

ارزیابی آسیب پذیری فیزیکی سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) با استفاده از مدل تصمیم‌گیری کوپراس (مطالعه موردی روستاهای دهستان چالان‌چولان شهرستان درود)

مهدی پورطاهری¹، علی حاجی‌نژاد²، احداالله فتاحی^{3*}، رضا نعمتی⁴

- 1- استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
- 2- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ایران
- 3- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تربیت مدرس و مدرس مدعو دانشگاه پیام‌نور نورآباد واحد دلفان، تهران، ایران
- 4- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تربیت مدرس و مدرس مدعو دانشگاه پیام‌نور واحد الشتر، تهران، ایران

دریافت: 92/8/13 پذیرش: 93/2/30

چکیده

رتبه‌بندی میزان آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها درمقابل مخاطرات طبیعی امری حیاتی در مدیریت ریسک و کاهش آسیب‌پذیری آن است. هدف این پژوهش، شناخت و طراحی فرایند تحلیل مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره کوپراس در رتبه‌بندی سکونتگاه‌های روستایی براساس میزان آسیب‌پذیری فیزیکی در برابر مخاطرات (زلزله) است. روش تحقیق توصیفی - تحلیلی است. به این منظور، برای شناسایی شاخص‌های آسیب‌پذیری با تأکید ویژه بر مناطق روستایی از مطالعات مرتبط با حوزه تخصصی آسیب‌پذیری بهره گرفته شد. براساس این، سیزده شاخص شناسایی شد و برای جمع‌آوری اطلاعات میزان آسیب‌پذیری روستاهای مورد مطالعه در دهستان چالان‌چولان استان لرستان پس از زلزله سال 1385 مبنا قرار گرفت. اطلاعات گردآوری‌شده در فرایند انجام کار پس از نرمال‌سازی شاخص‌ها و وزن‌دهی به آن‌ها، در فرایند مدل کوپراس به کار گرفته و براساس آن، روستاهای مورد مطالعه رتبه‌بندی شدند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد با توجه به متنوع و گسسته بودن شاخص‌های آسیب‌پذیری فیزیکی، این مدل می‌تواند در رتبه‌بندی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها درمقابل زلزله قابلیت زیادی داشته باشد. نتایج مدل کوپراس نشان می‌دهد روستاهای بابا پشمان، دوسر و گاراژ به ترتیب

Email: fatahi.ahad@yahoo.com

*نویسنده مسئول مقاله:



بیشترین آسیب پذیری و روستاهای حشمت آباد، بهزادآباد و احمدآباد کمترین آسیب پذیری را در زلزله سال 1385 دشت سیلاخور استان لرستان داشته‌اند. بنابراین، نتایج برآمده از مدل کوپراس از آنجا که با واقعیت‌های تجربی و محلی منطبق است، می‌تواند برای رتبه‌بندی میزان آسیب پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر زلزله ابزار مناسبی باشد.

واژه‌های کلیدی: مخاطرات طبیعی، زلزله، آسیب‌پذیری، مدل کوپراس، دهستان چالان‌چولان.

1- مقدمه

مخاطرات طبیعی¹ با انواع گوناگون و گستره نفوذشان پدیده‌هایی تکرارشدنی و ویرانگر هستند که همواره در طول دوران حیات کره زمین وجود داشته و پس از پیدایش بشر نیز همیشه خطر جدی برای انسان‌ها بوده‌اند. بنابراین، می‌توان اذعان کرد هیچ جامعه‌ای ادعای ایمن بودن از مخاطرات طبیعی را ندارد و انسان‌ها همواره با تأثیرات ذهنی و عینی زیان‌بار روبه‌رویند. با مرور پیشینه تاریخی حوادث رخ داده در کشور می‌توان دریافت که ایران به دلیل دارا بودن ساختارهای مکانی - فضایی ویژه، همواره بحران‌های طبیعی زیادی را متحمل شده و در زمره آسیب‌پذیرترین نقاط جهان در برابر مخاطرات طبیعی بوده است (بیرودیان، 1385: 15). براساس مطالعات زمین‌شناختی، حدود 97 درصد شهرها و به‌ویژه روستاهای کشور ما در معرض خطرهای ناشی از وقوع زلزله هستند (گلابچی و طیبات، 1386: 1).

واقعیت آن است که سوانح طبیعی به‌عنوان تهدیدی درحال رشد در ارتباط با رفاه و توسعه جوامع روستایی مطرح‌اند و خسارت‌های ناشی از سوانح طبیعی هم از دیدگاه تکرار و هم از نظر صدماتی که به‌بار می‌آورند، بر جامعه روستایی اثر می‌گذارند (پورطاهری، 1392: 1). وقتی سانحه‌ای طبیعی (زلزله) اتفاق می‌افتد، در مناطق روستایی آثار جبران‌ناپذیری را به‌لحاظ ابعاد محیطی، اجتماعی و اقتصادی برجای می‌گذارد (پیشان، 1390: 2). با توجه به این واقعیت، باید اذعان کرد وقوع مخاطرات طبیعی و تأثیرها و پیامدهای آن‌ها در ایران و در عرصه‌های مختلف مکانی و فضایی به‌ویژه مناطق روستایی هیچ‌گاه از بین نمی‌رود و همواره احتمال آسیب‌رسانی آن‌ها به فرایند توسعه وجود خواهد داشت (پورطاهری، سجاسی قیداری و صادقلو، 1390: 35). بدین ترتیب، ضروری است که در این زمینه با اتخاذ رویکرد توسعه

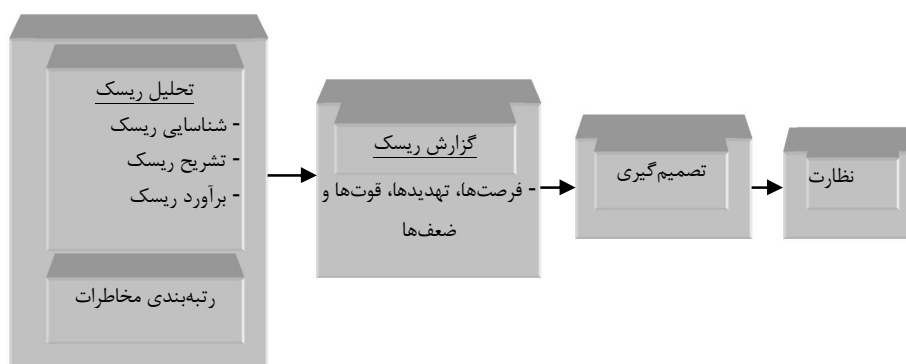
1. natural hazards

پایدار روستایی مبتنی بر مدیریت خطر، و تدوین و به‌کارگیری شیوه‌های مناسب، به کاهش آثار نامطلوب مخاطرات طبیعی در مناطق روستایی اقدام کرد. در این میان طی سال‌های اخیر، توجه به روش‌های رتبه‌بندی در مطالعات محیطی به‌ویژه مدیریت ریسک مخاطرات طبیعی و به‌کارگیری این روش‌ها، گسترهٔ زیادی یافته‌اند. پیامدهای مخاطرات طبیعی در واقع فقط از راه برنامه‌ریزی صحیح و استفاده از شیوه‌ها و ابزارهای جدید مدیریتی کاهش می‌یابند؛ بنابراین لازم است به‌صورت نظام‌مند به شناخت و درک عمیق فرایندهای مؤثر در بروز مخاطرات و برنامه‌ریزی بهتر به‌منظور حذف یا کاهش ابعاد مختلف پیامدها و آسیب‌های ناشی از آن‌ها در داخل کشور پرداخت. در این زمینه، بهره‌گیری از روش‌ها و مدل‌های تصمیم‌گیری برای سازمان‌دهی و برنامه‌ریزی بهینه به‌منظور کاهش مخاطرات طبیعی، اهمیت فراوان دارد. بر همین اساس، نگارندگان در تحقیق حاضر در پی آن هستند تا مدل کوپراس را به‌عنوان یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، برای رتبه‌بندی آسیب‌پذیری فیزیکی سکونتگاه‌ها در مناطق روستایی در دهستان چالان‌چولان ارزیابی کنند. به عبارت دیگر، این سؤال در فرایند تحقیق مطرح است که مدل کوپراس به‌عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، تا چه اندازه برای رتبه‌بندی آسیب‌پذیری فیزیکی سکونتگاه‌های روستایی در مقابله با مخاطرات طبیعی (زلزله) کارایی دارد.

2- مبانی نظری تبیین‌کنندهٔ آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر زلزله

انسان در طول تاریخ همواره با زلزله که سانحه‌ای طبیعی است، مواجه بوده و زبان‌های اجتماعی و اقتصادی فراوانی را بر اثر آن متحمل شده است. آنچه زلزله را به سانحه تبدیل می‌کند، ناآگاهی انسان و ناتوانی در رویارویی با آن است. پیامدهای این سانحه عموماً با گسترده‌ترین دخالت‌های نسنجیدهٔ انسانی در محیط‌های طبیعی، از جمله ساخت‌وساز در حریم گسل‌ها و بی‌توجهی به ضوابط و استانداردهای ساخت‌وساز یا فقدان آن‌ها تشدید می‌شود. این موارد و بسیاری دیگر از عوامل موجب شده است تهدید سوانح حاصل از وقوع پدیده‌های طبیعی به‌ویژه زلزله شدت یابد و بر اثر وقوع آن، بحران‌های زیادی در جوامع انسانی ایجاد شود. بنابراین، مدیریت سوانح به‌منظور کاهش هرچه بیشتر تأثیر سوء این موارد برای جامعه

ضروری است و به این منظور دانشی باعنوان «مدیریت ریسک» به‌وجود آمده است (حاتمی‌نژاد، فتحی و عشق‌آبادی، 1388: 1). اگر تعریف «مدیریت ریسک» به‌کارگیری مجموعه‌ای از فرایندهای مورد نیاز برای شناسایی، تجزیه و تحلیل، و واکنش درمقابل بحران با هدف کمینه‌سازی خطرهای و پیامدهای ناگوار آن باشد، در این صورت، شناسایی و برآورد مهم‌ترین پیامدهای مخاطرات در هر منطقه بسیار اهمیت دارد. از ویژگی‌های مهم مدیریت ریسک، درنظر گرفتن چشم‌انداز کلی و تأثیر مستقیم در مراحل بعدی مدیریت بحران است (سیاح مفضلی و صفی، 1389: 22). همان‌طور که شکل شماره یک نشان می‌دهد، مدیریت ریسک سلسله‌مراتبی از اقدامات را به‌صورت فرایندی عرضه می‌کند که در آن تحلیل ریسک با مضامین اصلی خود، یعنی شناسایی، تشریح و برآورد ریسک بسیار اهمیت دارد.



شکل 1 فرایند مدیریت ریسک

در یک تقسیم‌بندی کلی، عناصر اصلی ریسک را می‌توان در قالب موقعیت، ساختارها، مخاطرات و آسیب‌پذیری طبقه‌بندی کرد (Ghafory Ashtyani, 2005: 15). بنابراین، آسیب‌پذیری یکی از عناصر کلیدی ریسک مخاطرات قلمداد می‌شود. آسیب‌پذیری دربرابر مخاطرات طبیعی درنتیجه ترکیب پیچیده‌ای از عوامل طبیعی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و اقتصادی است که مردم را مجبور می‌کند در نواحی با ریسک بالا زندگی کنند (Kusumasari, Alam & Siddiqui, 2010: 439). پژوهشگران این حوزه با توجه به تخصص خود، درباره

مفهوم آسیب‌پذیری تعریف‌های مختلفی بیان کرده‌اند؛ اما درباره مخاطرات طبیعی تعریف‌های موجود از آسیب‌پذیری را می‌توان به شرح جدول شماره یک بیان کرد.

جدول 1 تعریف‌های آسیب‌پذیری از دیدگاه صاحب‌نظران این حوزه

مأخذ	آسیب‌پذیری
(The World Bank, 2006: 1)	آسیب‌پذیری - پتانسیل رنج بردن از آزار و زیان ناشی از ریسک مخاطرات طبیعی - شامل ظرفیت پیش‌بینی ریسک، انطباق با آن، مقاومت کردن در برابر آن و بازیابی و بهبود یافتن از آثار آن است.
(UN/ISDR, 2007)	آسیب‌پذیری یک آشفتگی جدی در عمل‌کردهای یک جامعه محلی قلمداد می‌شود که به بروز خسارت‌های گسترده انسانی، اقتصادی و... می‌انجامد.
(Tng, 2004: 8)	شرایطی که به‌وسیله عوامل فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی به سکونتگاه‌های انسانی تحمیل می‌شود.
(Thomas, 2004, 3)	آسیب‌پذیری به مجموعه‌ای از شرایط و فرایندهای ناشی از عوامل فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی گفته می‌شود که استعداد و آمادگی جوامع محلی برای مقابله با مخاطرات را کاهش می‌دهد.
(Weichselgartener, 2001: 5)	از توان و ابزارهای مناسب برای محافظت خود و دارایی‌ها در برابر آثار مخاطرات طبیعی برخوردار نباشند.

(منبع: یافته‌های نگارندگان، 1392)

درمجموع می‌توان گفت آسیب‌پذیری میزان حساسیت یک جامعه یا گروه درمقابل حوادث از یک‌سو و بزرگی و گستردگی خسارت هنگام وقوع آن از سوی دیگر است. آسیب‌پذیری هر عنصر معمولاً به‌صورت یک درصد یا تلفات (مقداری بین 0 تا 1) برای یک شدت خطر مشخص بیان می‌شود. روش اندازه‌گیری خسارت به عناصر در خطر بستگی دارد و ممکن است به‌صورت نسبت تعداد کشته‌ها یا زخمی‌ها به کل جمعیت، به‌عنوان هزینه ترمیم یا درجه خسارت‌های فیزیکی تعریف‌شده در یک مقیاس معین، اندازه‌گیری شود. در تعداد زیاد عناصر مانند ساختمان‌ها می‌توان آسیب‌پذیری را با نسبت



ساختمان‌هایی که دچار سطح مشخصی از خسارت‌ها شده‌اند، تعریف کرد (درخشان، 1387: 16). براساس تحلیل گزارش جهانی حوادث، سطح آسیب پذیری عرصه‌های فضایی با سطح توسعه یافتگی و وجود زیرساخت‌های اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی ارتباط مستقیمی دارد. برای مثال، سرمایه‌گذاری برای توسعه و بهبود زیرساخت‌های اساسی هر کشور خسارت‌های انسانی و مادی ناشی از مخاطرات را کاهش می‌دهد (Red Cross, 2001: 3).

به‌طور کلی، ابعاد و شاخص‌های مؤثر بر آسیب‌پذیری در فضای سکونتگاهی به‌طور کلی و سکونتگاه‌های روستایی در چهار بعد «فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی» دسته‌بندی می‌شود. در بخش فیزیکی و اقتصادی می‌توان مواردی مانند تخریب زیرساخت‌هایی مثل راه‌ها، خانه‌ها، خط‌های آب‌رسانی، گازرسانی، برق و ازبین رفتن منابع کشاورزی و دامی؛ در بخش اجتماعی تلفات جانی، تخلیه روستاها، شیوع بیماری و ایجاد وحشت؛ در بخش محیطی نیز فرسایش خاک، تخریب منابع طبیعی، پوشش گیاهی، مزارع و جنگل‌ها، و اختلال در چرخه زیست‌محیطی را نام برد. براساس معیارهای یادشده می‌توان نتیجه گرفت آسیب‌پذیرترین قشر در بین افراد در معرض سانحه زلزله در مناطق روستایی، افرادی هستند که در مناطق با ریسک بالا زندگی می‌کنند و در برابر پدیده تنش‌سازی زلزله حساسیت زیادی دارند و درنهایت، برای مقابله با زلزله دارای مهارت، دانش و ساختارهای نامناسبی هستند (Jigasu, 2002: 12).

همان‌طور که گفته شد، ارزیابی مخاطرات طبیعی و آثار آن‌ها امری حیاتی در مدیریت ریسک است. یکی از مهم‌ترین مراحل برنامه‌ریزی فضایی، شناسایی و رتبه‌بندی مخاطرات طبیعی و پیامدهای آن‌ها در مکان‌های مختلف جغرافیایی است. به این ترتیب، ضروری است در این زمینه با اتخاذ رویکرد توسعه پایدار روستایی مبتنی بر مدیریت ریسک، به کاهش آثار نامطلوب مخاطرات طبیعی در مناطق روستایی اقدام کرد. بر این مبنا، طی سال‌های اخیر، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در مطالعات محیطی گستره زیادی داشته است؛ به‌طوری که در دهه اخیر، کشورهای توسعه‌یافته با بهره‌گیری از مدل‌های بسط‌یافته تصمیم‌گیری در شاخه‌های مختلف مطالعات محیطی، این مدل‌ها را معرفی کرده‌اند. رتبه‌بندی آسیب‌پذیری فیزیکی سکونتگاه‌های روستایی در یک محدوده

جغرافیایی که به‌منظور شناخت دقیق ابعاد آسیب‌پذیر جهت کاهش آثار زیان‌بار آنان انجام می‌شود، از کاربردهایی است که تاکنون به‌طور جدی در کشورهای درحال توسعه مورد توجه نبوده است؛ درحالی که شواهدی مبنی بر کاربرد عملی این روش‌ها در کشورهای توسعه‌یافته دنیا جهت رتبه‌بندی آسیب‌پذیری فیزیکی این سکونتگاه‌ها وجود دارد؛ زیرا در تحلیل و ارزیابی ریسک، رتبه‌بندی مخاطرات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و قادر است برنامه‌ریزان را در تخصیص بهینهٔ امکانات و منابع، و نیز کاهش و پیش‌گیری به‌موقع از خسارت‌های احتمالی یاری رساند.

بیشتر این تحقیقات با بهره‌گیری از روش‌های غربال‌زنی از طریق توجه به معیارهای فراوانی، شدت، میزان اطلاعات در دسترس، آگاهی و اهمیت مخاطرات، به شناسایی اولیهٔ اقدام کرده و سپس به‌کمک یکی از روش‌های تصمیم‌گیری‌های چندشاخصه به رتبه‌بندی مخاطرات پرداخته‌اند (لی به‌نقل از پورطاهری، سجاسی قیداری و صادق‌لو، 1390: 34). در این میان، روش‌ها و مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه که از اوایل دههٔ 1970م شکل گرفته و توسعه یافته‌اند، کاربرد بیشتری دارند. هریک از این مدل‌های تصمیم‌گیر قابلیت‌ها و محدودیت‌هایی نیز دارند که لازم است پس از شناخت آن‌ها، روش مناسب‌تر را برگزید.

3- منطقهٔ مورد مطالعه

شهرستان دورود با مساحتی بالغ بر 1374 کیلومتر مربع و ارتفاع 1450 متری از سطح دریا، در انتهای گردنهٔ غربی اشتران‌کوه واقع شده و از شمال به سربند (استان مرکزی)، از شرق به ازنا، از غرب به خرم‌آباد و از شمال غربی به بروجرد محدود است (مرکز آمار ایران، 1386). دهستان چالان‌چولان که در قسمت شمالی بخش سیلاخور و شمال شهرستان دورود واقع شده، از شمال به دهستان شیروان (در بخش شهرستان بروجرد)، از شمال شرقی و شرق به دهستان‌های مالمیر و سربند (در بخش هندودر شهرستان سربند در استان مرکزی)، از جنوب به دهستان سیلاخور و از غرب به دهستان‌های قائدرحمت و رازان (در بخش زاغهٔ شهرستان خرم‌آباد) محدود است. این دهستان 25 روستای مسکونی دارد. از میان این روستاها، 20 روستا که در زلزلهٔ سال 1385 آسیب دیده‌اند، به‌عنوان روستاهای نمونه انتخاب شده‌اند.

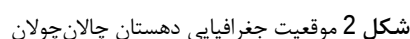
مهدی پورطاهری و همکاران _____ ارزیابی آسیب پذیری فیزیکی سکونتگاه‌های ...

(خجسته‌نسب، 1390: 128). در جدول و شکل شماره دو، نام و موقعیت روستاهای مورد مطالعه آمده است.

جدول 2 روستاهای مورد مطالعه

ردیف	نام روستا	تعداد خانوار	جمعیت	ردیف	نام روستا	تعداد خانوار	جمعیت
1	عربان	142	567	11	دوسر	62	272
2	باباشمان	61	228	12	ده حاجی	95	385
3	بهبادآباد	63	276	13	زرگران سفلی	58	294
4	احمدآباد	188	801	14	زرگران علیا	190	704
5	پشته سفلی	21	87	15	زرین خانی	15	50
6	پشته علیا	17	79	16	کارخانه سفیدکن	639	155
7	پهلوان کل	144	551	17	گاراژ	98	375
8	حشمت‌آباد	26	120	18	میدان	112	421
9	حشوید	46	210	19	نیله سفید	49	200
10	حیدرآباد	36	144	20	یکدانگ	99	406

(منبع: مرکز آمار ایران، 1385)



روى کرد کلى اين پژوهش از نوع پژوهش‌هاى كمى و از نظر شيوه گردآورى داده‌ها مبتنى بر داده‌هاى کتابخانه‌اى - اسنادى و پيمائش ميدانى است. در گام نخست، براى شناسايى شاخص‌هاى تبين‌کننده آسيب‌پذيرى مخاطرات طبيعى (زلزله) با تأکيد ويژه بر مناطق روستايى، از مطالعات مرتبط با حوزه تخصصى بهره گرفته شده است. براساس اين، دوازده شاخص مطابق جدول شماره سه شناسايى شده؛ سپس از طريق ارگان‌هاى مرتبط و اسناد و مدارک، اطلاعات مربوط به شاخص‌ها جمع‌آورى شده است.

37



آسیب‌پذیری افزایش پیدا می‌کند؛ برای مثال، عمر واحد مسکونی هرچه بیشتر باشد، میزان آسیب‌پذیری آن در برابر مخاطرات زیاد می‌شود. در پایان، پس از جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، جهت رتبه‌بندی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستاهای دهستان چالان‌چولان از مدل کوپراس بهره گرفته شده است.

جدول 3 قلمروها و معیارهای سنجش آسیب‌پذیری فیزیکی روستاها

قلمرو	معیارها	نوع معیار Z	واحد اندازه‌گیری
3.1.1	X_1 عمر واحد مسکونی	-	هرچه عمر واحد مسکونی کمتر باشد، مثبت‌تر است.
			زیاد ارزش 1
			متوسط ارزش 2
			کم ارزش 3
	X_2 استفاده از مصالح بادوام	+	براساس نوع مصالح مورد استفاده در روستا ازجمله آجر، بتن، تیرآهن، خشت یا تیر چوبی ارزش داده شده است.
			زیاد ارزش 3
			متوسط ارزش 2
			کم ارزش 1
	X_3 تعداد کشته شدگان	-	تعداد کشته‌شدگان به‌صورت خام استفاده شده است؛ هرچه تعداد کشته‌شدگان کمتر باشد، معیار مثبت‌تر خواهد بود.
	X_4 تعداد زخمی‌ها	-	تعداد زخمی‌ها به‌صورت خام به‌کار گرفته شده است؛ هرچه تعداد زخمی‌ها کمتر باشد، معیار مثبت‌تر خواهد بود.
	X_5 فاصله از گسل	+	زیاد ارزش 1
			متوسط ارزش 2
			کم ارزش 3
	X_6 میزان تخریب راه‌های ارتباطی	-	زیاد (60-100) درصد ارزش 1
			متوسط (30-60) درصد ارزش 2
			کم (10-30) درصد ارزش 3
	X_7 میزان تخریب منابع آب	-	زیاد (60-100) درصد ارزش 1
			متوسط (30-60) درصد ارزش 2
			کم (10-30) درصد ارزش 3
	X_8 تعداد واحدهای مسکونی خسارت‌دیده احدثی و تعمیری	-	میزان تخریب مراکز آموزشی به درصد محاسبه شده است.
	X_9 میزان تخریب مراکز آموزشی (مدارس)	-	میزان تخریب مراکز آموزشی به درصد محاسبه شده است.
	X_{10} میزان تخریب خطوط انتقال توزیع برق و مخابرات	-	زیاد (60-100) درصد ارزش 1
			متوسط (30-60) درصد ارزش 2
			کم (10-30) درصد ارزش 3
	X_{11} میزان تخریب ساختمانهای دولتی و اداری	-	میزان تخریب مراکز آموزشی به درصد محاسبه شده است.
	X_{12} میزان تخریب بناهای مذهبی و تاریخی	-	زیاد (60-100) درصد ارزش 1
			متوسط (30-60) درصد ارزش 2
			کم (10-30) درصد ارزش 3

مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره¹ که اغلب مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه² و مدل‌های تجزیه و تحلیل چندمعیاره³ نامیده می‌شوند، مجموعه‌ای از روش‌هایی هستند که به تصمیم‌گیرندگان اجازه می‌دهند تا با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از معیارهای اغلب متضاد، به انتخاب، رتبه‌بندی، ترتیب یا توصیف مجموعه‌ای از گزینه‌ها در فرایند تصمیم‌گیری بپردازند (Chandra Das, Sarkar & Ray, 2005: 234). هر کدام از این مدل‌ها دارای ویژگی‌های خاص و مزایا و معایبی هستند. مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای ارزیابی میزان آسیب‌پذیری فیزیکی سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات (زلزله) با توجه به ماهیت شاخص‌ها، کمی و کیفی بودن آن‌ها، و متضاد بودن آن‌ها مناسب‌اند. بیشتر مدل‌های چندمعیاره برای ارزیابی اهمیت نسبی معیارهای مختلف نیازمند تعریف کردن وزن کمی هستند (Cheng & Yam, 2005: 5). همهٔ مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره دارای سه مرحله‌اند:

1. تعیین کردن گزینه‌ها و معیارهای مناسب؛
2. اندازه‌گیری مقادیر اهمیت نسبی هر معیار و تأثیر این گزینه‌ها بر معیارها؛
3. فرایند محاسبهٔ مقادیر عددی برای تعیین رتبهٔ هریک از گزینه‌ها (Kakalauskas, Zavadskas & Rasalanas, 2006: 460).

در سال‌های اخیر، استفاده از روش کوپراس به‌عنوان روش تصمیم‌گیری چندشاخصه به این دلایل کاربرد فراوانی داشته است: سادگی روش محاسبه، زمان اندک محاسبه، رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها، بهره‌گیری هم‌زمان از معیارهای کمی و کیفی، قابلیت محاسبهٔ معیارهای مثبت (حداکثر) و معیارهای منفی (حداقل) به‌طور جداگانه در فرایند ارزیابی، تخمین درجهٔ اهمیت هر گزینه به‌صورت درصد به‌منظور نشان دادن اندازهٔ بهتر یا بدتر بودن یک گزینه و نیز تطبیق بیشتر با شرایط و واقعیت‌های محلی و تجربی (Mulliner, Smallbone & Vida, 2012: 5). این روش از گام‌های زیر پیروی می‌کند:

1. MCDM
2. MCDA
3. MCA

گام اول و دوم: تشکیل ماتریس وضع موجود براساس معیارهای طراحی شده و محاسبه وزن هریک از معیارها براساس یکی از روش‌های وزن‌دهی.

گام سوم: نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم‌گیری براساس رابطه زیر:

$$dij = \frac{qi}{\sum_{j=1}^n xij} xij$$

که در اینجا qi وزن معیار i ام است و xij مقدار هر گزینه به‌ازای هر معیار:

$$\sum_{j=1}^n dij$$

گام چهارم: محاسبه مجموع وزن معیار نرمالیزه‌شده توصیف‌کننده آلترناتیوها؛ آلترناتیوهایی که با معیارهای مثبت محاسبه می‌شوند، با S_{+j} و آلترناتیوهایی که با معیارهای منفی محاسبه می‌شوند، با S_{-j} نشان داده می‌شوند. مجموع S_j^{+} و S_j^{-} براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$sj^{+} = \sum_{zi=+} dij$$

$$sj^{-} = \sum_{zi=-} dij$$

گام پنجم: رتبه‌بندی مقایسه‌ای آلترناتیوها که براساس معیارهای مثبت (+) و منفی (-) محاسبه می‌شوند. اهمیت نسبی Q_j از هر آلترناتیو A_j طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$Q_j = sj^{+} + \frac{s_{min} \sum_{j=1}^n 1s_j^{-} x}{s_j^{-} \sum_{j=1}^n \frac{s_{min}}{s_j^{-}}} = s_j^{+} + \frac{\sum_{j=1}^n 1s_j^{-}}{s_j^{-} \sum_{j=1}^n \frac{1}{s_j^{-}}} + \dots$$

گام ششم: اولویت‌بندی آلترناتیوها براساس Q_j ؛ هرچه مقدار Q_j بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده رتبه بالاتر آن آلترناتیو در اولویت‌بندی است. آلترناتیوی که بهترین حالت ممکن را دارد یا به‌عبارتی آلترناتیو ایدئال است، همیشه بالاترین مقدار را دارد (Komar Dey Et al., 2011: 571).

گام هفتم: مرحله نهایی مشخص کردن آترناتیوی است که بهترین وضعیت را در بین معیارها دارد که با افزایش یا کاهش رتبه هر آترناتیو درجه اهمیت آن نیز افزایش یا کاهش می‌یابد. آترناتیوهایی که بهترین وضعیت را به لحاظ معیارها داشته باشند، با بالاترین درجه اهمیت N_j مشخص می‌شوند که N_j برابر با 100 درصد است. مقدار کلی درجه اهمیت هر معیار که محاسبه می‌شود، از 0 تا 100 درصد است که در میان این دامنه، بهترین و بدترین آترناتیو تعیین می‌شوند. درجه اهمیت هر N_j از آترناتیو A_j براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$N_j = \frac{Q_j}{Q_{max}} \times 100$$

در این رابطه، Q_j درجه اهمیت هر آترناتیو است و Q_{max} بالاترین مقداری است که آترناتیو ایدئال به خود اختصاص داده است (Antucheviciene, Zakarevius & Zavadskas, 2011: 322).

5- یافته‌های تحقیق

در گام اول، براساس معیارهایی که در جدول شماره سه آمده، داده‌ها جمع‌آوری شده؛ سپس با ترکیب آن‌ها، ماتریس وضع موجود مطابق جدول شماره چهار تشکیل شده است. در این ماتریس، گزینه‌ها روستاهای دهستان چالان‌چولان و معیارها نیز دوازده شاخص از X_1 تا X_{12} هستند.

جدول 4 ماتریس وضع موجود

معیارها / گزینه‌ها	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
عربان	3	1	0	0	3	1	1	0/085	0/040	1	0/040	1
بابا پشمان	3	1	3	2	1	2	3	0/0100	0/0100	3	0/100	3
بهزاد آباد	3	1	0	0	2	1	2	0	0	1	0	1
عزیز آباد	3	2	0	0	1	1	1	0/060	0	1	0	1
پشته سفلی	3	1	1	1	2	2	2	0/090	0/075	1	0/090	-

ادامه جدول 4

معیارها گزینه‌ها	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
پشته علیا	3	1	0	0	2	3	2	0/080	0/050	2	-	-
پهلوان کل	3	2	0	2	1	2	2	0/0100	0/0100	2	-	2
حشمت آباد	3	1	0	0	3	1	1	0/01	0	1	0	-
حشوید	3	1	0	0	1	1	2	0/095	0/060	2	0/050	1
حیدرآباد	3	1	0	3	1	2	2	0/0100	0/0100	2	0/0100	2
دوسر	3	1	1	3	1	2	2	0/0100	0/0100	2	0/0100	2
ده حاجی	2	2	0	0	2	1	1	0/045	0/045	2	0/050	2
زرگران سفلی	3	1	0	3	2	1	2	0/050	0/040	2	0/045	2
زرگران علیا	3	2	1	1	2	2	2	0/090	0/080	2	0/070	3
زرین خانی	3	1	0	0	1	2	1	0/0100	0/0100	2	-	-
کارخانه سفیدکن	3	1	0	0	3	1	1	0/085	0/070	2	0/040	-
گاراژ	2	2	2	1	1	2	2	0/0100	0/0100	2	0/0100	3
میدان	3	1	0	2	1	1	2	0/0100	0/0100	2	0/0100	3
نیله سفید	3	1	0	2	1	1	1	0/0100	0/055	2	0/050	-
یکدانگ	3	1	0	0	3	1	1	0/060	0/035	2	0/020	1
جمع	58	55	8	20	45	30	45	0/83	12/5	36	9/15	27

(منبع: دبیرخانه ستاد حوادث غیرمترقبه استان لرستان، معاونت بازسازی مسکن انقلاب اسلامی، گزارش شناسایی زلزله 1385/1/11 درب آستانه سیلاخور)

در گام دوم، پس از تشکیل ماتریس وضع موجود به منظور نرمالیزه کردن ماتریس وضع موجود، ابتدا باید وزن‌دهی معیارها صورت گیرد. در این تحقیق از روش وزن‌دهی آنتروپی شانون استفاده شده است. نتایج وزن‌دهی در جدول شماره پنج نشان داده شده است. آنتروپی مفهوم مهمی در علوم فیزیکی و اجتماعی است؛ به بیان دیگر آنتروپی در نظریه اطلاعات، معیاری است برای میزان عدم اطمینان بیان شده توسط یک توزیع احتمال گسسته که این عدم اطمینان به صورت زیر تشریح می‌شود:

$$E = -k \sum_{i=1}^n [p_i \times \ln p_i]$$

که K یک عدد ثابت مثبت است و به گونه‌ای تعیین می‌شود که داشته باشیم:

$$E.0 \leq E \leq 1$$

ماتریس تصمیم‌گیری از مدل‌های چندشاخصه حاوی اطلاعاتی است که آنتروپی می‌تواند به‌جای معیاری برای ارزیابی آن‌ها استفاده کند. محتوای اطلاعاتی موجود از این ماتریس ابتدا به‌صورت p_{ij} محاسبه می‌شود:

$$p_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum r_{ij}} \quad \forall i, j$$

و آنتروپی شاخص j ام (E_j) نیز به‌صورت تابع زیر محاسبه می‌شود:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m [P_j \ln P_j]; \forall i$$

میزان عدم اطمینان یا درجهٔ انحراف (d_j) نیز از تابع زیر به‌دست می‌آید:

$$d_j = 1 - E_j; \forall i$$

آن‌گاه می‌توان میزان وزن شاخص‌ها را با استفاده از تابع زیر مطابق جدول شمارهٔ پنج به‌دست آورد (پورطاهری، 1389: 88).

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}; \forall i$$

جدول 5 وزن معیارهای به‌دست‌آمده از راه آنتروپی شانون

ردیف	معیار	z	وزن	ردیف	معیار	z	وزن
1	عمر واحد مسکونی	-	0/080	7	میزان تخریب منابع آب	-	0/024
2	استفاده از مصالح بادوام	+	0/101	8	میزان تخریب واحدهای مسکونی	-	0/171
3	تعداد کشته‌شدگان	-	0/159	9	میزان تخریب مراکز آموزشی	-	0/023
4	تعداد زخمی‌ها	-	0/095	10	میزان تخریب خطوط انتقال توزیع برق و مخابرات	-	0/043
5	فاصله از گسل	+	0/190	11	میزان تخریب ساختمان‌های دولتی و اداری	-	0/076
6	میزان تخریب راه‌های ارتباطی	-	0/023	12	میزان تخریب بناهای مذهبی و تاریخی	-	0/015

(منبع: محاسبات نگارندگان، 1392)

در گام سوم، پس از محاسبهٔ وزن معیارها، نرمالیزه کردن ماتریس وضع موجود براساس رابطهٔ زیر انجام می‌شود:

$$d_{ij} = \frac{q_i}{\sum_{j=1}^n x_{ij}} x_{ij}$$

در این رابطه، q_i برابر با وزن هریک از معیارهاست که از روش آنتروپی شانون به دست آمده و $\sum X_{ij}$ نیز مجموع معیارها برای هر گزینه است. برای مثال، عدد نرمالیزه شده برای روستای عربان در شاخص X_1 به صورت زیر محاسبه شده و برای تمام آترناتیوها نیز در جدول شماره شش ارزیابی شده است:

$$d_{ij} = \frac{0.08}{3+1+3+1+1+0.085+0.040+1+0.040+1} \times 3 = 0.018$$

جدول 6 ماتریس نرمالیزه شده

معیارها گزینه‌ها	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
عربان	0/018	0/008	0	0	0/045	0/001	0/001	0/011	0/000	0/003	0/024	0/001
بابا پشمان	0/001	0/004	0/019	0/007	0/007	0/001	0/003	0/007	0/000	0/005	0/031	0/001
بهزاد آباد	0/021	0/009	0	0	0/034	0/002	0/004	0	0	0/003	0	0/001
عزیز آباد	0/023	0/020	0	0	0/017	0/002	0/002	0/002	0	0/004	0	0/001
پشته سفلی	0/016	0/006	0/010	0/006	0/025	0/003	0/003	0/010	0/001	0/003	0/004	-
پشته علیا	0/018	0/007	0	0	0/028	0/005	0/003	0/010	0/000	0/006	-	-
پهلوان کل	0/013	0/011	0	0/010	0/010	0/002	0/002	0/009	0/001	0/004	-	0/001
حشمت آباد	0/023	0/001	0	0	0/056	0/002	0/002	0/001	0	0/003	0	-
حشوبد	0/018	0/007	0	0	0/014	0/002	0/003	0/012	0/001	0/006	0/003	0/001
حیدر آباد	0/012	0/005	0	0/001	0/002	0/002	0/009	0/001	0/004	0/040	0/001	0/001
دوسر	0/012	0/005	0/008	0/014	0/004	0/002	0/002	0/008	0/001	0/004	0/038	0/001
ده حاجی	0/011	0/015	0	0	0/028	0/001	0/001	0/005	0/000	0/006	0/028	0/002
زرگران سفلی	0/013	0/005	0	0/016	0/021	0/001	0/002	0/004	0/000	0/005	0/002	0/001
زرگران علیا	0/012	0/010	0/007	0/004	0/018	0/002	0/002	0/007	0/000	0/003	0/026	0/002
زرین خانی	0/002	0/008	0	0	0/015	0/003	0/002	0/014	0/001	0/007	-	-
کارخانه سفیدکن	0/019	0/008	0	0	0/045	0/001	0/002	0/011	0/001	0/006	0/024	-
گاراژ	0/012	0/010	0/0159	0/004	0/009	0/003	0/002	0/008	0/001	0/004	0/038	0/002
میدان	0/012	0/005	0	0/010	0/010	0/001	0/002	0/009	0/001	0/004	0/042	0/002
نیله سفید	0/018	0/007	0	0/014	0/014	0/002	0/002	0/013	0/000	0/006	0/011	-
یکدانگ	0/018	0/007	0	0	0/043	0/001	0/001	0/007	0/000	0/004	0/011	0/001

(منبع: محاسبات نگارندگان، 1392)

در گام چهارم، بعد از نرمالیزه کردن معیارها، محاسبه $\sum sj^+$ و $\sum sj^-$ انجام می‌شود. به این منظور، برای هر گزینه شاخص‌های مثبت و منفی جداگانه محاسبه می‌شوند. برای مثال، با توجه به جدول شماره شش برای روستای عربان خواهیم داشت:

$$\begin{aligned}\sum S_{j+} &= 0.008 + 0.045 = 0.053 \\ \sum S_{j-} &= 0.018 + 0.001 + 0.001 + 0.011 + 0.003 + 0.024 + 0.001 = 0.059\end{aligned}$$

در گام پنجم، محاسبه Q_j براساس معیارهای مثبت و منفی از طریق رابطه زیر انجام می‌شود. برای مثال، Q_j یا همان رتبه نسبی روستای عربان طبق رابطه زیر محاسبه شده است:

$$\begin{aligned}Q_j &= S_j^+ + \frac{S_{min} \sum_{j=1}^n S_j^-}{S_j^- \sum_{j=1}^n \frac{S_{min}}{S_j^-}} = S_j^+ + \frac{\sum_{j=1}^n S_j^-}{S_j^- \sum_{j=1}^n \frac{1}{S_j^-}} \\ Q_j &= 0.053 \frac{0.059 + 0.084 + 0.031 + 0.034 + \dots + 0.061 + 0.066 + 0.043}{0.059 \left(\frac{1}{0.094} + \frac{1}{0.095} + \frac{1}{0.044} + \dots + \frac{1}{0.097} + \frac{1}{0.092} + \frac{1}{0.085} \right)} = 0.105\end{aligned}$$

مرحله نهایی، مشخص کردن آترناتیوی است که بهترین وضعیت را در بین معیارها دارد. هرچقدر میزان Q_j یک گزینه بالاتر باشد، مقدار N_j آن نیز بالاتر است. این مقدار به صورت درصد بیان می‌شود؛ یعنی مقدار کلی آن از 0 تا 100 محاسبه می‌شود. برای مثال، مقدار N_j روستای عربان براساس رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned}N_j &= \frac{Q_j}{Q_{max}} \times 100 \\ N_j &= \frac{0.105}{0.165} \times 100 = 63.63\end{aligned}$$

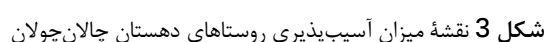
رتبه‌بندی براساس مقدار Q_j صورت می‌گیرد؛ یعنی روستاهایی که دارای بالاترین مقدار Q_j و N_j هستند، کمترین آسیب‌پذیری فیزیکی را دارند و درمقابل، روستاهایی که کمترین مقدار Q_j را دارند، آسیب‌پذیری بیشتری در مقایسه با روستاهای دیگر دارند. همان‌گونه که جدول شماره هفت نشان می‌دهد، روستای حشمت‌آباد کمترین آسیب‌پذیری فیزیکی و روستای باباشمان بیشترین آسیب‌پذیری را دارد.

جدول 7 نتایج ارزیابی مدل کوپراس

رتبه	$N_{j(0/0)}$	Q_j	S_j^-	S_j^+	گزینه ها
16	63/63	0/105	0/059	0/053	عربان
1	24/84	0/041	0/084	0/011	بابا پشمان
19	75/75	0/125	0/031	0/026	بهزاد آباد
18	70/90	0/117	0/034	0/037	عزیز آباد
9	52/12	0/086	0/056	0/031	پشته سفلی
17	65/45	0/108	0/042	0/035	پشته علیا
6	40/60	0/067	0/042	0/021	پهلوان کل
20	100	0/165	0/031	0/066	حشمت آباد
11	53/33	0/088	0/046	0/021	حشوید
5	40	0/066	0/074	0/025	حیدر آباد
2	26/06	0/043	0/09	0/009	دوسر
14	60/60	0/100	0/054	0/043	ده حاجی
13	58/18	0/096	0/044	0/026	زرگران سفلی
7	45/45	0/075	0/065	0/028	زرگران علیا
10	53/33	0/088	0/047	0/023	زرین خانی
15	61/21	0/101	0/064	0/053	کارخانه سفیدکن
3	32/12	0/053	0/089	0/019	گاراژ
4	39/39	0/065	0/061	0/015	میدان
12	56/96	0/094	0/066	0/021	نیله سفید
8	46/06	0/076	0/043	0/005	یکدانگ

(منبع: محاسبات نگارندگان، 1392)

در شکل شماره سه میزان آسیب پذیری روستاهای مورد مطالعه براساس چهار طیف آسیب پذیری خیلی بالا، کم و خیلی کم مشخص شده است.



مخاطرات طبیعی به‌ویژه زلزله از پدیده‌های طبیعی است که همواره جان انسان‌ها و سکونتگاه‌های بشری را تهدید می‌کند و در مدت کوتاهی می‌تواند خسارت‌های زیادی بر جای گذارد. از همین رو، بهره‌گیری از روش‌ها و مدل‌های تصمیم‌گیری برای سازمان‌دهی و برنامه‌ریزی بهینه به‌منظور کاهش مخاطرات طبیعی، اهمیت فراوان دارد. در سال‌های اخیر، استفاده از مدل‌های مناسب تصمیم‌گیری برای سازمان‌دهی و برنامه‌ریزی بهینه جهت کاهش مخاطرات طبیعی گسترش زیادی یافته است. هریک از این مدل‌ها دارای مزایا و محدودیت‌هایی‌اند. همان‌طور که در روش‌شناسی تحقیق تصریح شد، مدل کوپراس در کشورهای توسعه‌یافته دنیا بسیار مورد توجه قرار گرفته است؛ به این دلیل که 1. می‌تواند معیارهای مثبت و منفی را جداگانه در فرایند ارزیابی وارد کند؛ 2. نیازمند نرم‌الیزه کردن یا تبدیل معیارهای منفی به مثبت نیست؛ 3. قادر است درجه اهمیت هر گزینه را تخمین زند و



آن را براساس درصد نشان دهد؛ 4. نتایج این روش با واقعیت‌های محلی و تجربی سازگاری زیادی دارد.

ازاین‌رو، نگارندگان با استفاده از داده‌های موجود و بهره‌گیری از مدل کوپراس، به سنجش و رتبه‌بندی سطح آسیب‌پذیری فیزیکی سکونتگاه‌های روستایی متأثر از زلزله در دهستان چالان‌چولان پرداختند. همان‌گونه که پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها نشان می‌دهد، به‌طور کلی ابعاد آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها به چهار بعد «فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی» تقسیم می‌شود. بنابراین، برپایه منابع پژوهشی موجود درباره ارزیابی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها و با تأکید ویژه بر مناطق روستایی، دوازده شاخص در چارچوب تحلیلی مدل کوپراس بررسی شده است.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد در نگاه نخست، روستاهای دهستان چالان‌چولان به‌لحاظ آسیب‌پذیری فیزیکی دارای وضعیتی متفاوت هستند. روستاهای باباشمان، دوسر و گاراژ به‌ترتیب بیشترین آسیب‌پذیری و روستاهای حشمت‌آباد، بهزادآباد و عزیزآباد کمترین آسیب‌پذیری را در زلزله سال 1385 دشت سیلاخور لرستان داشته‌اند. نتایج مطالعات میدانی در سطح سکونتگاه‌های روستایی دهستان چالان‌چولان به‌عنوان نمونه مطالعاتی، نشان می‌دهد مدل کوپراس، یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، به‌دلیل اینکه خروجی حاصل از مدل به‌خوبی با واقعیت‌های موجود از آثار زلزله دشت سیلاخور در سال 1385 منطبق است، برای رتبه‌بندی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها درمقابل زلزله، با توجه به متنوع و گسسته بودن شاخص‌های آسیب‌پذیری فیزیکی، از قابلیت و کارایی زیادی برخوردار است.

7- منابع

- بیرویدیان، نادر، مدیریت بحران اصول ایمنی در حوادث غیرمنتظره، مشهد: جهاد دانشگاهی واحد مشهد، 1385.
- پریشان، مجید، مدیریت ریسک مخاطرات محیطی، مورد ریسک زلزله در مناطق روستایی استان قزوین، رساله دکتری جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، 1390.

- پورطاهری، مهدی، کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در جغرافیا، تهران: سمت، 1389.
- _____ «جزوهٔ کلاسی برنامه‌ریزی کالبدی»، مقطع دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، 1392.
- پورطاهری، مهدی، حمدالله سجاسی قیداری و طاهره صادقلو، «ارزیابی تطبیقی روش‌های رتبه‌بندی مخاطرات طبیعی در مناطق روستایی (مطالعهٔ موردی استان زنجان)»، پژوهش‌های روستایی، س 2، ش 3، صص 31-54، 1390.
- حاتمی‌نژاد، حسین، حمید فتحی و فرشید عشق‌آبادی، «ارزیابی میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهر نمونه مورد مطالعه: منطقهٔ 10 شهرداری تهران»، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ش 68، صص 1-20، 1388.
- حبیبی، کیومرث، اسماعیل شیعه و کمال ترابی، «نقش برنامه‌ریزی کالبدی در کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر خطرات طبیعی»، آرمان‌شهر، ش 3، صص 24-31، زمستان و پاییز 1388.
- خجسته‌نسب، حمید، ارزیابی فرایند بازسازی سکونتگاه‌های روستایی آسیب‌دیده از زلزلهٔ سیلاخور لرستان (مطالعهٔ موردی: دهستان چالان‌چولان)، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی روستایی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، 1390.
- درخشان، سحر، ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی شهر زنجان در برابر زلزله، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد سوانح طبیعی، دانشکدهٔ محیط زیست، دانشگاه تهران، 1387.
- سروقد مقدم، عبدالرضا و خالد حسامی آذر، گزارش شناسایی زلزله 85/1/11 درب آستانهٔ سیلاخور، گروه شناسایی زلزله، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسایی و مهندسی زلزله، 1385.
- سیاح مفصلی، اردشیر و مدینه صفی، «تبیین روش‌شناسی استفاده از مدل ریسک در مدیریت بحران مناطق شهری»، فصلنامهٔ مدیریت شهری، س 2، ش 2، صص 44-68، 1389.
- گلابچی، محمود و مجتبی طیب‌ات، «علل عدم پایداری ساختمان‌های مسکونی روستایی در برابر زلزله و ارائهٔ الگوی ساخت براساس امکانات و توانایی‌هایی محلی (مطالعهٔ موردی: روستاهای زرنند کرمان)»، نشریهٔ هنرهای زیبا، 41، ش 8، صص 31-42، 1386.



- مرکز آمار ایران، سالنامه آماری استان لرستان، برگرفته از وبسایت مرکز آمار ایران، 1386.
- Antuchviciene, J., A. Zakarevius & E.K. Zavasdkas, "Measuring Congruence of Ranking Results Applying Particular MCDM Methods", *Journal Inrormatica*, Vol. 22, No. 3, Pp. 319- 338, 2011.
- Bayrodian, N., *Crisis Management Principles of Safety in Events Unexpected*, Masshad Publishing, 2006. [In Persian]
- Chandra Das, M., B. Sarkar & S. Ray, "A Framework to Measure Relative Performance of Indian Technical Institutions Using Integrated Fuzzy AHP and COPRAS Methodology", *Socio-Economic Planning Sciences*, No. 46, Pp. 230-241, 2012.
- Cheng, K. & S. Yam, *Development of a Fuzzy Multi-Criteria Decision Support System for Waste Management*, University of Region, Saskatchewan, 2000.
- Derakhshan, S., *Ranking Vulnerability Residential Building in City Zanjan in front Earthquake*, Master Thesis Natural Disasters, Faculty Environment, University of Tehran, 2008. [In Persian]
- Golabchi, M. & M. Tayebat, *Reasons for the Lack of Sustainability of Rural Residential Buildings Against Earthquakes and Building a Model Based on Local Capabilities (Case Study the Villages of Zrand Keraman)*, Faculty of Architecture, University of Tehran, 2007. [In Persian]
- Habibi, K., A. Shie & K. Torabi, "The Role of Spatial Planning in Reducing Urban Vulnerability to Natural Hazards", *Armashahr*, No. 3, 2009. [In Persian]
- Hataminejad, H., H. Fathi & F. Eshghabadi, "Assessment Seismic Vulnerability of the City, the Sample Region 10 of Tehran", *Human Geography Research Quarterly*, No. 68, 2009. [In Persian]
- International Review of the Red Cross, Vol. 95, Issue 891- 892, December 2001, Pp. 561- 612.
- Jiguasu, R., "Reducing Disaster Voulnerability through Local Knowledge and Capacity the Case of Earthquake Prone Rural Communities in India and Nepal", Faculty of Arechitecture and Fint Art, Departement of Town and Regional Planning, 2002.

- Kakalauskas, A., E. Zavadskas & S. Rasalanas, "Selection of Low-e in Retrofit of Public Buildings by Applying Multiple Criteria Method COPRAS: A Lithuanian Case", *Energy and Buildings*, No. 38, Pp. 454- 462, 2006.
- Khojasteh Nasab, H., *Assessment Reconstruction Process of Rural Settlements Affected by the Earthquake in Lorestan Silakhor (Case Study Chalan Cholan Villages)*, Master Thesis Rural Planning, Faculty of Social, University of Tarbiat Modares, 2001. [In Persian]
- Kumar Dey, P., D. Nath Ghosh & A. Chand Mondal, "A MCDM Approach for Evaluating Bowlers Performance in IPL", *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, Vol. 2, No. 11, 2011.
- Kusumasari, B., Q. Alam & K. Siddiqui, "Resource Capability for Local Government in Managing Disaster", *Disaster Prevention and Management*, Vol. 19, No. 4, Pp. 438- 451, 2010.
- Li, H., *Ranking the Risks from Multiple Hazards in a Small Community*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2007.
- Mulliner, E., K. Smallbone & M. Vida, "An Assessment of Sustainable Housing Affordability Using Multiple Criteria Decision Making Method", *Omega the International Journal of Management Science*, Vol. 41, Issue 2, Pp. 270- 279, 2013.
- Parishan, M., *Management of Environmental Risks, Case Earthquake Risk in The Rural Areas of Ghazvin Province*, Degree Ph.D Thesis Rural Planning, Faculty of Social, University of Tarbiat Modares, 2011. [In Persian]
- Pourtaheri, M., *The Class Notes of Physical Planning*, Ph.D University of Tarbiat Modares, Tehran, 2010. [In Persian]
- _____ *Application of Multi- Attribute Decision Making Methods in Geography*, Tehran: SAMT, 2010. [In Persian]
- Pourtaheri, M., H. Sojasi & T. Sadeghlou, "Comparative Assessment of Ranking Methods Natural Disasters in Rural Regions (Case Study: Zanzan Province)", *Journal of Rural Research*, Vol. 2, No. 3, 2011. [In Persian]

- Sarvghad Moghadam, A. & Kh. Hesami Azar, *Report Earthquake Identification 2006/1/11 Darb Astaneh, Report 01/11/85*, International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, 2006. [In Persian]
- Sayah Mafzali, A. & M. Sahafi, "Explanation of the Methodology Used in Risk Models in Crisis Management in Urban Areas", *Journal of Urban Management*, Vol. 2, No. 2, 2010. [In Persian]
- Statistical Center of Iran, *Statistical Yearbook of Province Lorestan*, Statistical Center of Iran from the Website, 2007. [In Persian]
- Thomas, D., *Natural Hazards Risk Assessment for the State of Colorado, GEOG-Hazard Mitigation & Vulnerability Assessment Class*, University of Colorado at Devver and Health Sciences Center, 2004.
- Topcu, Y. İlker, "Multiple Criteria Decision Making", 2007, at: www.is.itu.edu.tr/~topcuil/.
- UN/ ISDR (International Strategy for Disaster Reduction), *Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*, 2004 Version, Geneva: UN Publications, 2007.
- Weichselgartner, J., "Disaster Mitigation: The Concept of Vulnerability Revisited", *Disaster Prevention and Management*, Vol. 10, No. 2, Pp. 85-94, 2001.
- Ghafouri Ashtiany, M., "Earthquake in Iran and Reduction a Achievement From Manjil Erthquake to Post -Bam Strategies" in *National Conference on Erthquake Engineering*, San Francisco, Californi, Pp. 18- 22, 2006.