:1240). برخی از محققان نواحی روستایی را این چنین توصیف می‌کنند که توانمندی‌های محدودی نسبت به شهرها دارند که از جمله می‌توان به نبود منابع، بهره‌مند نشدن کامل از منابع قابل دسترس بعد از بحران، اختلال در دریافت خدمات روزبه‌روز و از دست‌رفتن سیستم‌های حمایت اجتماعی و غیره اشاره نمود (Downey, 2016:55; Mogle, 2017:41; Doherty, 2004,:147). تراکم جمعیتی کمتر و شبکه‌های ارتباطی نامناسب سبب ایجاد چالش‌هایی در جوامع روستایی شده است (Janssen, 2006:43, America, 2009,:2). به عنوان مثال، جوامع روستایی بخش‌های جنوب شرقی آمریکا در هنگام وقوع طوفان‌های فلوریدا، ویلما و کاترینا در سال ۲۰۰۵ تحت پوشش خبری محدودی قرار داشتند و بارها در اقدامات بزرگ پاسخ و مقابله در حاشیه قرار گرفتند (Brennan & Flint, 2007,p:4). علاوه بر آن، تحقیقات نشان داده است که جوامع روستایی به دلیل محدودیت‌های مالی و کمبود آموزش و تجهیزات، در پاسخگویی به بحران‌ها در مقایسه با مناطق شهری که دچار اختلال شده‌اند، با مشکلات بیشتری روبرو هستند (Janssen,2006,p:41).

هنگامی‌که آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها مورد نظر قرار می‌گیرد موانع منابعی جوامع برجسته می‌شوند. آسیب‌پذیری زیرساخت‌های عمومی فرسوده در جوامع کوچکتر و روستایی بیشتر است زیرا این مناطق فاقد منابع لازم برای بازسازی یا انجام اقدامات بهبودی هستند(Chang & Shinozuka, 2004:745). علاوه بر این، اغلب ساختمان‌های مسکونی روستایی قدیمی که در مناطق مستعد بحران قرار دارند با قوانین و استانداردهای ساختمانی سازگار نیستند و در معرض آسیب‌های طولانی مدت هستند. بنابراین ضروری است تا اقدامات هدفمندی برای مقاوم‌سازی ساخت‌وسازهای روستایی به منظور کاهش دامنه خسارت‌ها و تلفات و به طورکلی آسیب‌پذیری آنها در برابر مخاطرات طبیعی به ویژه زلزله انجام یابد. اما از آنجا که منابع مالی برای انجام این مهم محدود می‌باشد لازم است تا بر اساس خطر لرزه‌ای اولویت‌بندی گردند و بر اساس اولویت‌ها، برنامه‌های مقاوم‌سازی به صورت مشخص و هدفمند در بازه‌های زمانی معین اجرا شوند.

۲-بنیان نظریه‌ای

بررسی آمارها و مستندات موجود بحران‌ها در کشور و سایر نقاط جهان بیانگر وضعیت نامطلوب ساخت‌وسازها در مناطق روستایی است. این مسأله به‌ویژه در هنگام وقوع بحران زلزله در سالیان اخیر، مشاهده شده است. علیرغم وجود مقررات و استانداردهای ساخت‌وساز در عمل، فاصله قابل ملاحظه با شرایط مطلوب در زمینه ساماندهی ساخت‌وسازها وجود دارد. این مساله در شهرها هم کم و بیش مشاهد می‌شود، اما به دلیل عوامل مختلف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، این معضل در روستاها نگران‌کننده‌تر است. به منظور کاهش دامنه خسارت‌ها و تلفات ناشی از وقوع بحران به ویژه زلزله، مقاوم‌سازی ساخت‌وسازهای روستایی در دستور کار بسیاری از نهادهای مرتبط قرار گرفته است اما به دلایل مختلف به‌ویژه نبود منابع مالی و فقدان سازوکار اجرایی لازم، انجام این کار چندان قابل توجه نبوده است.

ریسک‌های بالقوه بحران با تعیین سه مولفه درمعرض قرارگیری در برابر خطر، آسیب‌پذیری فیزیکی و آسیب‌پذیری اجتماعی تحلیل و ارزیابی می‌شوند(Perry & Lindell,1997:53). درمعرض قرارگیری مردم روستایی در برابر خطر با مکان جغرافیایی افرادی که حوادث طبیعی، زندگی آنها را تهدید می‌کند در ارتباط است. آسیب‌پذیری فیزیکی شامل آسیب‌پذیری جوامع، آسیب‌پذیری ساختمانی و آسیب‌پذیری کشاورزی است. جنبه‌های اجتماعی و انسانی آسیب‌پذیری بسیار پیچیده است. آسیب‌پذیری اجتماعی به عنوان توانمندی افراد برای پیش‌بینی، سازش و مقاومت و بهبودی از یک خطر طبیعی تعریف می‌شود. اثرات بحران می‌تواند با فشارهای روانی که در بین گروه‌های اجتماعی از یک خطر ایجاد می‌شود، اجتماعی باشد(wisner, 2004:293).

جوامع روستایی به خاطر فقدان و نبود قابلیت دولت محلی و منابع مالی، آسیب‌پذیر هستند. محدودیت‌های منابعی این جوامع وقتی که آسیب‌پذیری‌های زیرساختی مطرح می‌شوند، خیلی برجسته می‌شوند. زیرساخت‌ها و ساختمان‌ها یکی از منابع آسیب‌پذیر در جوامع روستایی به شمار می‌آید زیرا این نواحی با فقدان منابع برای بازسازی یا اقدامات بهبودی مواجه‌اند(Chang & Shinozuka,2004:740). اغلب خانه‌های مسکونی قدیمی‌تر در نواحی مستعد بحران‌ها قرار دارند که با استانداردهای ساختمانی مطابقت نداشته و مستعد خسارت‌های بلندمدت می‌شود. ایلیوت و پایز[1] (۲۰۱۰) معتقدند که اثرات یک بحران و توزیع جمعیت آسیب‌پذیر در فرایندهای بازسازی و بهبودی در مناطق شهری و روستایی در هنگام وقوع بحران‌ها به ویژه زلزله متفاوت است.

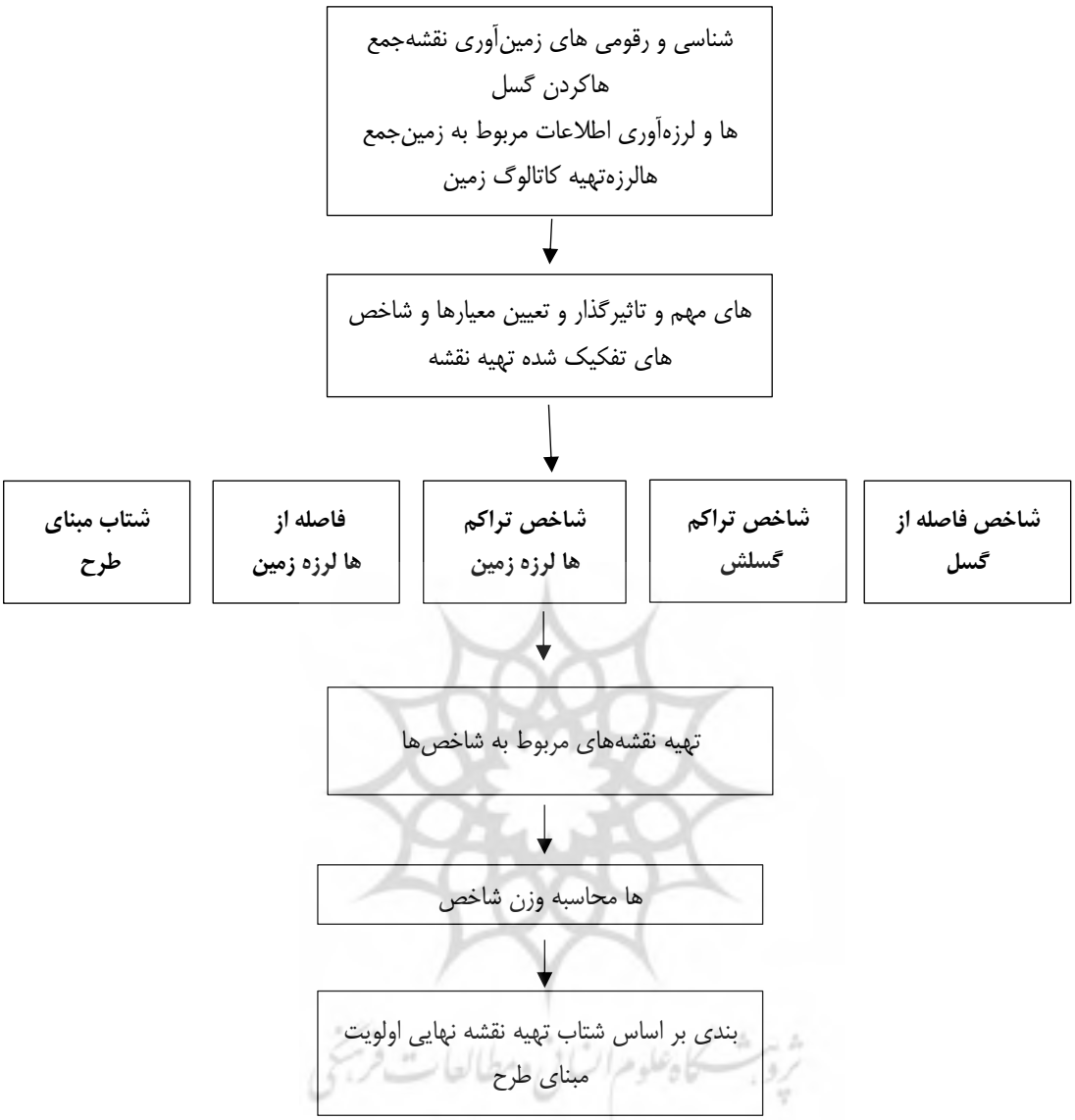
بر اساس سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵، ۵۳۷۷۹۳۷ واحد مسکونی روستایی در ایران وجود دارد که تنها ۲۰/۶ درصد آن شامل ساختمان‌های مهندسی‌ساز هستند. بقیه واحدهای مسکونی واحدهایی بنایی و خشتی هستند (آمار نفوس و مسکن، ۱۳۹۵). در بسیاری از موارد، تخریب ساختمان‌ها در زلزله به خاطر کیفیت پایین ساخت‌وساز، استفاده از مصالح غیراستاندارد، اجرای ضعیف و نگهداری نامناسب است (Arya, 2003,p:6). بر اساس تجربیات بدست آمده از زلزله‌های پیشین، کیفیت ساخت‌وساز نقش مهمی در بقای ساختمان‌ها به ویژه در ساختمان‌های بنایی دارد. بنابراین اکثر ساختمان‌های موجود در نواحی روستایی به ندرت با کدها و استانداردهای لرزه‌ای مطابقت دارند و اغلب آنها توسط معماران محلی و مالکین و شرکت‌های خصوصی فاقد دانش فنی ساخت‌وساز ساخته شده‌اند بنابراین این ساختمان‌ها در بحران‌های

[1] Elliott & Pais

طبیعی به ویژه زلزله آسیب‌پذیرند(Mahdi & Mahdi, 2014, p:4).در ایران تحقیقات اندکی در مورد آسیب‌پذیری روستاها در برابر بحران‌های طبیعی به‌ویژه زلزله انجام شده است. رجبی و بیاتی خطیبی (۱۳۸۴) در سکونتگاه‌های روستایی بخش آذرشهر مخاطرات محیطی و ژئومورفولوژی را مورد بررسی قرار دادند. مطالعات انجام شده فوق‌الذکر در مناطق روستایی مربوط به بررسی تاب‌آوری و اثرات مخاطراتی نظیر زلزله و سیل است و در تحقیقات انجام شده به مساله مقاوم‌سازی ساخت‌وسازها پرداخته نشده است. عینالی (۱۳۸۸) اثرات زلزله را در مناطق روستایی شهرستان خدابنده به انجام رسانیده است. فراهانی و همکاران (۱۳۹۳) ظرفیت‌ها و آسیب‌پذیری سکونت‌گاه‌های روستایی در برابر خطر زمین‌لرزه را در مناطق روستایی سنبل‌آباد به انجام رسانیدند. فرجی سبکبار و همکاران (۱۳۹۳) در نواحی روستایی حوضه الموت قزوین به تحلیل فضایی اثرات مخاطرات طبیعی پرداختند. رمضان‌زاده لسبویی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تاب‌آوری مناطق نمونه گردشگری چشمه کیله تنکابن و سردآبرود کلاردشت دربرابر مخاطره سیل پرداختند. ویسی (۱۳۹۵) میزان تاب‌آوری سکونت‌گاه‌های روستایی بخش مرکزی مریوان را به انجام رسانیده‌اند. عنابستانی و همکاران (۱۳۹۶) سطح تاب‌آوری سکونت‌گاه‌های روستایی بخش مرکزی شهرستان فاروج در برابر مخاطرات محیطی را مورد بررسی قرار دادند. در تحقیق ریاحی و موسوی (۱۴۰۰) آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی دهستان پیان در برابر زلزله بررسی شده است. طیب نیا و ابراهیمی‌پور (۱۴۰۰) به تحلیل مکانی تاب‌آوری نواحی روستایی دهستان دولت‌آباد شهرستان جیرفت در برابر زلزله پرداختند. کیخا و همکاران (۱۴۰۱) شاخص‌های کالبدی-محیطی موثر بر تاب‌آوری در برابر مخاطرات محیطی را در روستاهای منطقه سیستان مورد بررسی قرار داده‌اند.

نظر به آسیب‌پذیری لرزه‌ای مناطق روستایی و نیز ساخت‌وسازهای غیراصولی در این مناطق، نمی‌توان چشم‌انداز روشنی برای ساماندهی ساخت‌وسازهای روستایی متصور شد، ضروری است با استفاده از شاخص‌های مهم لرزه‌ای نسبت به اولویت‌بندی دهستان‌ها و تصمیم‌گیری مناسب و کارا در این خصوص اقدام و بر اجرای دقیق آن نظارت لازم معمول گردد. از این‌رو این مطالعه با عنوان اولویت‌بندی دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری بر مبنای شاخص‌های لرزه‌ای به منظور برنامه‌های مقاوم‌سازی ساخت‌وساز روستایی ارائه گردیده است. مدل مفهومی تحقیق در شکل زیر ارائه شده است.

پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱-مدل مفهومی تحقیق

۳- روش، تکنیک‌ها و قلمرو

اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق شامل اطلاعات رقومی محدوده‌های دهستان‌های استان چهارمحال و بختیاری، اطلاعات گسل‌ها، زمین‌لرزه‌ها می‌باشد که در این تحقیق از نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ استفاده شد. ۱۱ نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ خرم‌آباد، گلپایگان، کاشان، اصفهان، شهرکرد، دزفول، اهواز، رامهرمز، بروجن، بهبهان و اردکان مورد استفاده قرار گرفته است. این نقشه‌ها از سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی و شرکت نفت خریداری و سپس زمین مبنا گردید و در ادامه گسل‌های ورقه‌های مختلف که پوشش مناسبی را به محدوده مورد مطالعه می‌دادند،

رقـــومی شد. به منظور بررسی و پهنه‌بندی زمین‌لرزه‌های خرد، متوسط و بزرگ محدوده مورد مطالعه از کاتالوگ زلزله تهیه شده توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی[۱] استفاده شده است.

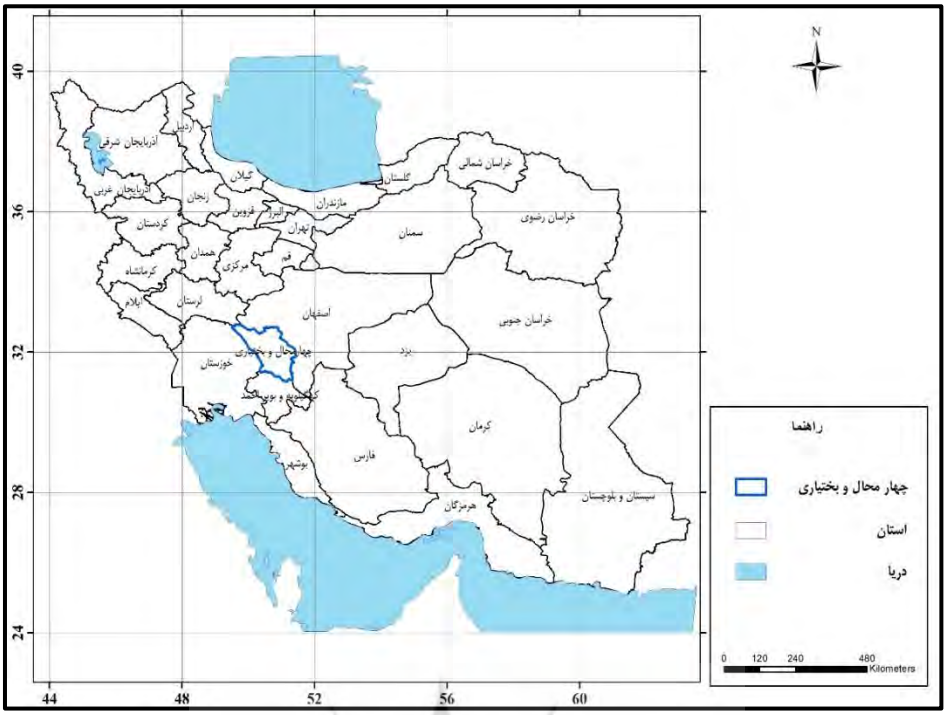
این مطالعه به روش تحلیلی انجام یافته است. تحلیل خطر لرزه‌ای استان به روش احتمالاتی بوده و برای رسیدن به این هدف ابتدا وضعیت گسل‌های استان و نواحی همجوار بررسی و نقشه گسل‌های فعال استان تهیه شده است. سپس با استفاده از کاتالوگ زمین‌لرزه‌های تهیه شده از مرکز لرزه‌نگاری کشوری، پژوهشگاه زلزله، USGS و EMSC، زمین‌لرزه‌های تاریخی و دستگاهی در این پژوهش مشخص شده‌اند. علاوه بر بحث و بررسی لرزه‌خیزی استان، نقشه بیشینه شتاب زمین در کل استان به روش احتمالاتی در دوره‌های بازگشت مختلف و نقشه‌های شتاب زمین در پریودهای مختلف تهیه شد. تحلیل‌های مورد نظر این پژوهش در محیط نرم‌افزاری جی‌آی‌اس انجام شده است و بر اساس نتایج حاصل، نقشه‌های پهنه‌بندی برای هر شاخص لرزه‌ای تهیه شده و بر اساس آن، دهستان‌های استان اولویت‌بندی شده‌اند. شاخص‌های مهم لرزه‌ای این پروژه عبارتند از:

- فاصله از گسل (این شاخص از فایل رقومی گسل‌ها استخراج شده است)
- تراکم گسلش (این شاخص از فایل رقومی گسل‌ها استخراج شده است)
- تراکم زمین‌لرزه‌های کوچک، متوسط و بزرگ (این شاخص از کاتالوگ زمین‌لرزه‌ها استخراج شده است)
- فاصله از زمین‌لرزه‌های بزرگ (این شاخص از کاتالوگ زمین‌لرزه‌ها استخراج شده است)
- شتاب مبنای طرح (این شاخص از تحلیل خطر زمین‌لرزه استخراج شده است).

مطالعات تحلیل‌خطر زمین‌لرزه که یکی از بخش‌های مهم این تحقیق است به صورت دقیق، علمی و به روش احتمالاتی انجام شد. فاکتور فاصله از گسلش نیز تاثیر مستقیمی در مقدار خطر لرزه‌ای دارد. واضح است که هرچه منطقه به رومرکز زمین‌لرزه نزدیک‌تر باشد، اثرات تخریب و تلفات بیشتر خواهد بود. بنابراین نقش فاصله از گسل‌ها به عنوان چشمه‌های لرزه‌ای در مطالعات خطر بسیار مهم است. همچنین شناسایی گسل‌ها برای تعیین حریم گسل در ساخت‌وساز و همچنین خود گسل به‌عنوان زون گسیختگی در هنگام رویداد زمین‌لرزه می‌تواند خسارات و تلفات را چندین برابر افزایش دهد. علاوه بر آنها، فاصله از زمین‌لرزه‌های بزرگ و شتاب مبنای طرح نیز از شاخص‌های مهمی است که در این پژوهش به آن پرداخته شده است. پس از اولویت‌بندی دهستان‌ها بر مبنای هر شاخص، وزن‌دهی به شاخص‌ها انجام گرفت و سپس اولویت‌بندی نهایی بر اساس شاخص شتاب مبنای طرح صورت گرفت.

مساحت استان چهار محال و بختیاری حدود ۱۶۵۳۳ کیلومتر مربع است. این استان بین رشته کوه‌های غربی و جلگه اصفهان واقع شده است که در ۳۱ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. موقعیت این استان در شکل ۱ نشان داده شده است.

[۱] لازم به توضیح است که کاتالوگ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی با جمع آوری کاتالوگ های موسسه ژئوفیزیک، پژوهشگاه زلزله، USGS و EMSC تهیه شده است. زلزله های تاریخی این کاتالوگ از کتاب زمین لرزه های تاریخی امبرسیز و ملویل استخراج شده است.



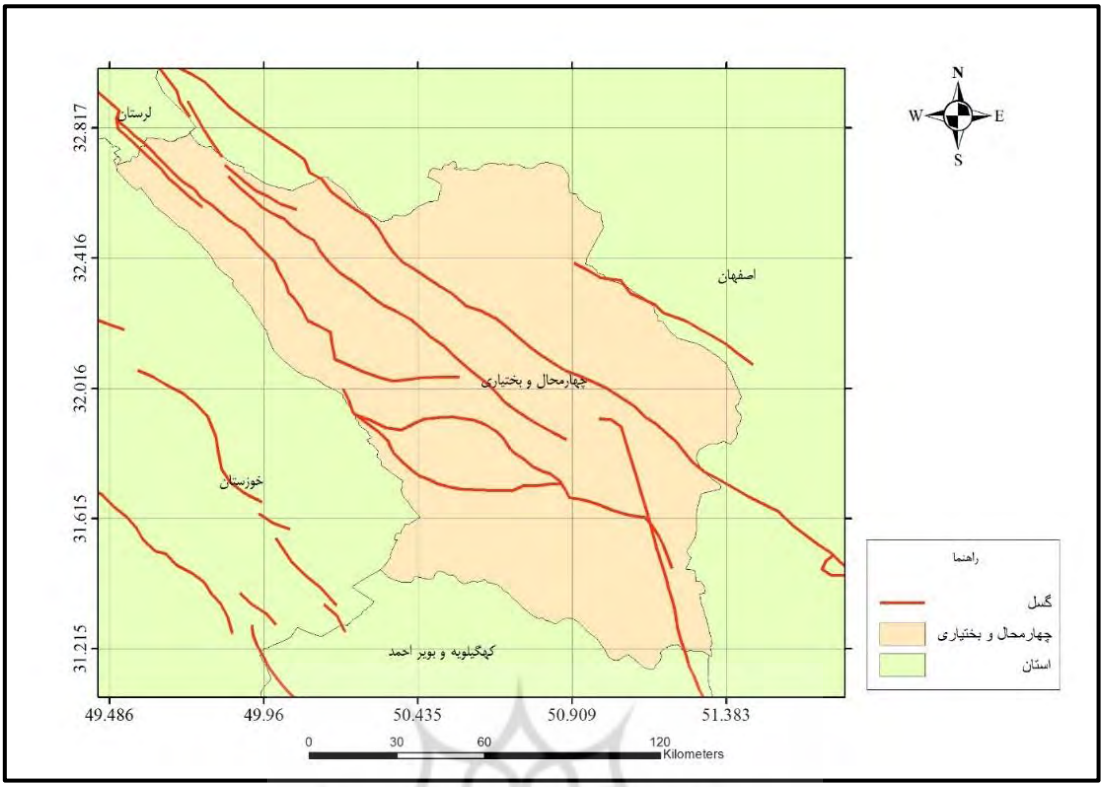
شکل ۲- موقعیت استان چهار محال و بختیاری در کشور

۴- یافته‌ها و تحلیل داده

به مناطقی که قادرند زلزله ایجاد کنند چشمه لرزه‌ای می‌گویند. یکی از مهمترین چشمه‌های لرزه‌ای گسل‌های فعال هستند. گسل‌های فعال دارای ویژگی‌های منحصربه فردی می‌باشند و از نظر فعالیت لرزه‌خیزی به گسل‌های فعال[۱]، گسل دارای پتانسیل فعالیت[2]، گسل دارای فعالیت نامشخص[۳]، گسل غیرفعال[۴]، گسل زمین‌لرزه‌ای[5] و گسل کواترنر[۶] تقسیم می‌شوند. در محاسبات خطر زمین‌لرزه لازم می‌نماید که چشمه‌های لرزه‌ای تاثیرگذار بر گستره معرفی شوند و برای این کار در شعاعی بیش از ۱۰۰ کیلومتر از اطراف مرز نیز بررسی‌های تفضیلی به عمل آمده است.

نقشه‌های زمین‌شناسی مورد استفاده شامل نقشه‌های زمین‌شناسی در دو مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ است. این منطقه در ۱۱ نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ خرم‌آباد، گلپایگان، کاشان، اصفهان، شهرکرد، دزفول، اهواز، رامهرمز، بروجن، بهبهان و اردکان قرار گرفته است. این نقشه‌ها از سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی و شرکت نفت خریداری و سپس زمین مبنا گردید و در ادامه به رقــومی کـردن ورقه‌های مختلف که پوشش مناسبی را به محدوده مورد مطالعه می‌دادند، اقدام شد. در مرحله اول تمامی گسله‌هائی که در روی نقشه‌های زمین‌شناسی معین شده بودند، رقومی و به نقشه درآورده شد(شکل۳).

[1] active fault
[2] potential reactive fault
[3] uncertain activity fault
[4] inactive fault
[5] earthquake fault
[6] Quaternar fault

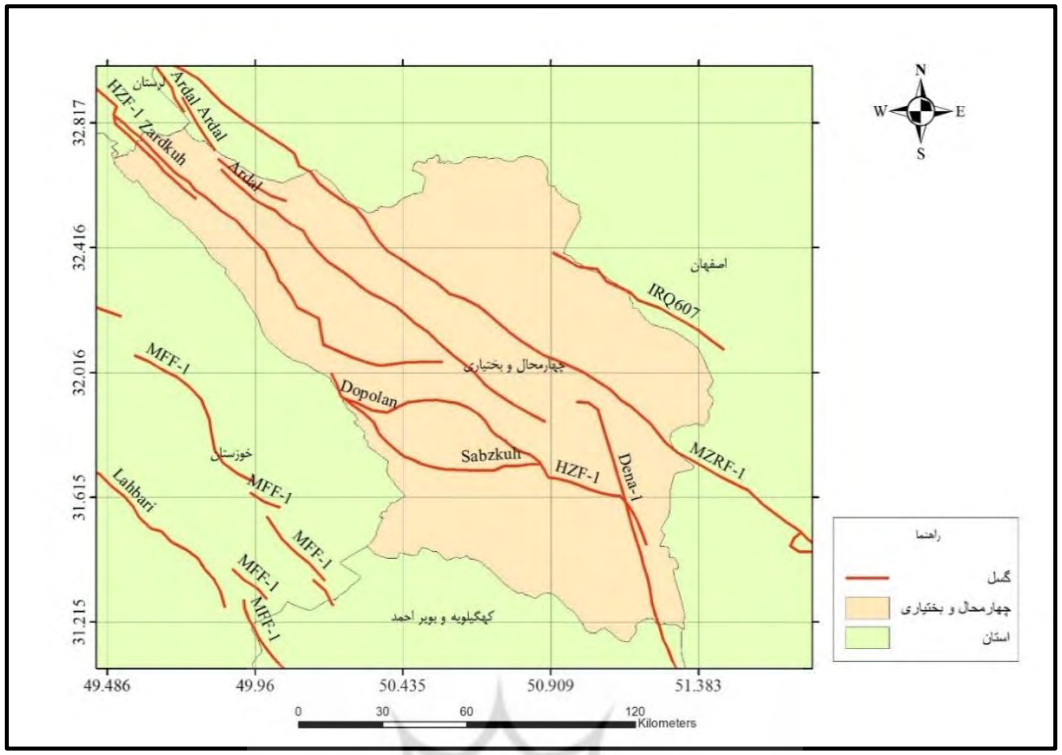


شکل۳- نقشه گسل‌های منطقه

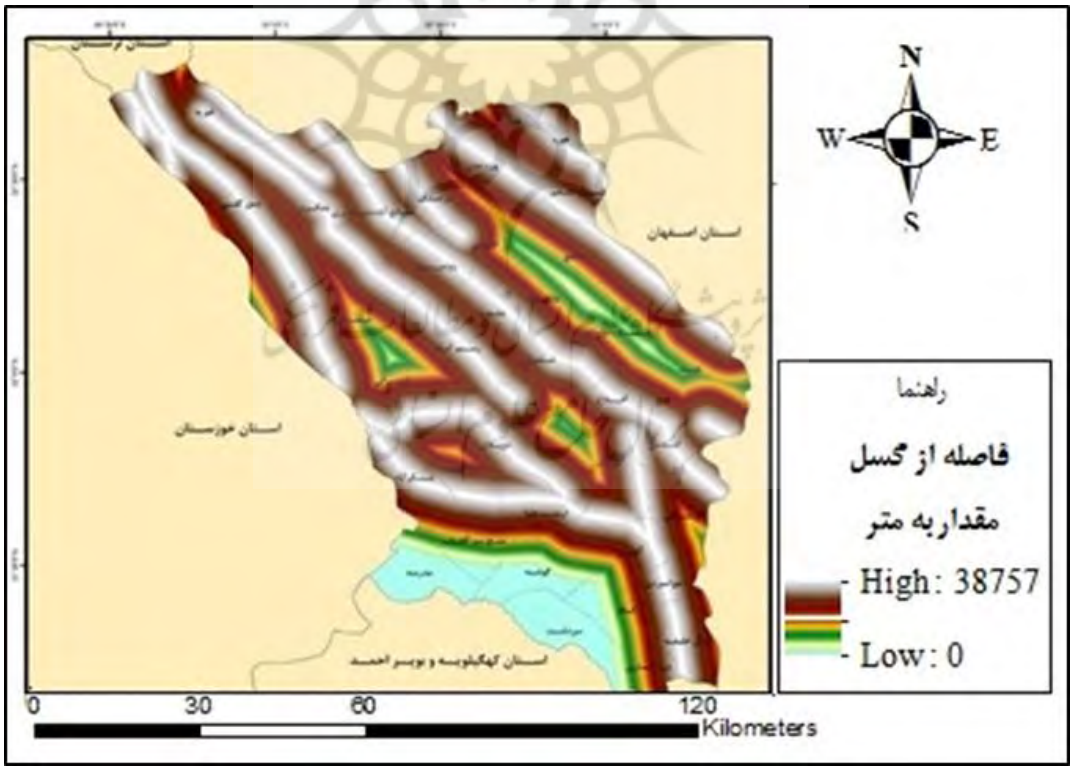
سپس گسل‌های اصلی و فعال منطقه نیز از روی نقشه‌های زمین‌شناسی تعیین و به صورت رقومی درآمد، این گسل‌ها مسبب زمین‌لرزه‌های روی داده در منطقه هستند (شکل۴). بیشتر گسل‌های این منطقه گسل‌هایی است که در اثر کوه‌زایی زاگرس بوجود آمده‌اند. این کار برای تعیین چشمه‌های لرزه‌زا ضروری است.

اولویت‌بندی دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری بر اساس فاصله از گسل

فاکتور دوری و یا نزدیکی از گسلش تاثیر مستقیمی در مقدار خطرپذیری لرزه‌ای یک منطقه دارد. واضح است که هرچه منطقه به رومرکز زمین‌لرزه نزدیک‌تر باشد، اثرات تخریب و تلفات بیشتر خواهد بود. همچنین شناسایی گسل‌ها برای تعیین حریم گسل در ساخت‌وساز و همچنین خود گسل به عنوان زون گسیختگی در هنگام رویداد زمین‌لرزه می‌تواند خسارات و تلفات را چندین برابر افزایش دهد. برای محاسبه فاصله از گسل، گسل‌های فعال در منطقه شناسایی شد. این گسل‌ها شامل گسل زاگرس، دنا، دوپلان، اردل، بروجن، داران، بن و دره‌لک است. پس از تعیین گسل‌ها فاصله آن‌ها به صورت بافر(حریم) در کل استان بدست آمد (شکل۴). پس از آن این نقشه به منحنی‌های هم فاصله از گسل تبدیل شده و به صورت میانگین‌گیری برای دهستان‌های استان محاسبه شد.



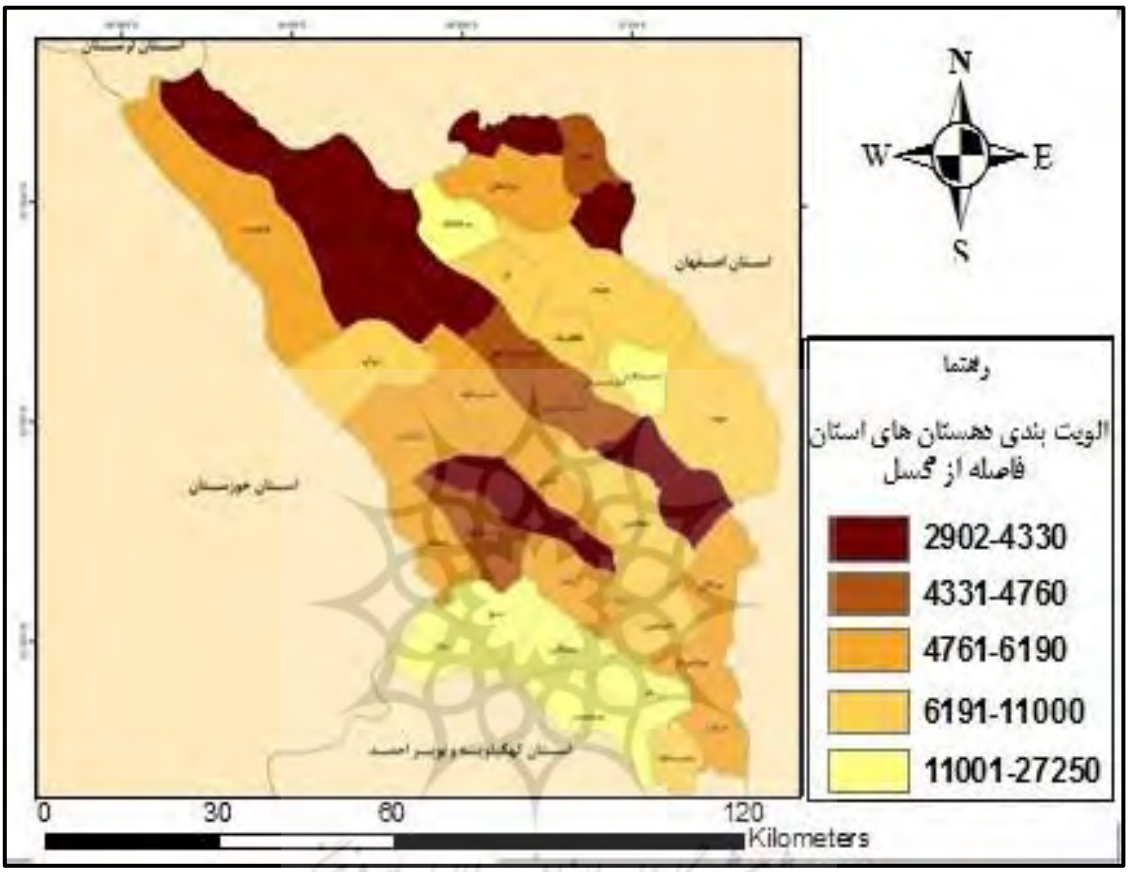
شکل۴- نقشه گسل‌های فعال منطقه



شکل ۵- نقشه فاصله از گسل‌های مهم استان چهار محال و بختیاری

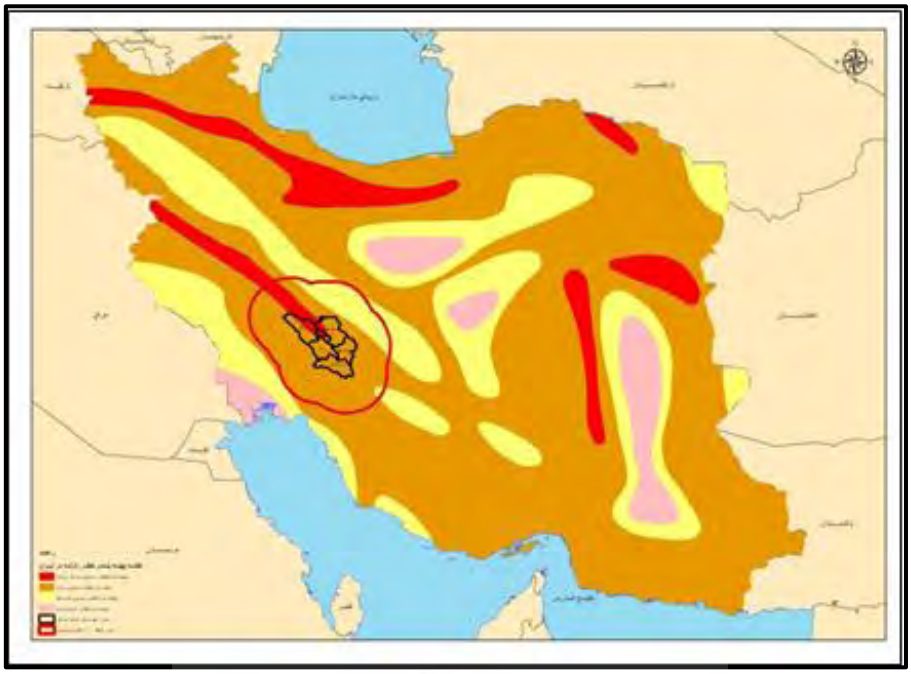
اولویت‌بندی دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری استان بر اساس دوری از گسل

دهستان‌های استان بر اساس دوری از گسل رده‌بندی شده‌اند. بر این اساس دهستان سامان دارای کمترین فاصله و دهستان سردشت از دهستان‌های شهرستان لردگان، دارای بیشترین فاصله از گسل می‌باشد. همچنین دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری بر مبنای فاصله از گسل در ۵ رده اولویت‌بندی گردید (شکل۶).



شکل ۶- اولویت‌بندی دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری بر اساس فاصله از گسل

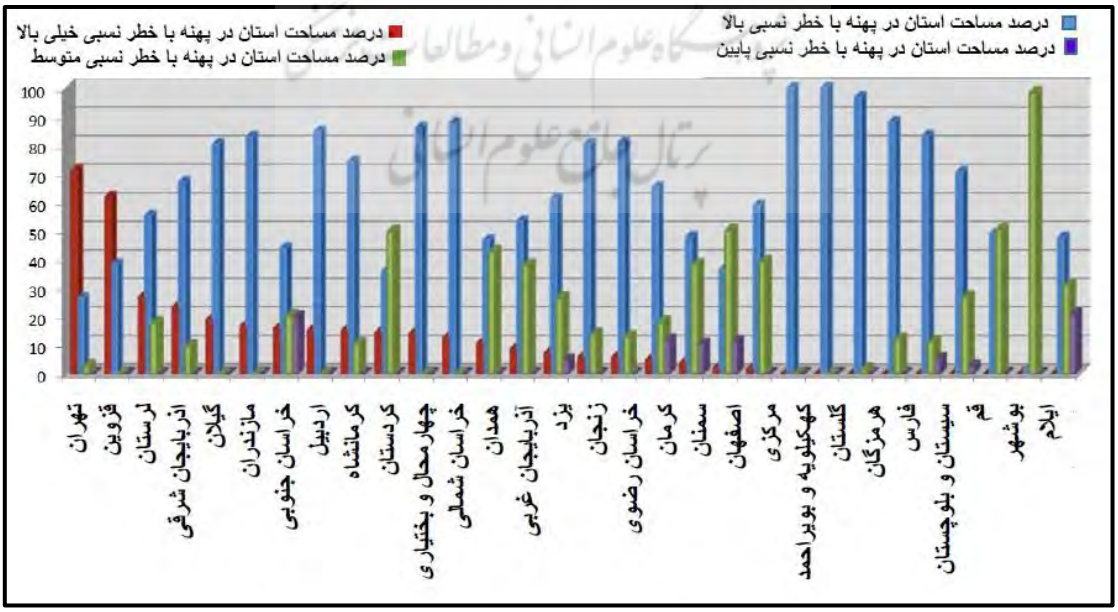
استان چهارمحال و بختیاری در گذشته زمین‌لرزه‌های متعددی را تجربه نموده و همچنین از نقطه‌نظر لرزه‌ای نیز در محدوده‌ای قرار گرفته که از پتانسیل لرزه‌خیزی قابل توجهی برخوردار است، بنابراین، این احتمال وجود دارد که در آینده‌ای نه چندان دور، رخدادهای لرزه‌ای دیگری در این منطقه روی دهد. یکی دیگر از دلایل لرزه‌خیز بودن این استان، نقشه آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله- استاندارد۲۸۰۰ است که مبنای استاندارد طراحی ساختمان در برابر زلزله است. بر اساس این نقشه، استان چهار محال و بختیاری در پهنه با خطر نسبی بسیار زیاد و زیاد قرار گرفته است (شکل۶). در این نقشه بر اساس بیشینه شتاب در سطح مبنای طراحی، کشور به چهار پهنه تقسیم شده است: پهنه با خطر نسبی بسیار زیاد، پهنه با خطر نسبی زیاد، پهنه با خطر نسبی متوسط و پهنه با خطر نسبی کم.



شکل ۷- نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زمین‌لرزه در ایران

منبع: آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، ۱۳۹۳

بر اساس این نقشه پارامتری به عنوان شاخص پهنه‌بندی خطر زلزله تعریف شده است. مبنای محاسبه این شاخص، درصد مساحت پهنه‌های خطر در هر استان است. بر اساس این شاخص ابتدا مساحت پهنه‌های خطر زلزله حساب گردید و سپس نسبت مساحت هرکدام از این پهنه‌ها نسبت به مساحت کل استان‌ها معلوم و پس از آن مقدار شاخص پهنه‌بندی خطر زلزله با اعمال ضرائب وزنی در همه استان‌ها محاسبه گردید(شکل۸).



شکل۸- درصد مساحت استان‌ها در پهنه‌های خطر نسبی زمین‌لرزه

بنابراین در شرایط کنونی با توجه به لرزه‌خیز بودن استان و اینکه امکان پیشگیری از وقوع رخدادهای لرزه‌ای با توجه به جوان بودن علم زلزله‌شناسی امروزه تقریباً غیرممکن است، می‌توان با انجام مطالعات لرزه‌زمین‌ساختی و برآورد خطر زمین‌لرزه، و تلفیق ماحصل این بررسی‌ها با نتایج بدست آمده از مطالعات آماری و احتمالاتی درخصوص زمین‌لرزه‌های پیش از سده بیستم و نیز رویدادهای لرزه‌ای ثبت شده دستگاهی در هر گستره و سرانجام مقاوم‌سازی سازه‌ها به کاهش قابل توجه در زیان‌های مستقیم ناشی از زلزله و نیز مخاطرات مرتبط با آن دست یافت.

مراکزی که داده‌های آنها در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته‌اند، شبکه‌های جهانی نظیر USGS، ISC و NEIC است. همچنین از کاتالوگ کاملی که در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از مرکز لرزه‌نگاری کشوری، پژوهشگاه زلزله،USGS و EMSC تهیه شده است، نیز استفاده شد که بر اساس اطلاعات مراکز لرزه‌نگاری جهان تهیه شده است. در این کاتالوگ برای هر زلزله پارامترهای بزرگای Mb، Mw،Ms وML مشخص است که بر اساس روابط آماری بین اطلاعات موجود در کاتالوگ‌های معتبر ساخته شده است.

زمین‌لرزه‌های تاریخی متعددی به دلایل موقعیت خاص گستره در منابع مختلف ثبت شده‌اند. این اطلاعات تاریخی را Ambraseys and Melville (2005) و Berberian and Navai (1977) ذکر کرده‌اند (جدول۱).

با استناد به داده‌های بدست آمده نقشه توزیع زمین‌لرزه‌های تاریخی (شکل۸) تهیه شده است. برای زمین‌لرزه‌های تاریخی از روابط زیر برای برآورد Ms در ناحیه مورد مطالعه استفاده شده است؛

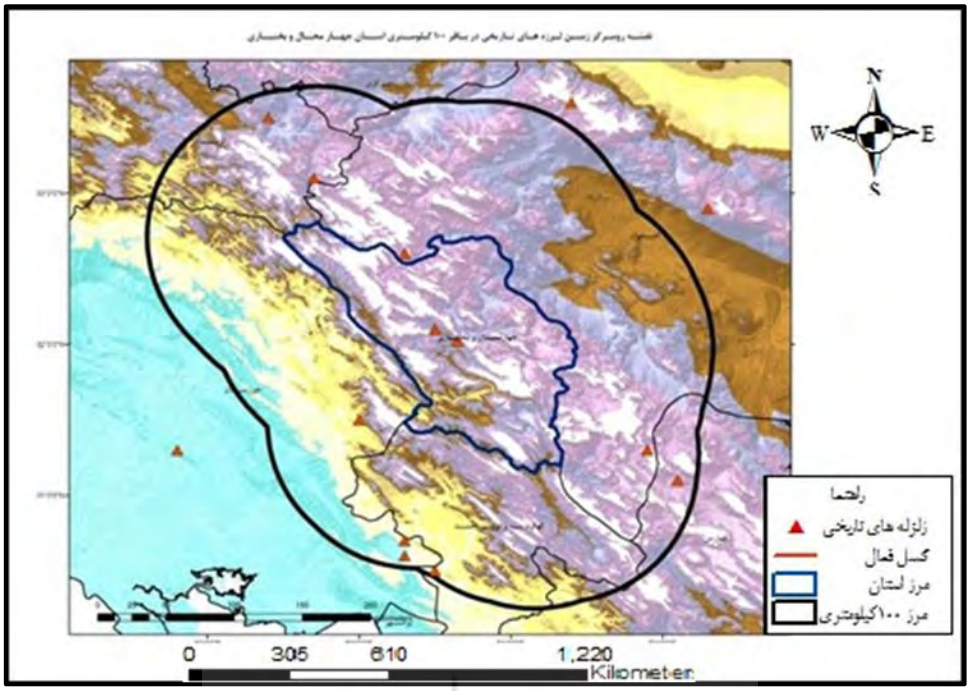
$$M_S = -0.67 + 2.87\log(r_P)$$

$$M_S = -0.74 + 1.98\log(r_P) + 0.28(I_0)$$

جدول۱- زمین‌لرزه‌های تاریخی استان چهارمحال و بختیاری و ۱۰۰ کیلومتر اطراف آن

سال	ماه	روز	ساعت	دقیقه	بزرگا	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	عمق
۱۰۵۲	۱	۱	۰	۰	۶/۱	۵۰	۳۱/۵	۳۰
۱۰۵۸	۵	۱	۰	۰	۵/۵	۵۰/۳	۳۰/۶	۳۰
۱۰۵۸	۵	۱	۰	۰	۵/۵	۵۰/۳	۳۰/۷	۳۰
۱۳۱۶	۱	۵	۰	۰	۵/۸	۴۹/۴	۳۳/۵	۳۰
۱۴۵۹	۱	۱	۰	۰	۶	۵۲/۱	۳۱/۱	۳۰
۱۶۶۶	۱	۱	۰	۰	۵/۹	۵۰/۵	۳۲/۱	۳۰
۱۸۵۳	۶	۵	۰	۰	۵/۴	۵۱/۹	۳۱/۳	۳۰
۱۸۵۳	۶	۱۱	۰	۰	۵/۴	۵۰/۳	۳۲/۶	۳۰
۱۸۷۵	۳	۲۱	۱۵	۰	۵/۵	۵۰/۵	۳۰/۵	۳۰
۱۸۷۶	۹	۲۸	۳	۰	۵/۵	۴۹/۷	۳۳/۱	۳۰
۱۸۸۰	۱	۱	۰	.	۵/۳	۵۰/۶۵	۳۲/۰۲	۳۰

(Ambraseys and Melville, 2005)

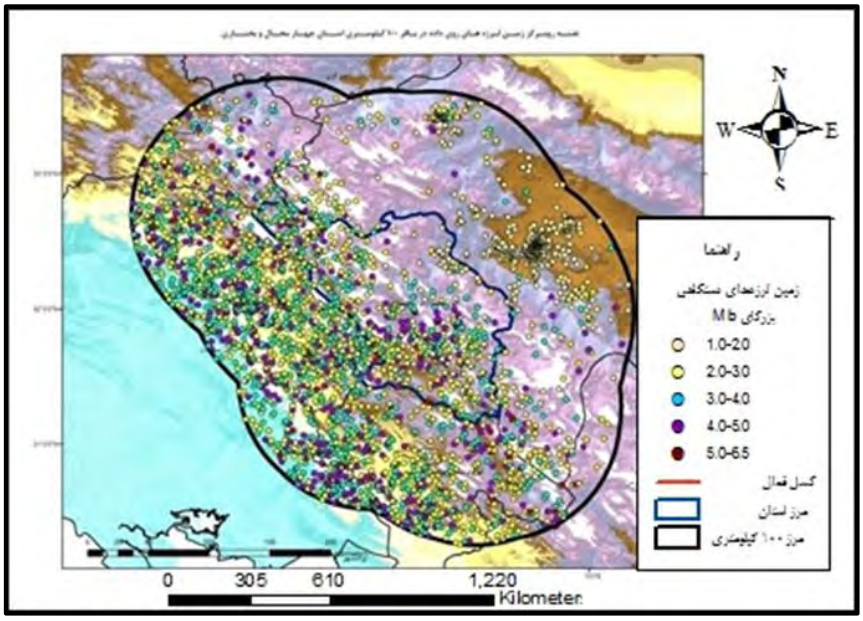


شکل۹- نقشه رومرکز زمین‌لرزه‌های تاریخی

توزیع زمین‌لرزه‌های دستگاهی در گستره

زمین‌لرزه‌های دستگاهی به زمین‌لرزه‌های اطلاق می‌شود که داده‌های آن به وسیله دستگاه‌های لرزه‌نگاری به دست آمده باشد. داده‌های دستگاهی دهه‌های اولیه سده بیستم دارای خطاهای گوناگونی بوده است. همزمان با تکمیل دستگاه‌ها و افزایش تعداد ایستگاه‌های لرزه‌نگاری این خطاها به‌ویژه برای زمین‌لرزه‌های بزرگ کم شده است. زمین‌لرزه‌های دستگاهی مورد استفاده در گستره مورد مطالعه شامل تمامی زلزله‌های گزارش شده توسط مراجع داخلی و خارجی معتبر می‌باشد که در سه نوع خردلرزه‌ها، زلزله‌های متوسط و زلزله‌های بزرگ مورد بررسی قرار گرفته است. در شکل ۱۰ توزیع زمین‌لرزه‌ها نشان داده شده است.

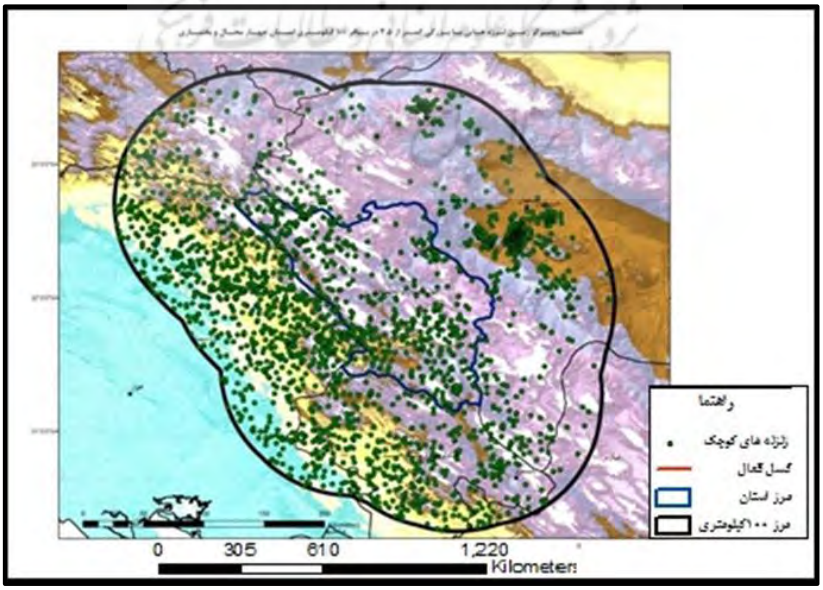
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱۰- نقشه رومرکز زمین‌لرزه‌های دستگاهیدر بازه زمانی ۲۰۲۳-۱۹۰۰

زمین‌لرزه‌های کوچک (خردلرزه‌ها)

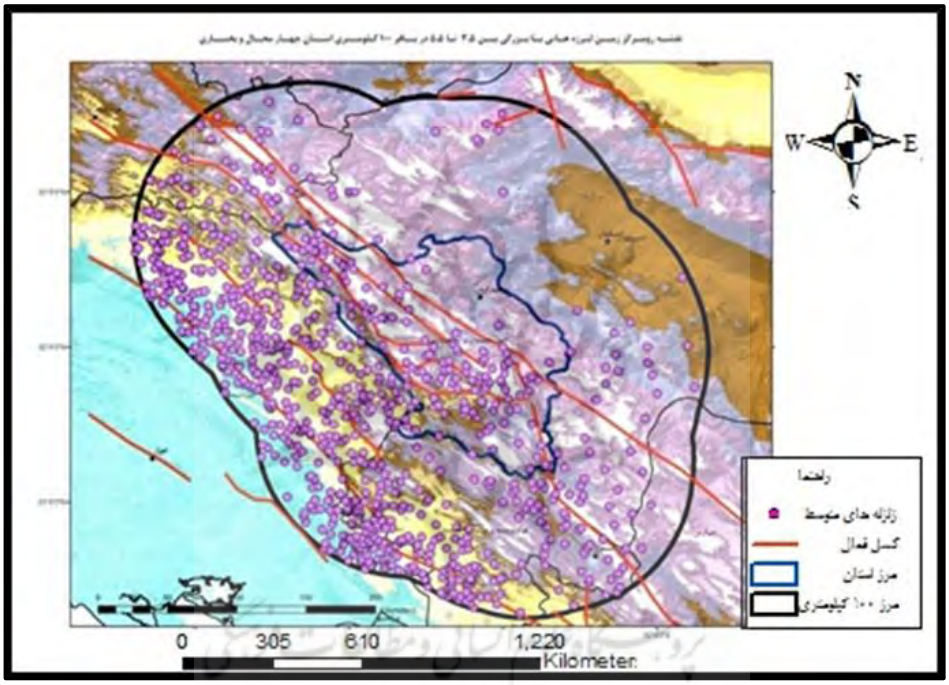
مطالعه بر روی زلزله‌های کوچک و یا خردلرزه‌ها برای بررسی فعالیت گسل‌های منطقه بسیار پراهمیت است. در این مطالعه از زلزله‌های ثبت شده در مرکز لرزه‌نگاری ایران وابسته به موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران استفاده شد. داده‌های ایران در واقع کل داده‌های استخراج شده از شبکه‌های استانی است که زمین‌لرزه‌های تکراری آن حذف شده است(شکل۱۱). تعداد زیادی خردلرزه در روی نقشه دیده می‌شود که تقریباً در نیمه جنوبی منطقه و زون زاگرس است و نشان دهنده فعال بودن منطقه از نظر لرزه‌خیزی است.



شکل۱۱- خردلرزه‌های ثبت شده در منطقه مورد مطالعه توسط شبکه لرزه‌نگاری کشوری با بزرگای بین ۳/۵ تا ۲/۵ریشتر

زمین‌لرزه‌های متوسط

برای مطالعه و بررسی زمین‌لرزه‌های میان مقیاس از کاتالوگ کاملی که در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی تهیه شده بود استفاده گردید. بر اساس این کاتالوگ تعداد ۳۳۰۷ زلزله در این گستره روی داده است که قسمت اعظم این زمین‌لرزه‌ها، زمین‌لرزه‌های متوسط و کوچک است (تقریباً ۹۹/۷ درصد). بزرگای زمین‌لرزه‌های متوسط در این مطالعه بین ۳/۵ تا ۵/۵ انتخاب گردید. همانطور که در شکل ۱۲ دیده می‌شود، روند رویداد کلی زلزله‌ها بر روند گسل‌های زاگرس منطبق است، به طوری‌که تراکم زمین‌لرزه‌های متوسط در جنوب و جنوب غرب منطقه بیشتر است. با توجه به شرایط منطقه، به لحاظ زمین‌شناسی وقوع این نوع زلزله‌ها، تاکیدی است بر این موضوع که گسل‌های منطقه زاگرس فعال هستند.

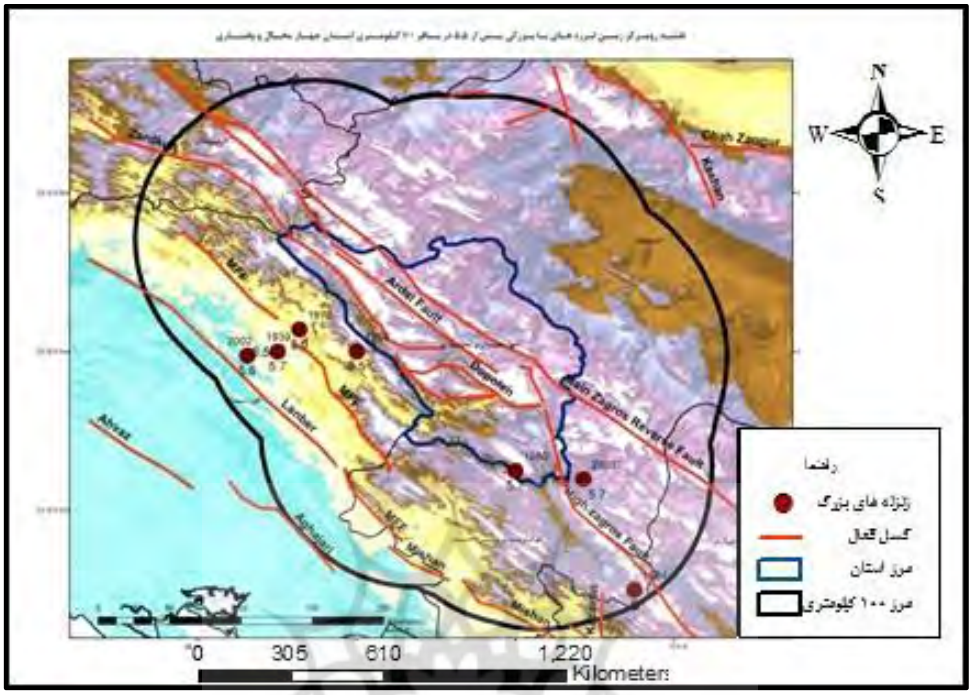


شکل۱۲- زمین‌لرزه‌های متوسط ثبت شده در منطقه مورد مطالعه، استخراج شده از کاتالوگ تهیه شده از مرکز لرزه نگاری کشوری، پژوهشگاه زلزله،USGS و EMSC

زمین‌لرزه‌های بزرگ

بر اساس داده‌های بدست آمده از کاتالوگ، این منطقه تاکنون شاهد ۸ زمین‌لرزه بزرگ($Mw>5.5$) بوده است. زلزله‌های بزرگ منطقه بیشتر در اطراف شهرهای مسجد سلیمان، ایذه، لردگان و مال خلیفه رخ داده است (شکل۱۳). همانطور که در شکل دیده می‌شود، چند زمین‌لرزه بزرگ در امتداد پیشانی کوهستان رخ داده است. البته بر پایه نظر بربریان(۱۹۹۵) از آنجا که بزرگترین چین‌های نامتقارن سطحی پیشانی که قطعات پیوسته گسل پیشانی کوهستان را پنهان می‌کنند، کمتر از ۱۱۵ کیلومتر طول دارند، به نظر نمی‌رسد که قادر به ایجاد زمین‌لرزه‌های بزرگ باشند، پس می‌توان این زمین‌لرزه‌ها را به گسل‌های پنهان منطقه زاگرس نسبت داد که باید در تعیین چشمه‌های لرزه‌زا حتماً مد نظر قرار گیرد.

همچنین چند زمین‌لرزه بزرگ نیز در امتداد گسل زاگرس مرتفع روی داده، که تعیین گسل مسبب آن نیز به دلیل عمیق بودن گسل زاگرس مرتفع باید با دقت بیشتری صورت گیرد. جدول۲زمین‌لرزه‌های دستگاهی بزرگتر از ۵/۵ را نشان می‌دهد.



شکل۱۳- زمین‌لرزه‌های بزرگ ثبت شده در منطقه مورد مطالعه استخراج شده از کاتالوگ تهیه شده از مرکز لرزه‌نگاری کشوری، پژوهشگاه زلزله،USGS و EMSC

جدول۲- زمین‌لرزه‌های بزرگ ثبت شده در منطقه مورد مطالعه (Mw>5.5)استخراج شده از کاتالوگ تهیه شده از مرکز لرزه‌نگاری کشوری، پژوهشگاه زلزله،USGS و EMSC

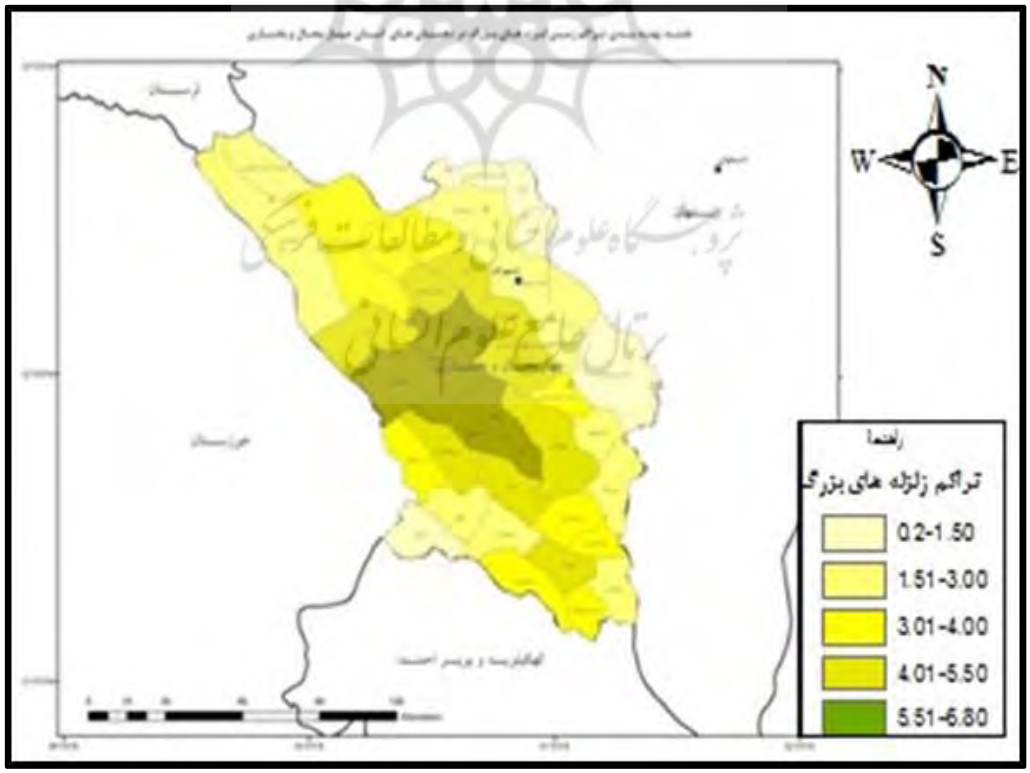
عمق	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	بزرگا	دقیقه	ساعت	روز	ماه	سال
۲۵	۳۲	۴۹/۵	۶/۵	۴۴	۷	۱۵	۷	۱۹۲۹
۳۵	۳۰/۵	۵۱/۷۵	۶	۲۷	۱۳	۴	۲	۱۹۳۴
۳۵	۳۲	۴۹/۵	۵/۷	۱۵	۱۰	۴	۱۱	۱۹۳۹
۳۳	۳۰/۲۷	۵۱/۱۱	۵/۵	۴	۷	۱۰	۶	۱۹۵۸
۳۳	۳۱/۲۵	۵۱	۵/۶	۲۱	۲۳	۲۴	۳	۱۹۶۰
۲۵	۳۲	۵۰	۵/۵	۱۸	۱۲	۲	۳	۱۹۶۰
۴۰	۳۲/۱۳	۴۹/۶	۵/۶	۵	۷	۱۴	۱۲	۱۹۷۸
۱۰	۳۱/۹	۴۹/۳۱	۵/۶	۲۸	۲۲	۲۵	۹	۲۰۰۲
۱۵	۳۱/۱۹	۵۱/۴۲	۵/۷	۳۱	۱۰	۲۷	۵	۲۰۰۳

اولویت‌بندی بر اساس پارامترهای لرزه‌ای

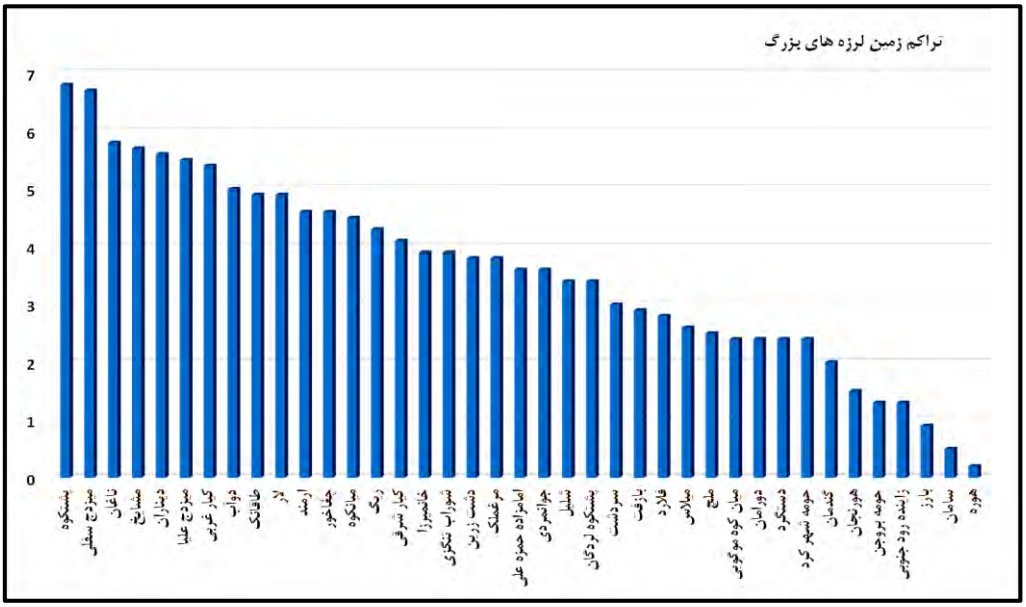
پس از مطالعات لرزه‌خیزی استان که مقدمه‌ای برای مطالعات تحلیل خطر است، دهستان‌های استان بر اساس پارامترهای مهمی چون تعداد رویدادهای لرزه‌ای(تراکم زمین‌لرزه‌ها) و فاصله از رومرکز زمین‌لرزه‌های بزرگ اولویت‌بندی شدند. هدف از این اولویت‌بندی، رده‌بندی دهستان‌های استان از نظر میزان در معرض خطر زلزله بودن و میزان فعالیت گسل‌های منطقه است. لازم به ذکر است که اولویت‌بندی دهستان‌های استان بر اساس تراکم زمین‌لرزه بر سه اساس: ۱- تراکم زمین‌لرزه‌های بزرگ (بزرگای بزرگتر از ۵/۵)، ۲-تراکم‌زمین‌لرزه‌های‌متوسط(بزرگای‌بین۳/۵-۵/۵)۳- تراکم‌زمین‌لرزه‌های‌خرد(بزرگای کوچکتراز ۳/۵) صورت گرفت ولی در نهایت با اعمال ضریب اهمیت به زلزله‌های بزرگ و متوسط و کوچک رده‌بندی نهائی به عمل آمد.

اولویت‌بندی دهستان‌های استان چهارمحال و بختیاری بر اساس تراکم زمین‌لرزه‌های بزرگ

بر اساس تراکم وقوع زمین‌لرزه‌ها می‌توان به فعال بودن تکتونیکی نواحی مختلف پی برد. البته ذکر این مطلب ضروری است که ارزش رویداد زمین‌لرزه‌های بزرگ در اولویت‌بندی به مراتب فراتر از رویدادهای خرد و متوسط است. شکل ۱۴، نقشه پهنه‌بندی تراکم زمین‌لرزه‌های بزرگ (بزرگای ۵/۵ و بزرگتر از آن) را در دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری نشان می‌دهد. بر اساس این پارامتر دهستان‌های پشتکوه اردل و خانمیرزا نیز بیشترین تراکم زمین‌لرزه‌ای را در دهستان‌های این استان داراست.



شکل ۱۴- نقشه پهنه‌بندی تراکم زمین‌لرزه‌های بزرگ در دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری

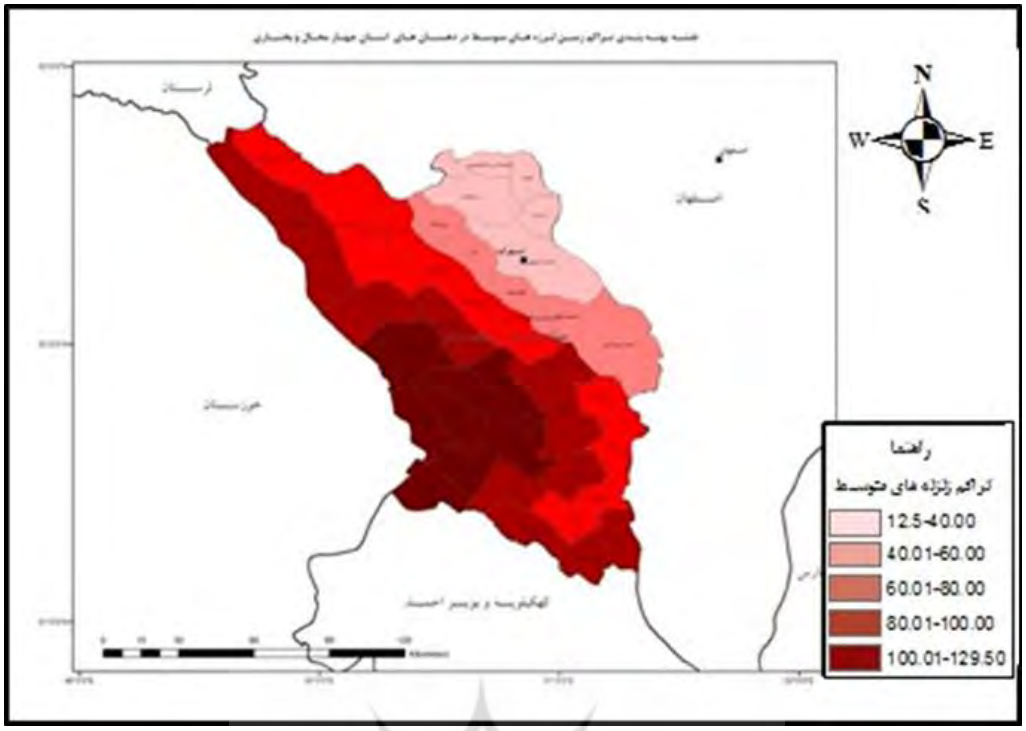


شکل ۱۵- تراکم زمین‌لرزه‌های بزرگ در دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری

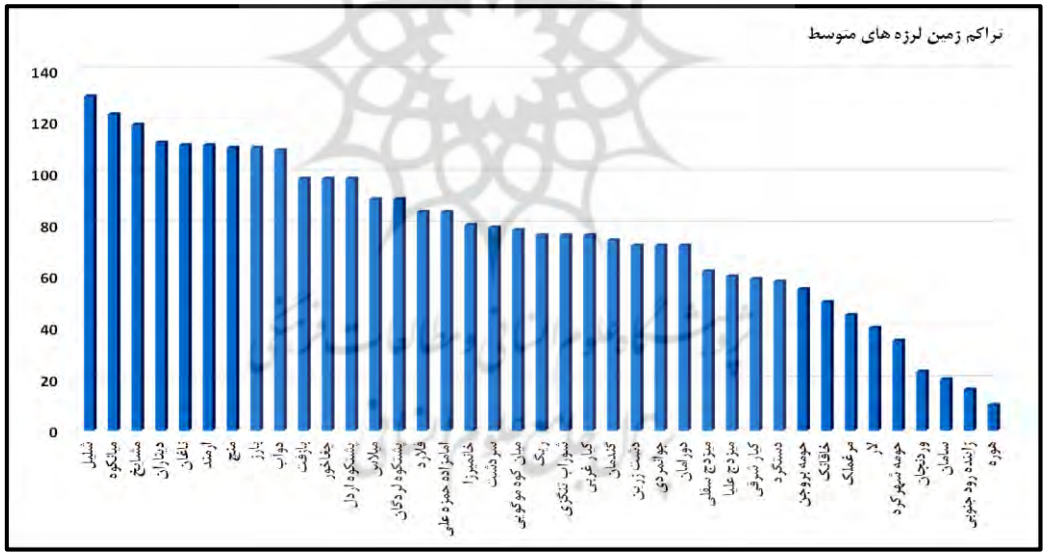
اولویت‌بندی دهستان‌های استان چهارمحال و بختیاری بر اساس تراکم زمین‌لرزه‌های متوسط

مطالعه تراکم زمین‌لرزه‌های میان مقیاس در مناطقی همانند زاگرس که نرخ این زمین‌لرزه‌ها بالاست، اهمیت زیادی در مطالعات لرزه‌خیزی دارد. براین اساس، نقشه تراکم زمین‌لرزه‌های میان مقیاس در منطقه تهیه و دهستان‌های استان بر اساس آن اولویت‌بندی شد. شکل۱۶نقشه پهنه‌بندی تراکم زمین‌لرزه‌های متوسط (بزرگای بین ۳/۵ تا ۵/۵) را در دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری نشان می‌دهد. بر اساس این پارامتر دهستان‌های شلیل، میانکوه، مشایخ، دیناران، ناقان، ارمند، منج و بارز نیز بیشترین تراکم زمین‌لرزه‌ای را در دهستان‌های این استان داراست (شکل۱۶). لازم به ذکر است که به دلـیل قرارگـــیری قسمت‌های جنوبی استان در زون زاگرس، تراکم زمین‌لرزه‌های متوسط در این منطقه بسیار چشمگیر است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱۶- نقشه پهنه‌بندی تراکم زمین‌لرزه‌های متوسط در دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری

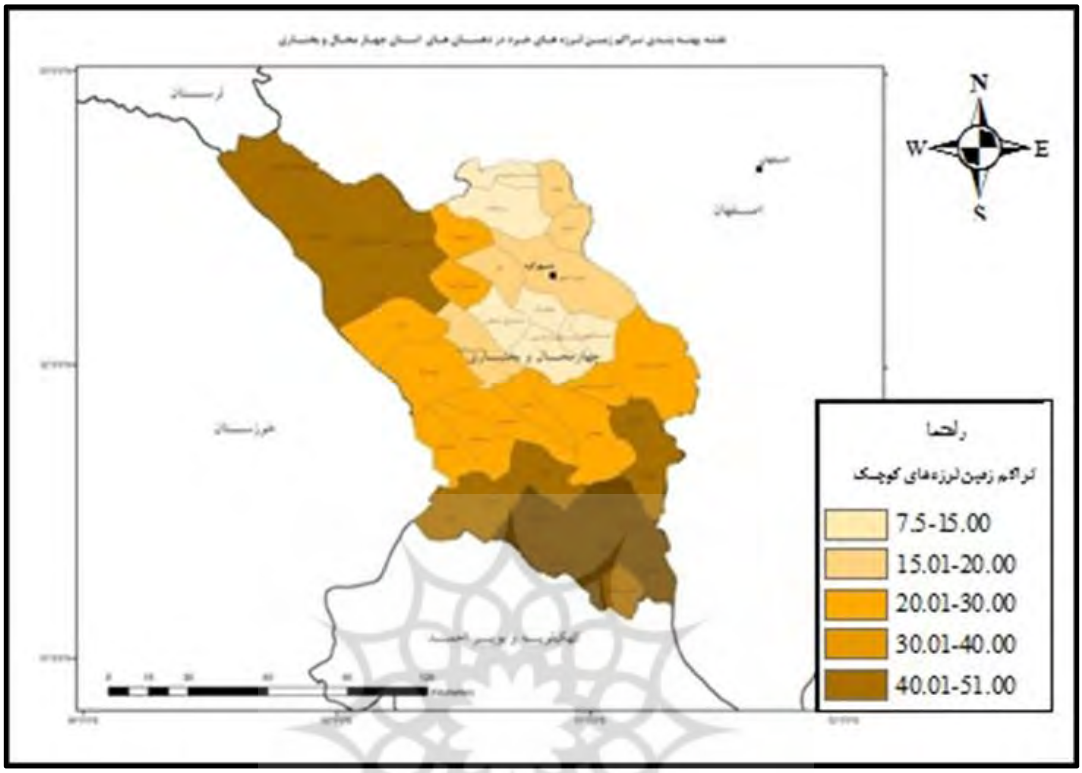


شکل ۱۷- تراکم زمین‌لرزه‌های متوسط در دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری

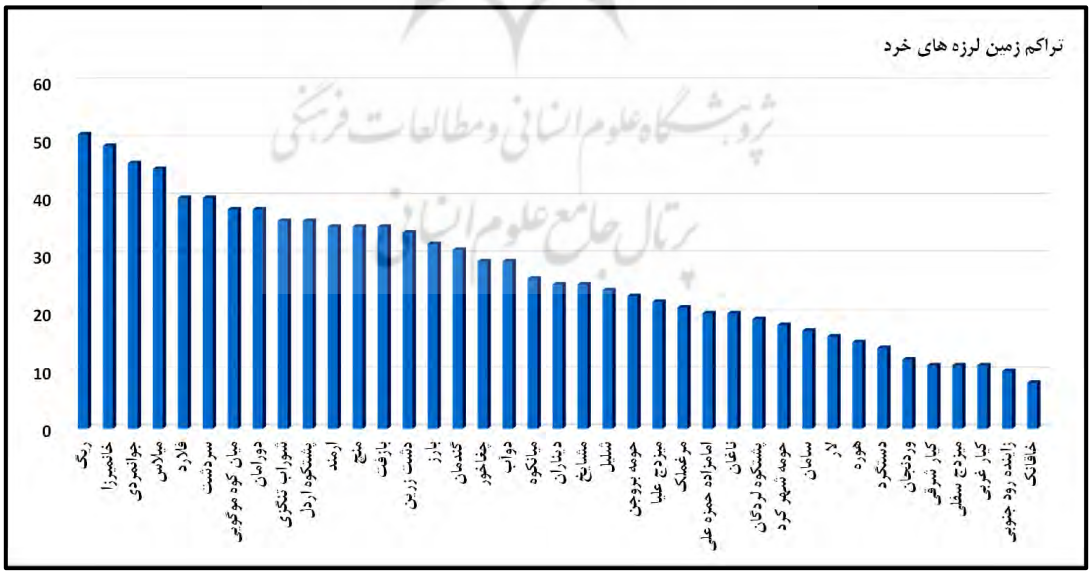
اولویت‌بندی دهستان‌های استان چهارمحال و بختیاری بر اساس تراکم زمین‌لرزه‌های کوچک

اهمیت مطالعه خردلرزه‌ها اگرچه به اندازه زمین‌لرزه‌های بزرگ و متوسط نیست ولی نشان دهنده مقدار فعالیت گسل‌ها در هر منطقه است. بنابراین نقشه تراکم زمین‌لرزه‌های خرد برای منطقه تهیه و از روی آن دهستان‌های استان پهنه‌بندی گردید. شکل۱۸ نقشه پهنه‌بندی تراکم زمین‌لرزه‌های کوچک (بزرگای کمتر از ۳/۵) را در دهستان‌های استان

چهار محال و بختیاری نشان می‌دهد. بر این اساس، دهستان‌های ریگ، خانمیرزا، جوانمردی، میلاس، فلارد و سردشت نیز بیشترین تراکم زمین‌لرزه‌ای را در دهستان‌های این استان داراست (شکل۱۹).



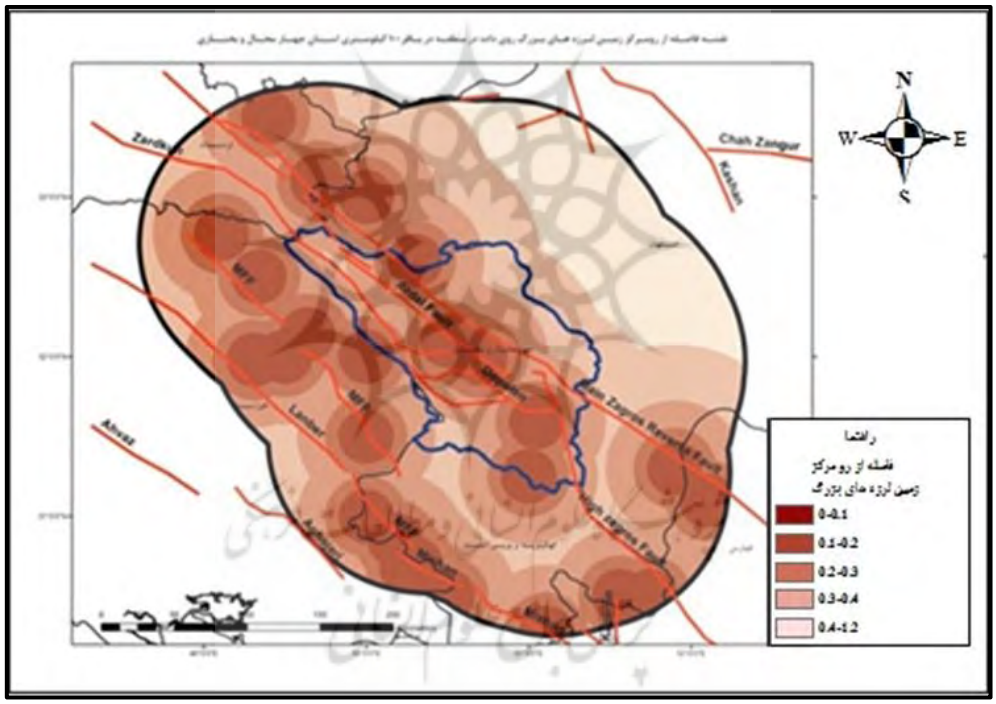
شکل ۱۸- نقشه پهنه‌بندی تراکم زمین‌لرزه‌های کوچک در دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری



شکل ۱۹- تراکم زمین‌لرزه‌های کوچک در دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری

اولویت‌بندی دهستان‌های استان چهارمحال و بختیاری بر اساس فاصله از زمین‌لرزه‌های بزرگ

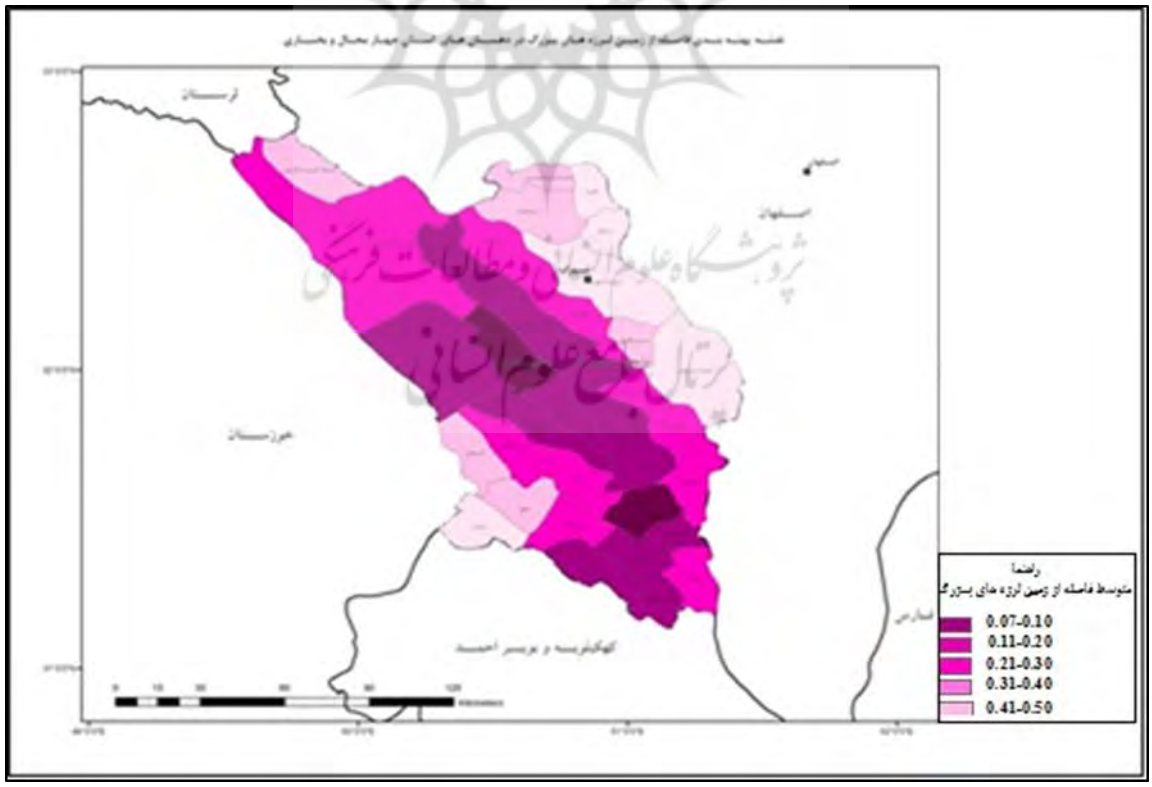
همانطور که بیان شد گسل‌ها به‌عنوان مهمترین چشمه‌های لرزه‌ای شناخته شده‌اند. مطالعه چشمه‌های لرزه‌ای نشان داده است که به طور معمول زمین‌لرزه‌ها در مکان‌های مشخصی از هر گسل روی می‌دهند. به‌طوری که می‌توان این‌گونه بیان کرد که رومرکز زمین‌لرزه‌ها و بالاخص زمین‌لرزه‌های بزرگ تقریباً مشخص و معلوم‌اند. در واقع محل تجمع تنش و در پی آن آزادشدن تنش در روی گسل‌ها مکان‌های خاص و مشخصی هستند که به‌عنوان گره از آن نام می‌برند. بنابراین دوری و نزدیکی به زلزله‌های بزرگ و نسبتا بزرگ روی‌داده در ناحیه و اطراف آن می‌تواند پارامتر مناسب دیگری در تعیین میزان و پتانسیل خطرپذیری در استان چهارمحال و بختیاری باشد که ترکیب آن با سایر اطلاعات در نهایت میزان خطرپذیری لرزه‌ای را نشان می‌دهد. در این لایه، فاصله از زلزله‌های با بزرگای ۵/۵ و بالاتر مورد نظر بوده که در شکل ۱۹ نتیجه کار نشان داده شده است. بر این اساس، نقشه پهنه‌بندی دهستان‌های استان تهیه و به تفکیک نیز هریک اولویت‌بندی شد (شکل‌های ۲۱ و ۲۲).



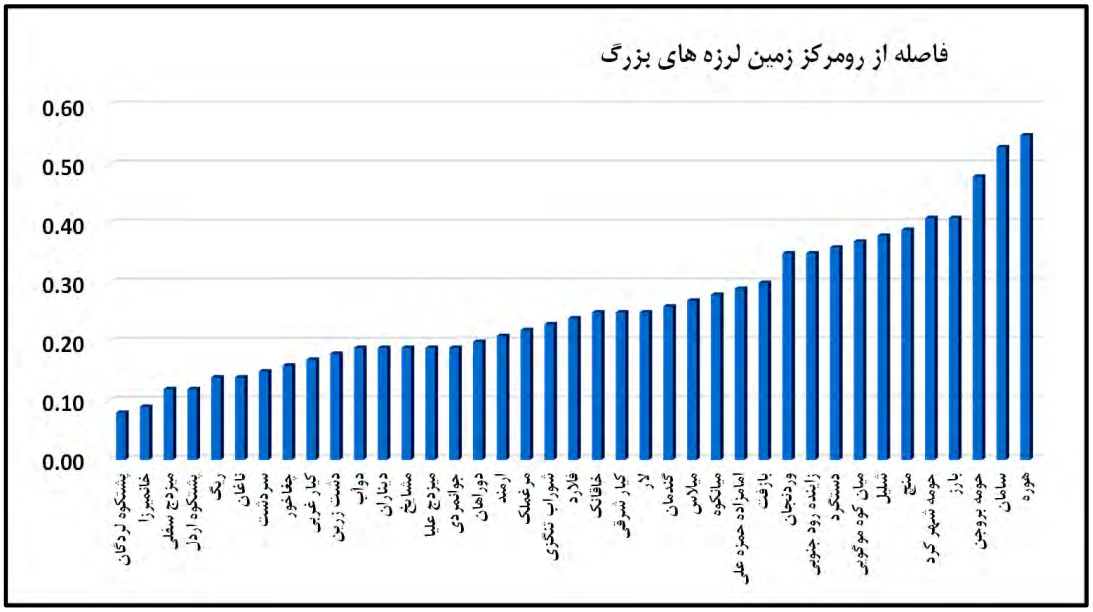
شکل ۲۰- نقشه فاصله از رومرکز زمین‌لرزه‌های بزرگ در استان چهارمحال و بختیاری و اطراف آن

جدول ۳- مشخصات گسل‌های محدوده و توان لرزه‌خیزی آنها

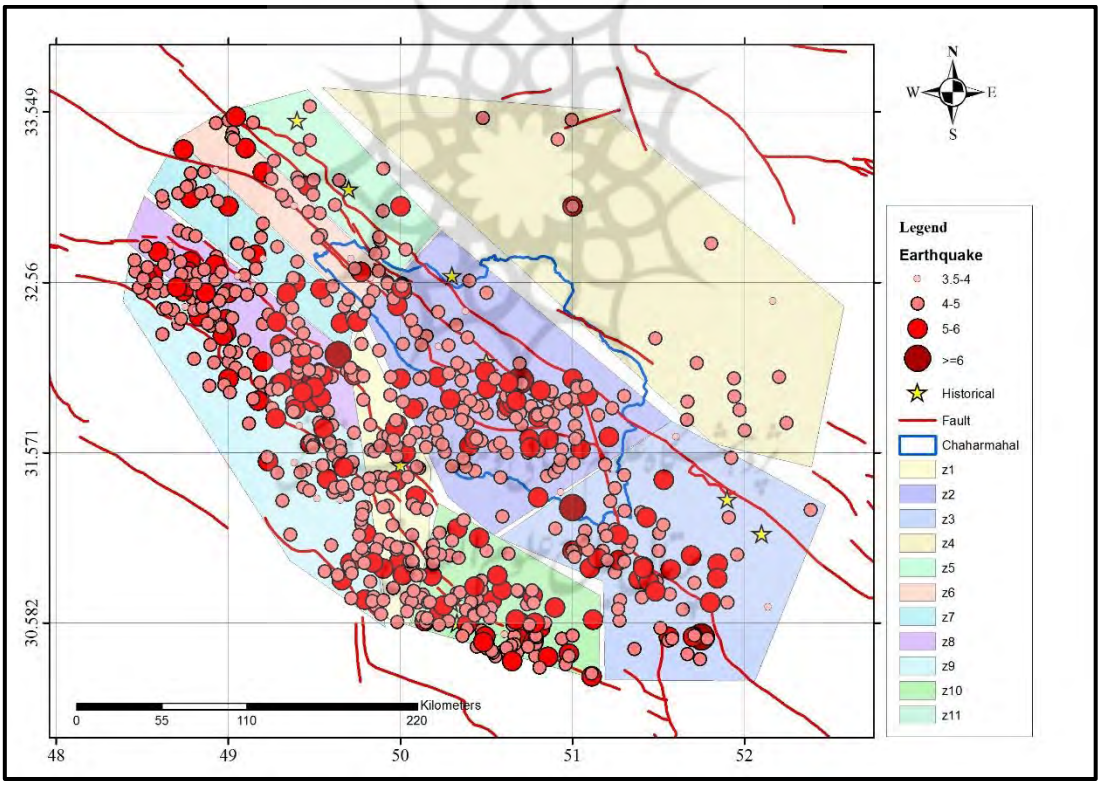
نام گسل	طول گسل به کیلومتر	Mw = 0.91 ln LR + 3.66	Mw=5.08+1.16logL	بزرگای میانگین
		LR = 0.37 LF	L=0.5LF	
گسل اردل- گسل اصلی جوان زاگرس	۲۰۵/۰۴	۷/۶	۷/۴	۷/۵
گسل بالارود-گسل پیشانی کوهستان	۴۷/۷۱۴	۶/۳	۶/۷	۶/۵
گسل دنا	۱۱۲/۰۳	۷/۰	۷/۱	۷/۱
گسل دزفول	۲۳۶/۹۵۰	۷/۷	۷/۵	۷/۶
گسل دوپلان-گسل زاگرس بلند	۹۵/۲۰	۶/۹	۷/۰	۷/۰
گسل زاگرس بلند	۳۹۸/۳۱	۸/۲	۷/۷	۸/.
IRQ264	۱۸۸/۷۶	۷/۵	۷/۴	۷/۴
گسل کازرون	۲۵/۸۳	۵/۷	۶/۴	۶/۰
گسل پیشانی کوهستان	۳۶۴/۱۸	۸/۱	۷/۷	۷/۹
گسل پیشانی کوهستان-میشان	۷۹/۲۸	۶/۷	۶/۹	۶/۸
گسل اصلی جوان زاگرس	۱۰۴/۴۶	۷/۰	۷/۱	۷/۰
گسل های زاگرس	۴۶۹/۰۹	۸/۴	۷/۸	۸/۱
گسل سبزکوه- گسل زاگرس بلند	۲۴۴/۳۶	۷/۷	۷/۵	۷/۶
گسل پیش ژرفای زاگرس	۶۳/۷۷	۶/۵	۶/۸	۶/۷



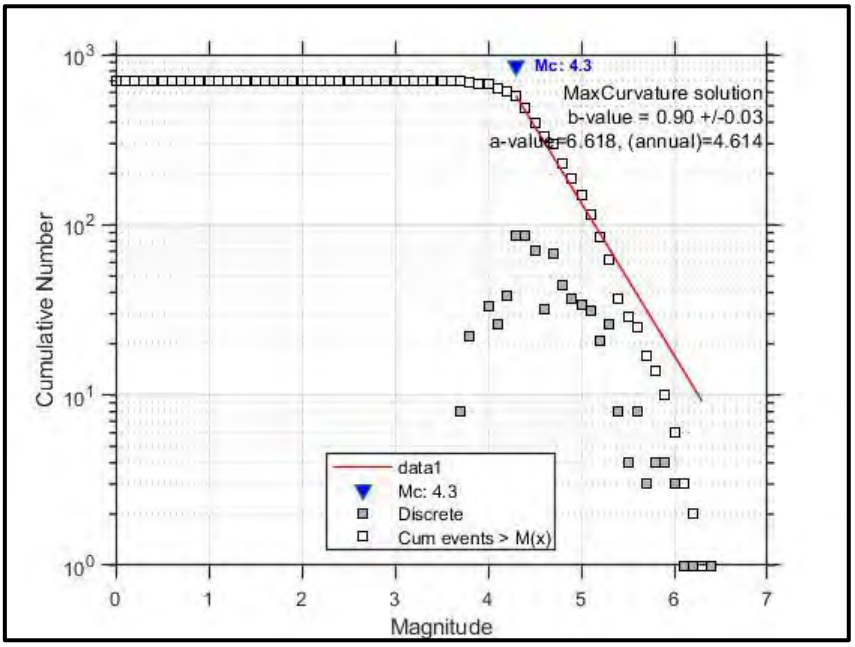
شکل ۲۱- نقشه پهنه‌بندی فاصله از زمین‌لرزه‌های بزرگ در دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری

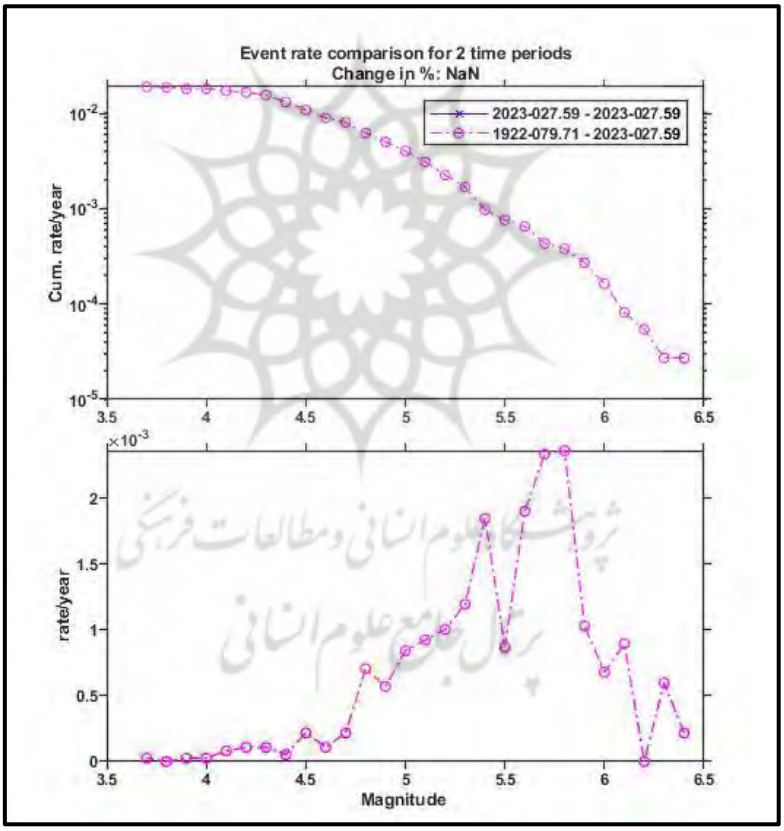


شکل ۲۲- تراکم فاصله از زمین‌لرزه‌های بزرگ در دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری



شکل۲۳- چشمه‌های لرزه‌ای تعیین شده برای گستره مورد مطالعه



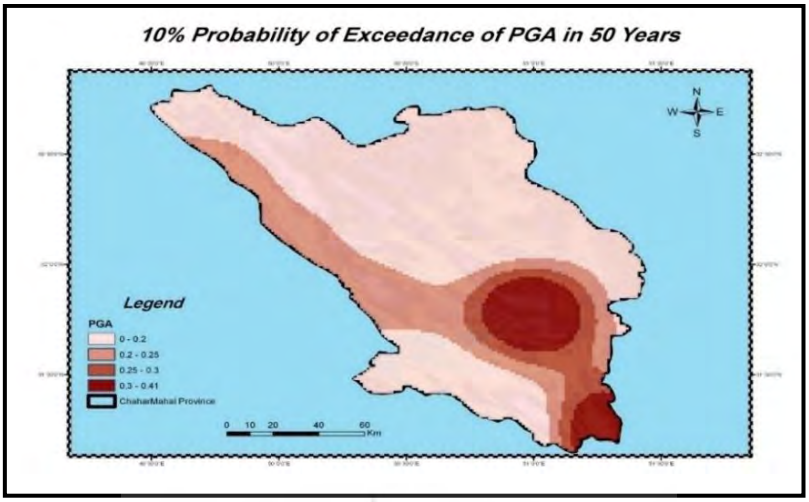


شکل۲۴-نمودار مربوط به bvalue (بالا) و Rate (پایین) چشمه‌های پهنه‌ای لرزه‌ای

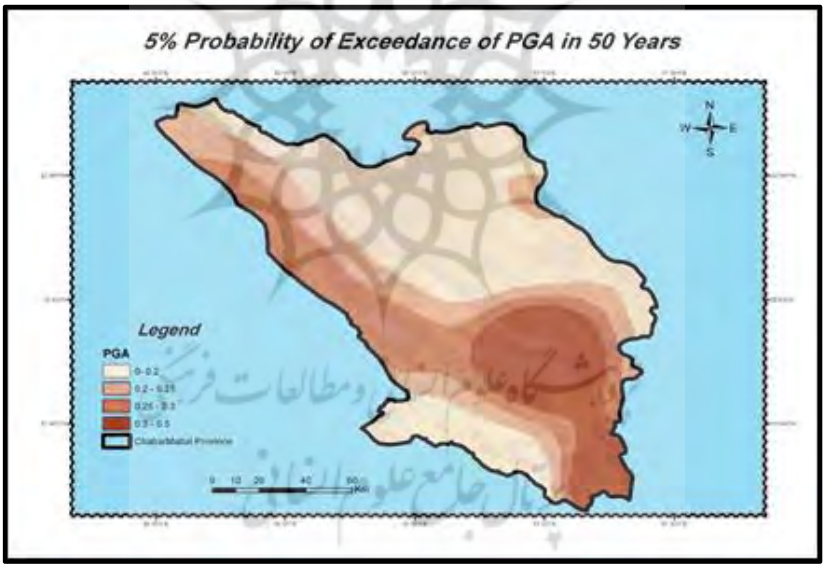
پهنه‌بندی خطر زلزله برای دوره بازگشت‌های ۴۷۵،۹۷۵ و ۲۴۷۵

در برآورد خطر زمین‌لرزه برای شبکه‌ای از نقاط، شتاب (معمولا شتاب افقی) ناشی از رویداد زمین‌لرزه در چشمه‌های بالقوه لرزه‌ای محاسبه و برای گستره مورد نظر نقشه پهنه‌بندی زمین‌لرزه ترسیم می‌شود. نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه برای دوره بازگشت ۴۷۵ ساله (۱۰ درصد فزونی در۵۰ سال) و ۹۷۵ ساله (۵ درصد فزونی در ۵۰ سال) و ۲۴۷۵ ساله (۱

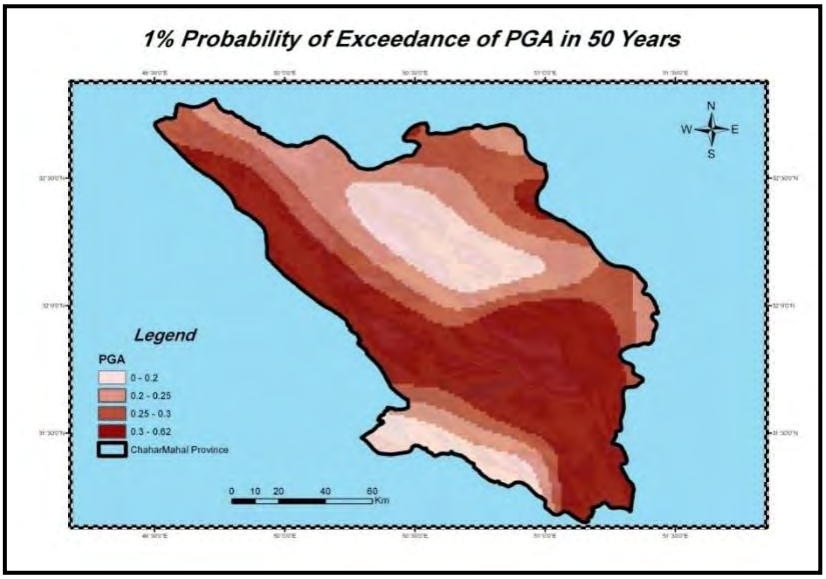
درصد فزونی در۵۰ سال) و برای پریود PGA (نقشه خطر) برای سنگ بستر لرزه‌ای قابل ارائه می‌باشد (شکل‌های ۲۵، ۲۶ و ۲۷)



شکل ۲۵- نقشه پهنه‌بندی خطر برای دوره بازگشت ۴۷۵ سال و پریود۰/۰۳ ثانیه



شکل ۲۶- نقشه پهنه‌بندی خطر برای دوره بازگشت ۹۷۵ ساله

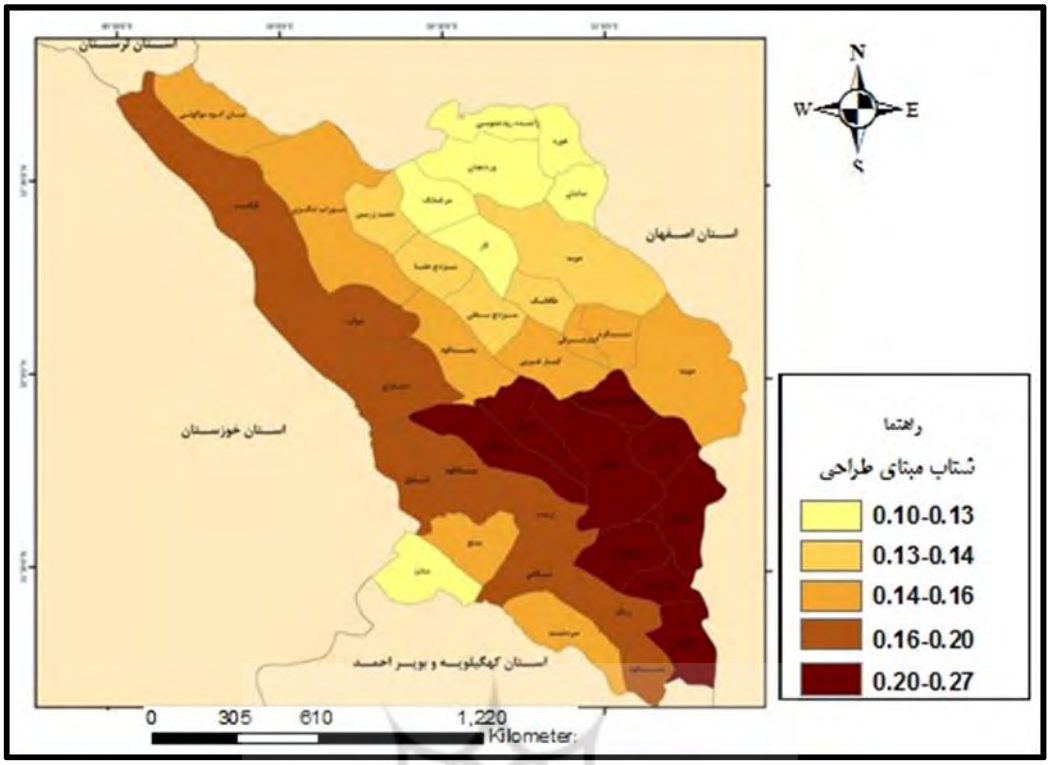


شکل ۲۷- نقشه پهنه‌بندی خطر برای دوره بازگشت ۲۴۷۵ سال و پریود ۰/۰۳ ثانیه

به عنوان نمونه، برای نقشه خطر دوره بازگشت ۴۷۵ ساله (شکل۲۴)، آن قسمت‌هایی از استان که در پهنه خطر بالا قرار گرفته‌اند (بیشینه شتاب افقی ۰/۳g و بزرگ‌تر)، منطبق بر روند چشمه‌های خطی جنوب و جنوب شرق استان، یعنی قطعات گسل کازرون می‌باشند. این گسل و به ویژه قطعات شمالی‌تر آن (قطعه یاسوج و سی‌سخت) و نیز گسل دنا بر اساس پارامترهایی که به آنها منتسب شده است، الگوی نقشه پهنه‌بندی خطر را کنترل می‌کنند. همچنین در منطقه خطر نسبتاً بالا که در شکل نقشه خطر ۴۷۵ ساله به صورت نواری حاشیه جنوب غربی استان را پوشش می‌دهد، منطقه، قابل انطباق با چشمه‌های لرزه‌ای اقتباس شده از گسل زاگرس مرتفع بوده و احتمال فزونی شتابی برابر تا ۰/۲۵gرا در یک دوره بازگشت ۴۷۵ ساله و برای سازه‌ای با عمر مفید۵۰ ساله می‌دهد. به همین ترتیب می‌توان برای نقشه‌های خطر ۹۷۵ و ۲۴۷۵ ساله نیز چنین الگویی را قابل تعمیم دانست.

اولـویت‌بندی دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری بر اساس شتاب مبنای طرح

دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری بر مبنای شتاب مبنای طرح(احتمال ۱۰٪ در۵۰ سال) اولویت‌بندی شد. این کار با توجه به هدف تحقیق حاضر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای اولویت‌بندی مکانی جهت ساخت‌وساز روستایی، مهمترین عامل شتاب در منطقه است. همانند سایر پارامترها، دهستان‌ها نیز به پنج رده طبقه‌بندی گردید که می‌تواند مبنای کار در برنامه‌ای پنج ساله باشد. در جدول۴ اولویت‌بندی بر اساس شتاب مبنای طرح انجام شده است. در شکل ۲۸، دهستان‌های استان بر اساس شتاب مبنای طرح پهنه‌بندی شده‌اند که بر این اساس در ۵ پهنه طبقه‌بندی می‌گردند.



شکل ۲۸- اولویت‌بندی دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری بر اساس شتاب مبنای طرح

جدول۴- اولویت‌بندی دهستان‌های استان چهار محال و بختیاری بر اساس شتاب مبنای طرح

اولویت	نام دهستان	شتاب مبنای طرح(g)
۱	لار ، هوره، مرغملک، زاینده‌رود جنوبی، وردنجان، بارز، سامان	۰/۰-۱/۱۳
۲	دشت زرین، میزدج علیا، حومه شهرکرد، میزدج سفلی، طاقانک	۰/۰-۱۳/۱۴
۳	دستگرد، کیار شرقی، سردشت، شوراب تنگزی، منج، کیار غربی، میان کوه موگویی، پشتکوه اردل، حومه بروجن،	۰/۰-۱۴/۱۶
۴	میلاس، شلیل، دیناران، ریگ، دوآب، بازفت، میانکوه، پشتکوه لردگان، ارمند،	۰/۰-۱۶/۲
۵	امامزاده حمزه علی، خانمیرزا، دوراهان، مشایخ، ناغان، جوانمردی، گندمان، چغاخور، فلارد،	۰/۰-۲/۲۷

۵- بحث و فرجام

استان چهارمحال و بختیاری از نظر شاخص‌های لرزه‌ای در منطقه فعالی قرار گرفته است. ۱۱ چشمه لرزه‌ای در این استان شناسایی گردیده است. Bvalue[۱] و Rate[۲] مربوط به این چشمه‌ها محاسبه شده است. دهستان‌های اولویت‌دار از نظر هر شاخص در این مطالعه مشخص شده‌اند. بر اساس تراکم زمین‌لرزه‌های بزرگ، دهستان‌های پشتکوه اردل و خانمیرزا بیشترین تراکم زمین‌لرزه‌ای در دهستان‌های این استان را داراست. بر اساس تراکم زمین‌لرزه‌های متوسط،

[۱] ضریب لرزه خیزی
[۲] نرخ رخداد

دهستان‌های شلیل، میانکوه، مشایخ، دیناران، ناقان، ارمند، منج و بارز نیز بیشترین تراکم زمین‌لرزه‌ای را در دهستان‌های این استان داراست. بر اساس تراکم زمین‌لرزه‌های کوچک، دهستان‌های ریگ، خانمیرزا، جوانمردی، میلاس، فلارد و سردشت نیز بیشترین تراکم زمین‌لرزه‌ای را در دهستان‌های این استان داراست. بر اساس فاصله از زمین‌لرزه‌های بزرگ، دهستان‌های پشتکوه اردکان، خانمیرزا، میزدج سفلی، پشتکوه اردل، ریگ و ناغان دارای کمترین فاصله از زمین‌لرزه‌های بزرگ هستند.

به منظور تعیین شتاب مبنای طرح که مهمترین شاخص لرزه‌ای است، تحلیل خطر زلزله برای دوره بازگشت‌های ۴۷۵،۹۷۵ و ۲۴۷۵ سال انجام شد. بر اساس شتاب مبنای طرح بدست آمده از تحلیل خطر، دهستان‌های لار، هوره، مرغملک، زاینده‌رود جنوبی، وردنجان، بارز و سامان با شتاب ۰/۱۳-۰/۱در اولویت اول قرار گرفته‌اند. جدول اولویت‌بندی بر اساس شتاب مبنای طرح ارائه شده است که می‌تواند مبنایی برای برنامه‌های مقاوم‌سازی ساخت‌وساز روستایی استان چهارمحال و بختیاری باشد.

۶- منابع

آمار نفوس و مسکن (۱۳۹۵). سرشماری عمومی نفوس و مسکن مرکز آمار ایران.

آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله- استاندارد۲۸۰۰ (۱۳۹۳). *انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی*، نشریه شماره ۲۵۳ ویرایش سوم،۲۱۲-۱.

رجبی، معصومه و بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۴). بررسی مخاطرات محیطی و ژئومورفولوژی در محدوده سکونت‌گاه‌های روستایی، مطالعه موردی (بخش آذرشهر)، *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۴ (۱۹)، ۱۰۸-۷۹.

رمضان‌زاده لسبویی، مهدی، عسگری، علی و بدری، علی (۱۳۹۳). زیرساخت‌ها و تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی با تأکید بر سیلاب (منطقه مورد مطالعه: مناطق نمونه گردشگری چشمه‌کیله تنکابن و سردآبرود کلاردشت)، *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱(۱)، ۵۲-۳۵. http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2313-fa.html.

ریاحی، وحید و موسوی، مریم (۱۴۰۰) . سنجش میزان آسیب‌پذیری سکونت‌گاه‌های روستایی در برابر زلزله؛ مطالعه موردی: دهستان پیان در شهرستان ایذه، *روستا و توسعه پایدار فضا*، ۲ (۱)، ۱۸-۱.https://doi.org/10.22077/vssd.2021.4494.1031

طیب‌نیا، سید هادی و ابراهیمی‌پور، فائزه (۱۴۰۰). تحلیل مکانی تاب‌آوری نواحی روستایی در برابر زلزله (مورد مطالعه: دهستان دولت آباد در شهرستان جیرفت)، *روستا و توسعه پایدار فضا*، ۲(۱)، ۸۰-۵۹. https://doi.org/10.22077/vssd.2021.4504.1033

عنابستانی، علی‌اکبر، جوانشیری، مهدی، محمودی، حمیده و دربان‌آستانه، محمدرضا (۱۳۹۶). تحلیل فضایی سطح تاب‌آوری سکونت‌گاه‌های روستایی در برابر مخاطرات محیطی(مورد مطالعه: بخش مرکزی شهرستان فاروج)، *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۴ (۴)، ۳۸-۱۷. http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2722-fa.html

عینالی، جمشید (۱۳۸۸). ظرفیت‌سازی برای کاهش اثرات سوانح طبیعی(زلزله) در مناطق روستایی، مطالعه موردی شهرستان خدابنده؛ *رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس* تهران. https://elmnet.ir/doc/10455491-12402

فراهانی، حسین، عینالی، جمشید و قاسمی ویری، حمید (۱۳۹۳). نقش توسعه ظرفیتی در مدیریت کاهش خطر زلزله در مناطق روستایی (مطالعه موردی: شهرستان ابهر، دهستان سنبل‌آباد)، *مسکن و محیط روستا*، ۲(۱۴۵)، ۷۴-۶۳. http://jhre.ir/article-1-502-fa.html

فرجی سبکبار، حسنعلی، بدری، سید علی، عباس یورکی، رضا و عباسی ورکی، الهام (۱۳۹۳). تحلیل فضایی اثرات مخاطرات طبیعی در نواحی روستایی با استفاده از مدل مولفه‌های اصلی‌وزن‌جغرافیایی(مطالعه موردی: حوضه الموت قزوین)، *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۳(۲)، ۱۲۸-۱۱۱. https://doi.org/10.22067/geo.v3i2.27223

کیخا، زهرا، بذرافشان، جواد، قنبری، سیروس و کیخا، عالمه (۱۴۰۱). تحلیل فضایی میزان برخورداری جامعه محلی از شاخص‌های کالبدی-محیطی موثر بر تاب‌آوری در برابر مخاطرات محیطی (مطالعه موردی: روستاهای منطقه سیستان)، *روستا و توسعه پایدار فضا*، ۳(۱۱)، ۳۴-۲۰. https://doi.org/10.22077/vssd.2022.5054.1075

ویسی، فرزاد (۱۳۹۵). ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی سکونت‌گاه‌های روستایی از دیدگاه دهیاران (مطالعه موردی: بخش مرکزی شهرستان مریوان)، *امداد و نجات*، ۸ (۴)، ۱۸-۱. http://ensani.ir/fa/article/504737 /

Ambraseys, N. N., & Melville, C. P. (2005). *A history of Persian earthquakes*. Cambridge university press. https://books.google.com/books/about/A_History_of_Persian_Earthquakes.html?id=1JkfKub5vak

America, O. (2009). Exposed: Social vulnerability and climate change in the US Southeast. Oxfam America. https://www.oxfamamerica.org/explore/research-publications/exposed-social-vulnerability-and-climate-change-in-the-us-southeast/

Arya, A. (2003). Guidelines for Earthquake Resistant Design, Construction and Retrofitting of Buildings in Afghanistan. *United Nations Centre for Regional Development* (UNCRD). https://rajibshaw.org/wpRS/wp-content/uploads/2018/09/afghanistan_guidelines_partA.pdf

Bankoff, G., Frerks, G., Hilhorst, T., & Hilhorst, D. (Eds.). (2004). Mapping vulnerability: disasters, development, and people. *Routledge*. https://www.routledge.com/Mapping-Vulnerability-Disasters-Development-and-People/Bankoff-Hilhorst-Frerks/p/book/9781853839641

Berberian, M., & Navai, I. (1977). Naghan (Chahar Mahal Bakhtiari, High Zagros, Iran) earthquake of April 6, 1977; a preliminary field report and a seismotectonic discussion. *Geological Survey* Iran, 40, 51-77. https://www.academia.edu/13322585/Naghan_Chahar_Mahal_Bakhtiari_High_Zagros_Iran_Earthquake_of_6_April_1977_A_Preliminary_Field_Report_and_a_Seismotectonic_Discussion_Berberian_M_and_Navai_I_1977

Brennan, M. A., & Flint, C. G. (2007). Uncovering the hidden dimensions of rural disaster mitigation: Capacity building through community emergency response teams. Journal of Rural Social Sciences, 22(2), 26-111. https://egrove.olemiss.edu/jrss/vol22/iss2/7/

Caruson, K., & MacManus, S. A. (2008). Disaster vulnerabilities: How strong a push toward regionalism and intergovernmental cooperation?. *The American Review of Public Administration*, 38(3), 286-306. http://dx.doi.org/10.1177/0275074007309152

Chang, S. E., & Shinozuka, M. (2004). Measuring improvements in the disaster resilience of communities. Earthquake spectra, 20(3), 739-755. https://doi.org/10.1193/1.1775796

Cutter, S. L., Ash, K. D., & Emrich, C. T. (2016). Urban–rural differences in disaster resilience. *Annals of the American Association of Geographers*, 106(6), 1236-1252. https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1194740

Doherty, G. W. (2004). Crises in rural America: Critical incidents, trauma and disasters. Traumatology, 10(3), 145-164. https://doi.org/10.1177/153476560401000302.

Downey, D. C. (2016). Disaster recovery in black and white: A comparison of New Orleans and Gulfport. *The American Review of Public Administration*, 46(1), 51-74. https://doi.org/10.1177/0275074014532708

Elliott, J. R., & Pais, J. (2010). When nature pushes back: Environmental impact and the spatial redistribution of socially vulnerable populations. *Social Science Quarterly*, 91(5), 1187-1202. https://doi.org/10.1111/j.1540-6237.2010.00727.x.

Hauer, M. E. (2017). Migration induced by sea-level rise could reshape the US population landscape. *Nature Climate Change*, 7(5), 321-325. https://doi.org/10.1038/nclimate3271

Janssen, D. (2006). Disaster planning in rural America. Public Manager, 35(3), 40-43.

MAHDI, T., & MAHDI, A. (2014). DESIGN AND CONSTRUCTION PRACTICES IN RURAL AREAS OF IRAN. *Second European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*, Istanbul. https://www.researchgate.net/publication/266153670_DESIGN_AND_CONSTRUCTION_PRACTICES_IN_RURAL_AREAS_OF_IRAN

Mogle, D. (2017). East Texas tornadoes case study to help rural communities prepare for and deal with disasters. *Tyler Morning Telegraph*. Retrieved from https://www.cbs19.tv/article/news/east-texas-tornadoes-case-study-to-help-rural-communities-prepare-for-and-deal-withdisasters/501-503997125.

Perry, R. W., & Lindell, M. K. (1997). Principles for managing community relocation as a hazard mitigation measure. *Journal of contingencies and crisis management*, 5(1), 49-59. https://doi.org/10.1111/1468-5973.00036

Wisner, B. (2004). At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters. *Psychology Press*. https://www.routledge.com/At-Risk-Natural-Hazards-Peoples-Vulnerability-and-Disasters/Blaikie-Cannon-Davis-Wisner/p/book/9780415252164

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی