

# 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 پورطاهری<sup>1</sup>، علی حاجی‌نژاد<sup>2</sup>، احدالله فتاحی<sup>3</sup>، رضا نعمتی<sup>4</sup>

- 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 با 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 مبنای قرار گرفت. اطلاعات گردآوری شده 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 باباشمان، دوسر و گاراژ به ترتیب



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 طبیعی<sup>1</sup> 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 ایمن‌بودن 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 (بیرویدیان، 1385: 15). براساس مطالعات زمین‌شناختی، حدود 97 درصد شهرها و به‌ویژه روستاهای کشور ما در معرض خطرهای ناشی از وقوع زلزله هستند (گلابچی و طیبی، 1386: 1).

واقعیت آن است که سوانح طبیعی به‌عنوان تهدیدی در حال 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 به بار 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 (پیشانی، 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

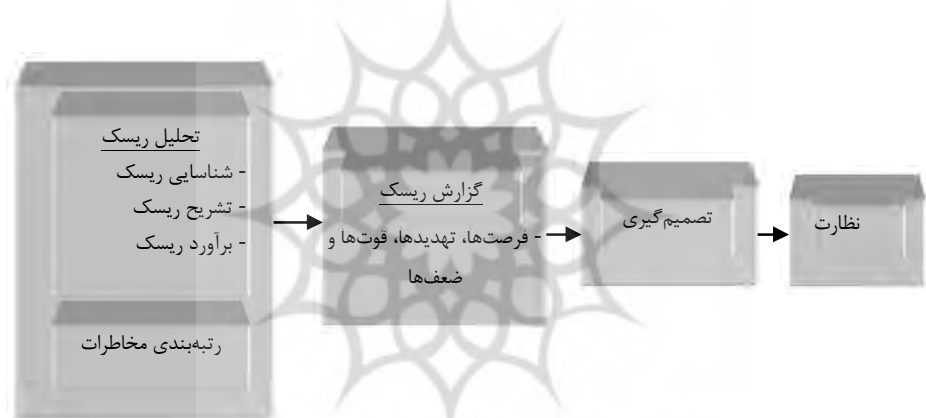
1. natural hazards

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، گستره 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 تبیین‌کننده آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر زلزله

انسان در طول تاریخ همواره با زلزله که سانحه‌ای طبیعی است، مواجه بوده و زیان‌های 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 نسنجیده 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 خطرها 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 صحفی، 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 در برابر مخاطرات طبیعی در نتیجه 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 دربارهٔ 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 عمل کردهای یک جامعهٔ محلی قلمداد می‌شود که به بروز خسارت‌های گستردهٔ انسانی، اقتصادی و... می‌انجامد.
(Tng, 2004: 8)	شرایطی که به‌وسیلهٔ 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)

در مجموع می‌توان گفت آسیب‌پذیری میزان حساسیت یک جامعه یا گروه در مقابل حوادث از یک سو و بزرگی و گستردگی خسارت هنگام وقوع آن از سوی دیگر است. آسیب‌پذیری هر عنصر معمولاً به صورت 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 به صورت نسبت تعداد کشته‌ها یا زخمی‌ها به کل جمعیت، به عنوان هزینهٔ ترمیم یا درجهٔ خسارت‌های فیزیکی تعریف شده 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 آسیب‌پذیری عرصه‌های فضایی با سطح توسعه‌یافتگی 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 مبنای 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 به منظور 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 بهینه 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 اولیه اقدام کرده و سپس به کمک یکی از روش‌های تصمیم‌گیری‌های چندشاخصه به رتبه‌بندی مخاطرات پرداخته‌اند (لی به نقل از پورطاهری، سجاسی قیداری و صادقلو، 1390: 34). در این میان، روش‌ها و مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه که از اوایل دهه 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- منطقه مورد مطالعه

شهرستان دورود با مساحتی بالغ بر 1374 کیلومتر مربع و ارتفاع 1450 متری از سطح دریا، در انتهای گردنه غربی اشتران‌کوه واقع شده و از شمال به سرپند (استان مرکزی)، از شرق به ازنا، از غرب به خرم‌آباد و از شمال غربی به بروجرود 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 بروجرود)، از شمال شرقی و شرق به دهستان‌های مال میر و سرپند (در بخش هندودر شهرستان سرپند در استان مرکزی)، از جنوب به دهستان سیلاخور و از غرب به دهستان‌های قائدرحمت و رازان (در بخش زاغه شهرستان خرم‌آباد) محدود است. این دهستان 25 روستای مسکونی دارد. از میان این روستاها، 20 روستا که در زلزله سال 1385 آسیب دیده‌اند، به‌عنوان روستاهای نمونه انتخاب شده‌اند.

(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	حشمت آباد	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)







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

جدول 3 قلمروها و معیارهای سنجش آسیب‌پذیری فیزیکی روستاها

قلمرو	معیارها	Z نوع معیار	واحد اندازه‌گیری	
X <sub>1</sub>	عمر واحد مسکونی	-	هرچه عمر واحد مسکونی کمتر باشد، مثبت‌تر است.	
			زیاد	ارزش 1
			متوسط	ارزش 2
X <sub>2</sub>	استفاده از مصالح بادوام	+	براساس نوع مصالح مورد استفاده در روستا از جمله آجر، بتن، تیر آهن، خشت یا تیر چوبی ارزش داده شده است.	
			زیاد	ارزش 3
			متوسط	ارزش 2
X <sub>3</sub>	تعداد کشته شدگان	-	تعداد کشته‌شدگان به صورت خام استفاده شده است؛ هرچه تعداد کشته‌شدگان کمتر باشد، معیار مثبت‌تر خواهد بود.	
			زیاد	ارزش 3
			متوسط	ارزش 2
X <sub>4</sub>	تعداد زخمی‌ها	-	تعداد زخمی‌ها به صورت خام به کار گرفته شده است؛ هرچه تعداد زخمی‌ها کمتر باشد، معیار مثبت‌تر خواهد بود.	
			زیاد	ارزش 1
			متوسط	ارزش 2
X <sub>5</sub>	فاصله از گسل	+	زیاد	ارزش 1
			متوسط	ارزش 2
			کم	ارزش 3
X <sub>6</sub>	میزان تخریب راه‌های ارتباطی	-	زیاد (60-100) درصد	ارزش 1
			متوسط (30-60) درصد	ارزش 2
			کم (10-30) درصد	ارزش 3
X <sub>7</sub>	میزان تخریب منابع آب	-	زیاد (60-100) درصد	ارزش 1
			متوسط (30-60) درصد	ارزش 2
			کم (10-30) درصد	ارزش 3
X <sub>8</sub>	تعداد واحدهای مسکونی خسارت‌دیده احوالی و تعمیری	-	میزان تخریب مراکز آموزشی به درصد محاسبه شده است.	
			درصد	
X <sub>9</sub>	میزان تخریب مراکز آموزشی (مدارس)	-	میزان تخریب مراکز آموزشی به درصد محاسبه شده است.	
			درصد	
X <sub>10</sub>	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 <sub>11</sub>	میزان تخریب ساختمان‌های دولتی و اداری	-	میزان تخریب مراکز آموزشی به درصد محاسبه شده است.	
			درصد	
X <sub>12</sub>	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 چندمعیاره<sup>1</sup> که اغلب مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه<sup>2</sup> و مدل‌های تجزیه و تحلیل چندمعیاره<sup>3</sup> 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). همه 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 محاسبه مقادیر عددی برای تعیین رتبه هر یک از گزینه‌ها (Kakalaukas, 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 محاسبه معیارهای مثبت (حداکثر) و معیارهای منفی (حداقل) به‌طور جداگانه در فرایند ارزیابی، تخمین درجه اهمیت هر گزینه به‌صورت درصد به‌منظور نشان دادن اندازه 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 هر یک 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 نرمالیزه شده 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:

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

**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 آلترناتیوی است که بهترین وضعیت را در بین معیارها دارد که با افزایش یا کاهش رتبه هر آلترناتیو درجه اهمیت آن نیز افزایش یا کاهش می‌یابد. آلترناتیوهایی 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 آلترناتیو تعیین می‌شوند. درجه اهمیت هر  $N_j$  از آلترناتیو  $A_j$  براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

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

در این رابطه،  $Q_j$  درجه اهمیت هر آلترناتیو است و  $Q_{max}$  بالاترین مقداری است که آلترناتیو 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

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

ادامه جدول 4

X <sub>12</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	معیارها گزینه‌ها
-	-	2	0/050	0/080	2	3	2	0	0	1	3	پشته‌علیا
2	-	2	0/0100	0/0100	2	2	1	2	0	2	3	پهلوان‌کل
-	0	1	0	0/01	1	1	3	0	0	1	3	حشمت‌آباد
1	0/050	2	0/060	0/095	2	1	1	0	0	1	3	حشوید
2	0/0100	2	0/0100	0/0100	2	2	1	3	0	1	3	حیدرآباد
2	0/0100	2	0/0100	0/0100	2	2	1	3	1	1	3	دوسر
2	0/050	2	0/045	0/045	1	1	2	0	0	2	2	ده‌حاجی
2	0/045	2	0/040	0/050	2	1	2	3	0	1	3	زرگران سفلی
3	0/070	2	0/080	0/090	2	2	2	1	1	2	3	زرگران علیا
-	-	2	0/0100	0/0100	1	2	1	0	0	1	3	زرین‌خانی
-	0/040	2	0/070	0/085	1	1	3	0	0	1	3	کارخانه سفیدکن
3	0/0100	2	0/0100	0/0100	2	2	1	1	2	2	2	گاراژ
3	0/0100	2	0/0100	0/0100	2	1	1	2	0	1	3	میدان
-	0/050	2	0/055	0/0100	1	1	1	2	0	1	3	نیله سفید
1	0/020	2	0/035	0/060	1	1	3	0	0	1	3	یکدانگ
27	9/15	36	12/5	0/83	45	30	45	20	8	55	58	جمع

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  $J_m$  (Ej) نیز به‌صورت تابع زیر محاسبه می‌شود:

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

میزان عدم اطمینان یا درجه انحراف (dj) 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 شماره 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 محاسبه وزن معیارها، نرمالیزه کردن ماتریس وضع موجود براساس رابطه زیر انجام می‌شود:

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

در این رابطه،  $q_i$  برابر با وزن هر یک 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 آلترناتیوها 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

$X_{12}$	$X_{11}$	$X_{10}$	$X_9$	$X_8$	$X_7$	$X_6$	$X_5$	$X_4$	$X_3$	$X_2$	$X_1$	معیارها گزینه‌ها
0/001	0/024	0/003	0/000	0/011	0/001	0/001	0/045	0	0	0/008	0/018	عربان
0/001	0/031	0/005	0/000	0/007	0/003	0/001	0/007	0/007	0/019	0/004	0/01	بابا پشمان
0/001	0	0/003	0	0	0/004	0/002	0/034	0	0	0/009	0/021	بهزاد آباد
0/001	0	0/004	0	0/002	0/002	0/002	0/017	0	0	0/020	0/023	عزیز آباد
-	0/004	0/003	0/001	0/010	0/003	0/003	0/025	0/006	0/010	0/006	0/016	پشته سفلی
-	-	0/006	0/000	0/010	0/003	0/005	0/028	0	0	0/007	0/018	پشته علیا
0/001	-	0/004	0/001	0/009	0/002	0/002	0/010	0/010	0	0/011	0/013	پهلوان کل
-	0	0/003	0	0/001	0/002	0/002	0/056	0	0	0/01	0/023	حشمت آباد
0/001	0/003	0/006	0/001	0/012	0/003	0/002	0/014	0	0	0/007	0/018	حشوید
0/001	0/040	0/004	0/001	0/009	0/002	0/002	0/02	0/001	0	0/005	0/012	حیدر آباد
0/001	0/038	0/004	0/001	0/008	0/002	0/002	0/004	0/014	0/008	0/005	0/012	دوسر
0/002	0/028	0/006	0/000	0/005	0/001	0/001	0/028	0	0	0/015	0/011	ده حاجی
0/001	0/002	0/005	0/000	0/004	0/002	0/001	0/021	0/016	0	0/005	0/013	زرگران سفلی
0/002	0/026	0/003	0/000	0/007	0/002	0/002	0/018	0/004	0/007	0/010	0/012	زرگران علیا
-	-	0/007	0/001	0/014	0/002	0/003	0/015	0	0	0/008	0/02	زرین خانی
-	0/024	0/006	0/001	0/011	0/002	0/001	0/045	0	0	0/008	0/019	کارخانه سفیدکن
0/002	0/038	0/004	0/001	0/008	0/002	0/003	0/009	0/004	0/0159	0/010	0/012	گاراژ
0/002	0/042	0/004	0/001	0/009	0/002	0/001	0/010	0/010	0	0/005	0/012	میدان
-	0/011	0/006	0/000	0/013	0/002	0/002	0/014	0/014	0	0/007	0/018	نيله سفید
0/001	0/011	0/004	0/000	0/007	0/001	0/001	0/043	0	0	0/007	0/018	یکدانگ

(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:

$$Q_j = S_j^+ + \frac{S_{min}^- \sum_{j=1}^n S_j^-}{S_j^- \sum_{j=1}^n \frac{S_{min}^-}{S_j^-}} = S_j^+ + \frac{\sum_{j=1}^n S_j^-}{S_j^- \sum_{j=1}^n \frac{1}{S_j^-}}$$

$$Q_j = 0.053 \frac{0.059 + 0.084 + 0.031 + 0.034 + \dots + 0.061 + 0.066 + 0.043}{0.059 \left( \frac{1}{0.094} + \frac{1}{0.095} + \frac{1}{0.044} + \frac{1}{0.097} + \frac{1}{0.092} + \frac{1}{0.085} \right)} = 0.105$$

مرحله نهایی، مشخص کردن آلترناتیوی 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:

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

$$N_j = \frac{0.105}{0.165} \times 100 = 63.63$$

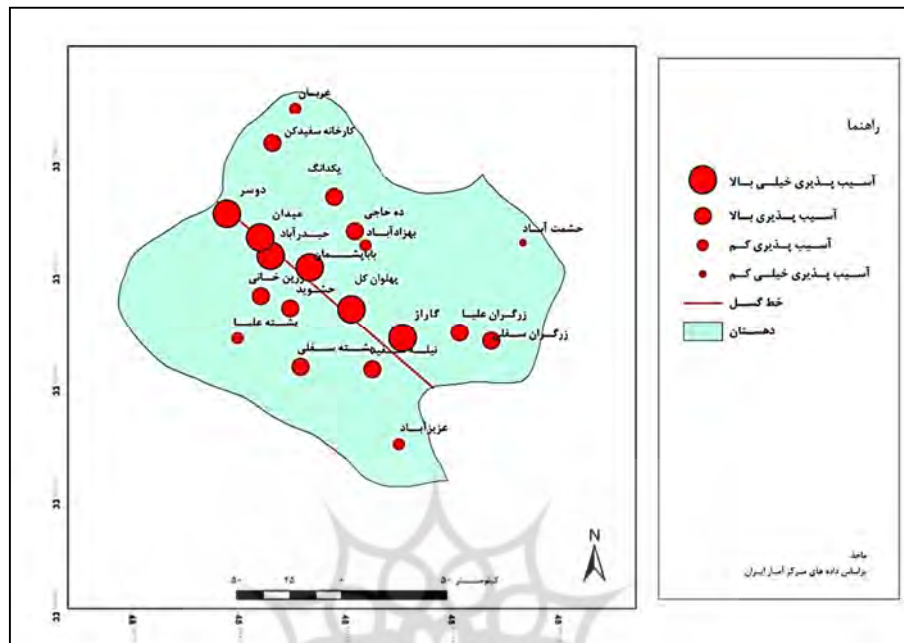
رتبه‌بندی براساس مقدار  $Q_j$  صورت می‌گیرد؛ یعنی روستاهایی که دارای بالاترین مقدار  $Q_j$  و  $N_j$  هستند، کمترین آسیب‌پذیری فیزیکی را دارند و در مقابل، روستاهایی که کمترین مقدار  $Q_j$  را دارند، آسیب‌پذیری بیشتری در مقایسه با روستاهای دیگر دارند. همان‌گونه که جدول شماره هفت نشان می‌دهد، روستای حشمت‌آباد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

جدول 7 نتایج ارزیابی مدل کوپراس

رتبه	$N_{j(00)}$	$Q_j$	$S_j^-$	$S_j^+$	گزینه‌ها
16	63/63	0/105	0/059	0/053	عربان
1	24/84	0/041	0/084	0/011	باباشیمان
19	75/75	0/125	0/031	0/026	بهزادآباد
18	70/90	0/117	0/034	0/037	عزیزآباد
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	حشمت‌آباد
11	53/33	0/088	0/046	0/021	حشوید
5	40	0/066	0/074	0/025	حیدرآباد
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.



شکل 3 نقشه میزان آسیب‌پذیری روستاهای دهستان چلان چولان

## 6- بحث و نتیجه

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 برجای 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. هر یک 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.

از این رو، 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

- بیرودیان، 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.
- \_\_\_\_\_ «جزوه 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 (مطالعه 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: منطقه 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 زلزله سیلاخور لرستان (مطالعه موردی: دهستان چالان‌چولان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، 1390.
- درخشان، سحر، ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی شهر زنجان در برابر زلزله، پایان‌نامه کارشناسی ارشد سوانح طبیعی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، 1387.
- سروقد مقدم، عبدالرضا و خالد حسامی آذر، گزارش شناسایی زلزله 85/1/11 درب آستانه سیلاخور، گروه شناسایی زلزله، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسایی و مهندسی زلزله، 1385.
- سیاح مفضل، اردشیر و مدینه صحفی، «تیین روش‌شناسی استفاده از مدل ریسک در مدیریت بحران مناطق شهری»، فصلنامه مدیریت شهری، س 2، ش 2، صص 44-68، 1389.
- گلابچی، محمود و مجتبی طیبی، «علل عدم پایداری ساختمان‌های مسکونی روستایی در برابر زلزله و ارائه الگوی ساخت براساس امکانات و توانایی‌هایی محلی (مطالعه موردی: روستاهای زرنند کرمان)»، نشریه هنرهای زیبا، د 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: Zanjan 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/](http://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.