نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۹، زمستان ۹۹

سنجش و ارزیابی کمی آسیب پذیری شهری در برابر زلزله
نمونه موردی: استان ایلام

دریافت مقاله: ۹۷/۱۱/۲۶ **پذیرش نهایی**: ۹۸/۲/۲۰

صفحات: ۲۱۲-۱۹۷

سجاد بازدار: دانشجوی دکترا جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران.
Emil: bazdar_sajad@yahoo.com
محمدرضا زندمقدم: استادیار گروه جغرافیا، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران.[1]
Emil: dr.zandmoghadam@gmail.com
سعید کامیابی: دانشیار گروه جغرافیا، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران.
Emil: saedkamyabi@yahoo.com

چکیده

زمین لرزه پدیده‌ای است، طبیعی که به خودی خود، می‌تواند قابلیت بحران نداشته باشد. آمادگی و برنامه‌ریزی دقیق برای تخمین آسیب‌پذیری و کنترل و کاهش زلزله می‌تواند تعیین کننده درجه بحران باشد در نتیجه برآورد ریسک و ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای یک شهر نیز از موضوعات مهم و اساسی محسوب می‌شود. رویکرد روش تحقیق حاضر توسعه‌ای – کاربردی و ترکیبی از روش توصیفی، میدانی و کتابخانه ای با بکار گیری روش کمی VIKOR انجام گردیده است. که جامعه آماری تحقیق شهرستان‌های استان ایلام را در بر می‌گیرد. نتایج نشان داده است شهرستان های استان از نظر تراکم جمعیتی، باسواد و غیره که هر کدام نقش موثری در آسیب پذیری دارند می تواند در رتبه آسیب ناشی از زلزله موثر واقع گردیده اند. مدل‌های VIKOR و GIS نشان می-دهد مناطقی که در این شاخص‌ها وضعیت آنها نسبت به دیگر مناطق بالاتر بوده(مازاد از استاندارد تعریف شده)، به سود منطقه نبوده و در صورتی این مازاد به سود منطقه است. به لحاظ آماری میانگین میزان VIKOR بدست آمده برابر ۰,۱۲۵ درصد بوده است. گرچه خود این میزان بیانگر وضعیت نامناسب موضوع می باشد. اما با همین میزان مناطقی هستند که میزان VIKOR آنها بسیار کوچکتر از میانگین بوده است. که شامل شهرستان های دهلران، ایوان و ملکشاهی می باشد.

کلید واژگان: زلزله، خطر، آسیب، مدلسازی، ایلام.

---

۱ - **نویسنده مسئول**: سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

مقدمه

سوانح طبیعی که جزئی از فرایند زندگی بشر به شمار می‌روند و هر روز بر تعداد و تنوع آن‌ها افزوده می‌شود، به عنوان چالش اساسی در جهت نیل به توسعه پایدار جوامع انسانی مطرح شده است(Adger and Hodbod, 2014: 90). در نتیجه شناخت شیوه‌های نیل به پایداری، به وسیله الگوهای مختلف کاهش آسیب‌پذیری در برنامه‌ریزی و مدیریت سوانح وارد شده است و جایگاهی مناسب در سیاست‌گذاری‌های ملی هر کشور یافته است، تا شرایط مطلوبی را برای کاهش کارآمد و مؤثرتر خطرات در سطوح مختلف مدیریت سوانح بخصوص مدیریت زلزله به دلیل خسارات وسیع و ناهنجاری‌های گسترده اجتماعی ایجاد نمایند(Chang, 2014: 58).

در بین بحران‌های شهری زلزله از دیرباز جزء پرخطرترین مخاطرات طبیعی بوده و می‌باشد(ملکی و مودت، ۱۳۹۳: ۸۵). بنابراین امروزه تحلیل و کاهش آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات طبیعی به حوزه مهم و گسترده‌ای در سپهر برنامه‌ریزی و مدیریت بحران تبدیل شده است(قدیری و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۸). اما این موضوع از چنان گستردگی و پیچیدگی برخوردار می‌باشد که نیازمند در نظر گرفتن تمام متغیرها و عوامل تاثیر گذاری می‌باشد. در مقابل به علت‌هایی دست‌یابی به تمام متغیرها، مکان‌ها و عوامل تاثیرگذار نمی‌باشد و از طرفی دیگر هدف برنامه‌ریزی مدیریت بحران کاهش و جلوگیری از اثرات سوء این آسیب‌ها می‌باشد.

براساس گزارش دفتر برنامه‌ریزی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۲م، ایران در میان دیگر کشورهای جهان، رتبه نخست را از نظر تعداد زلزله‌هایی با شدت بالای ۵/۵ ریشتر در سال و یکی از بالاترین رتبه‌ها را در زمینه آسیب-پذیری ناشی از وقوع زلزله و تعداد تلفات این سانحه به خود اختصاص داده است. تخمین زده می‌شود که حدود ۹۵ درصد کل قربانی‌های بلایای طبیعی در دنیا در کشورهای در حال توسعه می‌باشد(کرایمر و همکاران[۱]، ۲۰۰۳: ۲). (Kreimer et al, 2003: 2). در خلال سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ تعداد ۱۵۸۱۵۱ نفر در سراسر جهان جان خود را بر ثر وقوع زمین لرزه از دست دادند. و به طور متوسط نزدیک به ۱۳۰/۰۰۰/۰۰۰ نفر در جهان، در معرض خطرات ناشی از وقوع زمین لرزه قرار دارند. در این بین، ایران با ۴۷ هزار و۲۶۷ نفر کشته، بالاترین رتبه دارد. البته این آمار بدون در نظر گرفتن تعداد حدود ۴۰/۰۰۰ نفر کشته در زلزله بم در دسامبر ۲۰۰۳ است. همچنین به لحاظ تلفات ناشی از زلزله، ایران ۶ درصد تلفات زلزله‌ای را در جهان دارا می‌باشد(ابلقی، ۱۳۸۴: ۲).

شهرها نظام‌هایی پویا و حاصل تعامل انسان و محیط طبیعی در طی روزگاران هستند و برای حفظ و تکامل و توسعه نیاز به تعادل دارند. هرگونه عدم تعادل در نظام‌های درون شهر(فضاها و بافت شهری) و نظام‌های بیرون شهر (عرصه‌های نزدیک و دور پیرا شهری و منطقه‌ای) موجب بی‌ثباتی و ناپایداری آن می‌شود(منزوی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳ و مودت، ۱۳۹۶: ۸۸). بی‌تعادلی هنگامی رخ می‌دهد که نظام‌های درون و بیرون شهر در معرض دگرگونی‌های ناگهانی و بدون برنامه قبلی قرار می‌گیرند. از دیدگاه مدیریت بحران، نظام‌های مؤثر در حیات شهر را به‌طور کلی می‌توان به دو نوع طبقه‌بندی کرد ۱) نظام‌های آسیب‌زا؛ و ۲) نظام‌های تأثیرپذیر. که منظور از نظام‌های آسیب‌زا فرایندهای طبیعی و انسانی است که می‌توانند آثار فاجعه‌آمیز داشته باشند که زلزله از جمله آن‌ها می-باشد. و منظور از نظام‌های تأثیرپذیر هر دستگاه و ابزار مصنوعی است که برای بقای حیات انسان و جامعه بشری ضروری است و امکان دارد که از تقابل نهایی خود با نظام آسیب‌زا تأثیر پذیرد(ابراهیمیان و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۶).

---

۱ . Kreimer

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

براین اساس هدف پژوهش بررسی کمی آسیب پذیری شهرستان های استان ایلام به رویکرد توسعه ای – کاربردی می باشد.

مبانی نظری

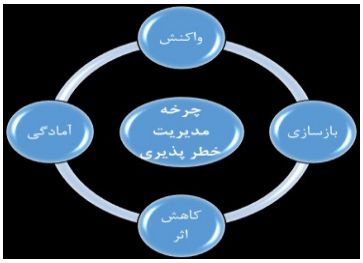
سوانح طبیعی پیامد حاصل از ترکیب پیچیده‌ای از مخاطرات و فرآیندهای اجتماعی، سیاسی و اقتصادی حاکم در هر جامعه است. بنابرین، می‌توان سانحه را بر اساس تعریف سیستم چنین بیان کرد: سانحه عبارت است از وضعیتی که نظم سیستم اصلی یا قسمت‌هایی از آن را مختل کرده و پایداری آن را به هم می‌زند. به بیانی دیگر سانحه وضعیتی است که تغییری ناگهانی در یک یا چند قسمت از عوامل متغیر سیستم به وجود می‌آورد. شدت ضعف سوانح بستگی به عوامل تشدید کننده و یا عناصر کاهش دهنده سانحه و تکنیک‌های موجود برای مدیریت و بالاخره مهار آن دارد(شمس و همکاران، ۱۳۹۰:۱۵- ۱۸).

در فرایند توسعه رابطه معناداری میان ظرفیت‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری حاصل از مخاطرات وجود دارد. فرایند توسعه ظرفیتی به دو شیوه ارزیابی ماهیتی و ارزیابی نتایج و آثار، سنجش‌پذیر است. برای ارزیابی ماهیت توسعه دو نوع توسعه ظرفیتی داخلی و بیرونی را مطرح کرد نگرش بیرونی بر این باور است که توسعه ظرفیتی چیزی است که بیرونی‌ها می‌توانند اعطا کنند یا به مردم انتقال دهند. توسعه ظرفیتی داخلی نگرشی است که در آن تنها مردم هستند که خودشان را می‌توانند توانمند سازند و بیرونی‌ها فقط می‌توانند با تسهیل‌گیری به مردم کمک کنند تا از طریق خلق شرایط و فضای توانایی در رفتارشان، برای تحقق موضوعی اقدام کنند(قدیری و همکاران، ۱۳۹۰: ۹۰-۸۵).

- مدیریت خطرپذیری (خطر احتمالی)[1]

آسیب‌ها و خسارات محتمل یا پیش‌بینی شده در زمینهٔ تاثیرگذار بر جان، معیشت و یا فعالیت‌های اقتصادی انسان‌ها به سبب تأثیرات ناشی از یک خطر مشخص بر روی عاملی که تحت تأثیر خطر بوده و در بازهٔ زمانی خاص قرار دارد را احتمال خطر یا خطرپذیری(ریسک) می‌گویند. اساساً دیدگاه‌ها و واژگان آسیب‌پذیری، خطر و احتمال خطر(ریسک) به طور دینامیکی با هم در ارتباط هستند.

به عبارت دیگر، احتمال خطر یا خطرپذیری، امکان تأثیرات مخرب محتمل الوقوع با توجه به وجود یک خطر و شرایط یا وضعیت آسیب‌پذیری یک کاربری تقسیم بر ظرفیت آن کاربری در جذب خطر را می‌گویند.



شکل (۱). چرخهٔ اصلی مدیریت خطرپذیری (منبع: زنگی آبادی و دیگران، ۱۳۸۷: ۱۱)

۱ Risk Management

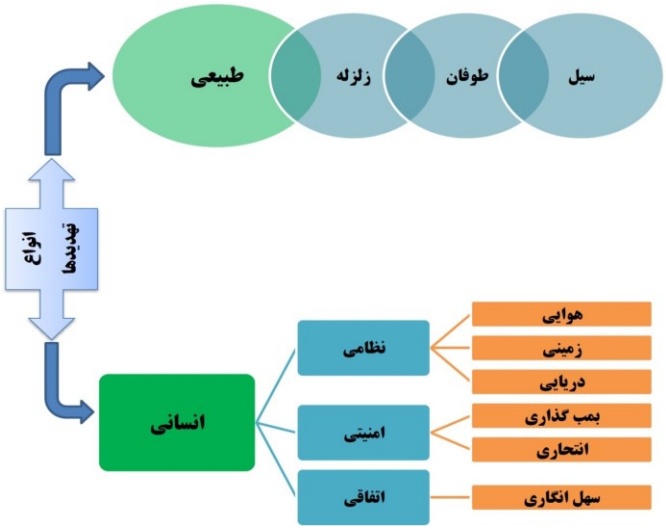
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

- خطر و احتمال خطر

خطر منشأ آسیب بالقوه یا موقعیتی با پتانسیل ایجاد خسارت است(کری و متچیل[۱]، ۲۰۰۲: ۲). خطر، تقابل بین انسان و حادثه شدید طبیعی و انسانی است که با توجه به درک و برداشت اجتماعی و سیستم‌های ارزیابی بیان می‌شود(گراولی[۲]، ۲۰۰۱: ۶). خطرات محیطی به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

- گروه اول منشأ طبیعی دارند (نظیر زلزله)

- گروه دوم مخاطرات با منشأ انسانی که ناشی از دخالت‌های انسان در طبیعت می‌باشند (نظیر آتش‌سوزی‌های ناشی از فعالیت انسان).



شکل (۲) انواع تهدیدات(ترسیم: نگارنده بر اساس مآخذ: محمدی، ۱۳۸۸: ۴۳)

روش تحقیق

از آنجایی که کنترل متغیرهای مستقلی که در اثر بحران و مخاطرات طبیعی به خصوص زلزله انسان را تحت تاثیر قرار می‌دهند بسیار مشکل و گاهاً غیر ممکن می‌باشد. در نتیجه جهت مطالعه و پروهش، در خصوص این بحران‌ها از روش معیاری و شاخصی استفاده می‌گردد. همچنین روش تجربی(شخصی و اشخاص) و روش کمی هم به عنوان کامل کنندهٔ، روش معیاری استفاده میگردد. ماهیت پژوهش حاضر "توسعه ای – کاربردی" و از نظر روش تحقیق ترکیبی از روش‌های "توصیفی، اسنادی و تحلیلی و میدانی" می‌باشد. بدین شرح که با استفاده از متغیرهای مربوطه در دو شاخص "اجتماعی و کالبدی" که از طریق سازمان های مربوطه "شهرداری های استان، استانداری استان، مرکز آمار ایران و مطالعات کتابخانه ای" متغیرهای لازم جمع آوری و بررسی می گردد. در مرحله بعد جهت تجزیه و تحلیل یافته ها با رویکرد فضایی از مدل VIKOR استفاده گردیده است؛ جهت تکمیل اطلاعات و خروجی های مناسب بررسی ها از نرم افزارهای "ArcGIS، GRAFER8، VISIO، SPSS،MINITAB" و دیگر

۱ . Keorey and Mitchel

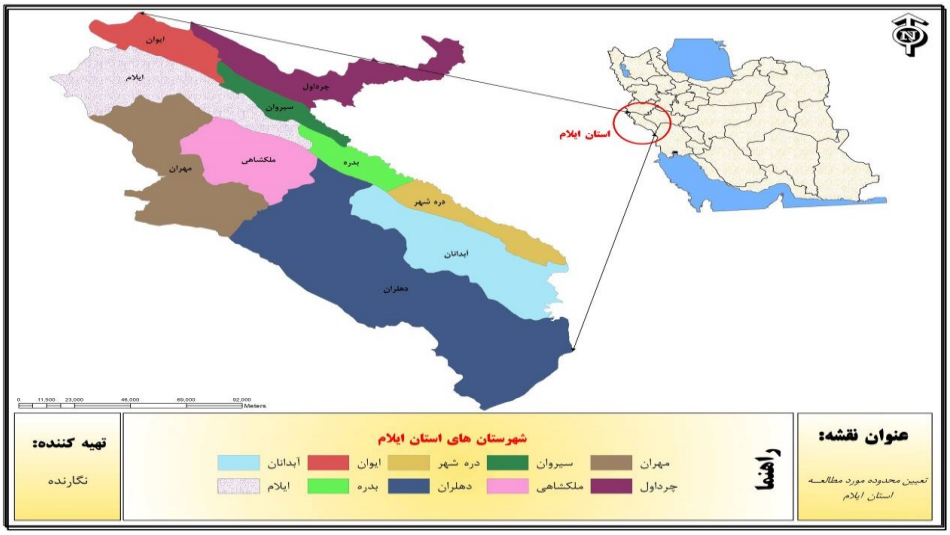
۲ . Gravely

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

برنامه های لازم استفاده می گردد. در ضمن جامعه آماری تحقیق "۹ شهرستان استان ایلام" را شامل می شود و سعی گردیده است از "آخرین اطلاعات آماری سالهای ۱۳۹۰-۱۳۹۳" استفاده شود.

محدوده مورد مطالعه

این استان در سال ۱۳۹۵ تعداد شهرستان‌های آن به ۱۰ شهرستان افزایش یافته است. که شهرستان‌های آبدانان، ایوان، ملکشاهی، سیروان و بدره به آن اضافه گردیده است. در بین ۱۰ شهرستان استان، شهرستان ایلام در سال ۱۳۹۵ با تعداد ۲۳۵۱۴۴ نفر بیشترین میزان جمعیت را داشته است. و شهرستان سیروان در سال ۱۳۹۵ با تعداد ۱۴۴۰۴ نفر کم جمعیت‌ترین شهرستان استان می‌باشد. در سالهای ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ به ترتیب ۱۳ و ۱۵ شهر در استان وجود داشته است(مرکز آمار ایران واحد اطلاع رسانی آماری، ۱۳۹۶: ۳۲).



شکل (۳) تعیین محدوده شهرستان و استان ایلام

نتایج

بررسی رشد و تحولات جمعیت استان ایلام به عنوان محدوده محاط بر شهر (ایلام) و نزدیکترین محدوده‌ای که آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد از ضروریات این بخش از مطالعات است. لازم به ذکر است چون در زمان تدوین این پژوهش از زمان سرشماری سال ۱۳۹۵ چندان فاصله نگرفته است لذا در بعضی ارقام و اطلاعات اجتماعی - کالبدی به علت عدم دسترسی بصورت برآورد بر مبنای سال پایه ۱۳۹۰ انجام گردیده است.

چنان که در جدول زیر مشاهده می‌شود، رشد جمعیت این شهرستان طی دوره ۲۰ ساله(۱۳۷۵-۱۳۹۵) برابر ۱/۸ درصد بوده است که با متوسط رشد جمعیت در سطح ملی طی همین دوره برابر بوده است. رشد جمعیت شهری و روستایی آن طی این دوره به ترتیب ۲/۳ و ۰/۱- درصد بوده است.

با توجه به این که رشد طبیعی جمعیت استان در سال ۱۳۷۵ برابر با ۱/۴ درصد بوده می‌توان گفت جامعه شهری ایلام با توجه به کمتر بودن رشد طبیعی آن، مهاجرپذیر و در مقابل جامعه روستایی آن با توجه به رشد طبیعی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

بالاتر و رشد مطلق منفی آن مهاجرفرست بوده است. چنانکه مشاهده می‌شود نزدیک به سه چهارم از جمعیت شهرستان از سال ۱۳۶۵ شهری بوده است، و سال ۱۳۹۴ فقط ۱۷ درصد جمعیت شهرستان روستایی بوده است. جدول (۱).

جدول (۱). تغییرات رشد جمعیت استان ایلام طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵

شرح	جمعیت			متوسط رشد*		
	۱۳۷۵**	۱۳۸۵***	۱۳۹۵*	۸۵-۷۵	۹۵-۸۵	۹۵-۷۵
شهرستان	۱۲۷۸۸۵	۱۶۵۶۵۵	۲۳۵۱۴۴	۱/۹	۱/۴	۱/۸
شهری	۹۳۳۲۴	۱۳۱۸۲۸	۱۷۷۹۸۸	۲/۳	۱/۴	۲/۳
روستایی	۳۴۵۶۱	۳۸۸۲۷	۳۵۵۹۱	-۰/۱۶	۱/۳	-۰/۱
نسبت شهرنشینی	۷۳/۱	۷۹/۶	۸۳/۳	۴/۷	۱۴/۱	۰/۱

مآخذ: *- مرکز آمار ایران واحد اطلاع رسانی آماری، ۱۳۹۶: ۳۲؛ **- سالنامه آماری استان ایلام، ۱۳۷۵: ۸۸؛ ***- سالنامه آماری استان ایلام، ۱۳۸۵: ۱۱۲.

ایلام در سال ۱۳۱۵ شهر گردیده، این شهر در بین ۲۵ شهر استان در سال ۱۳۹۵ در رتبه اول قرار داشته است. رتبه‌ای که از سال ۱۳۳۵ تا کنون همچنان حفظ شده است. ایلام بر اساس آخرین سرشماری نفوس و مسکن مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ بخش مرکزی آن دارای ۱۷۴۹۶۴ نفر جمعیت بوده است. اطلاعات موجود نشان می‌دهد که در اولین سرشماری قابل استناد در سال ۱۳۳۵رقمی برابر ۸۳۴۶ نفر جمعیت داشته است، به این ترتیب جمعیت آن طی این دوره حدود ۲۱ برابر شده است که رشدی برابر۴ درصد را نشان می دهد. مقایسه رشد سالانه جمعیت آن با شهری کشور طی این دوره نشان می‌دهد که رشد جمعیت بیشتری از متوسط شهری کشورداشته است. با قبول تعمیم رشد طبیعی جمعیت شهری استان در میانه دوره که رقمی حدود ۳/۶ درصد بوده است می‌توان گفت این شهر در مجموع طی این دوره از یک موازنه مهاجرتی مثبتی برخوردار بوده است.

رشد جمعیت آن در اغلب دوره‌ها بیش از رشد جمعیت شهری کشور بوده است؛ ضمن آنکه رشد جمعیت شهر در همه دوره‌های سرشماری یکسان نیست، بیشترین رشد جمعیت آن مربوط به دوره ۱۰ ساله ۶۵-۱۳۵۵ است که رشد ۱۰/۶ درصدی را تجربه کرده است. از آن دوره به بعد رشد جمعیت شهر کم گردیده به طوری که در دوره ۱۵ ساله ۹۵-۱۳۸۰ از رشد جمعیت شهری کشور کمتر شده و حتی در دوره ۵ ساله ۹۰-۱۳۸۵ به حدود رشد طبیعی آن رسیده است. جدول (۲).

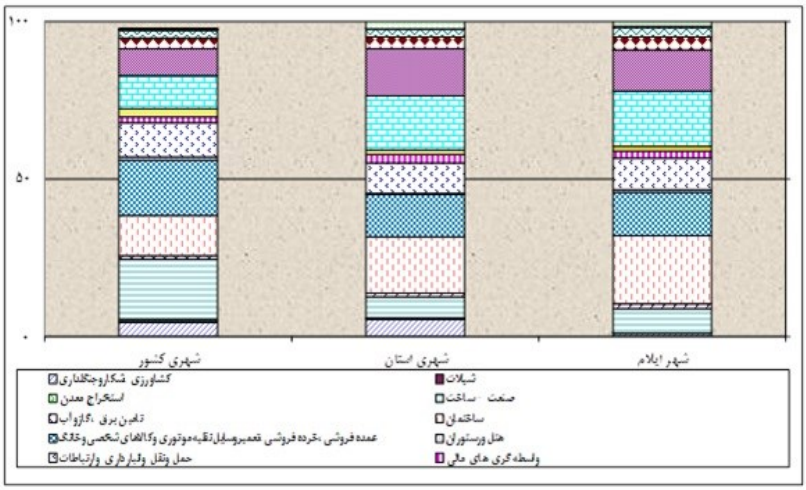
جدول (۲). نسبت جمعیت شهر ایلام و شهری ایران طی سال‌های ۱۳۳۵- ۱۳۹۵

شرح	سال						
	۱۳۳۵	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۵
شهر ایلام	۸۳۴۶	۱۵۴۹۳	۳۲۴۷۶	۸۹۰۳۵	۱۲۶۳۴۶	۱۶۰۳۵۵	۱۷۴۹۶۴
شهری کشور	۶۰۰۲۶۲۱	۹۷۹۵۸۱۰	۱۵۸۵۴۶۸۰	۲۶۸۴۴۵۶۱	۳۶۸۱۷۷۸۹	۴۸۲۵۹۹۶۴	۵۹۱۴۶۸۴۷

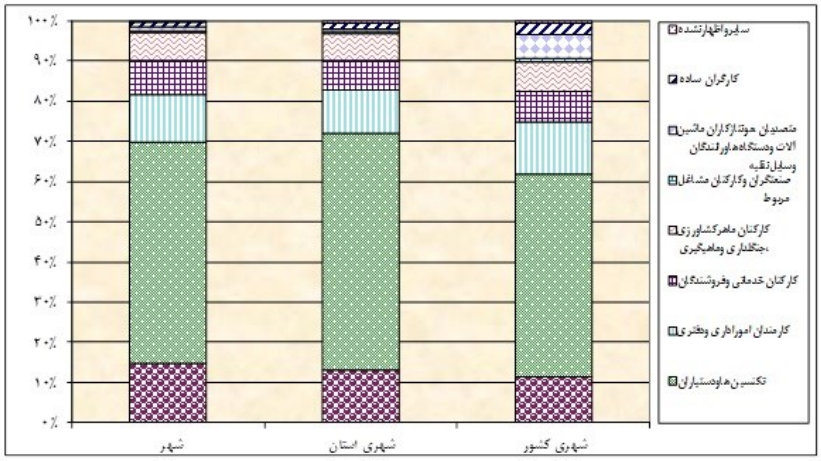
مآخذ: مرکز آمار ایران واحد اطلاع رسانی آماری، ۱۳۹۶: ۲۴-۳۳.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

وضعیت فعالیت در ایلام در سه گروه ۱) شاغلین بر اساس نوع فعالیت؛ ۲) شاغلین بر اساس تحصیلات و ۳) جمعیت ۱۰ ساله و بیشتر به شرح اسکال(۴ و ۵) زیر ارائه گردیده است.



شکل (۴). مقایسه شاغلان ۱۰ساله و بیشتر شهر ایلام، استان و کشور سال ۱۳۹۵



شکل (۵) مقایسه شاغلان ۱۰ساله و بیشتر دارای تحصیلات عالی ایلام، شهری استان و کشور سال ۱۳۹۲

(ترسیم: نگارنده بر اساس مآخذ: مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵: ۲۶)

بر این اساس حدود ۳۹ درصد از جمعیت ۱۰ ساله و بیشتر شهر ایلام فعال بوده‌اند که از متوسط استان (۳۹/۱ درصد) و متوسط ملی (۳۹/۴ درصد) کمی کمتر است؛ تفاوتی که به نوعی نشانه ساختار نسبتاً جوانتر جمعیت آن ناشی شده است و در عین حال نشانه عرضه نیروی کار کمتر به بازار کار است در عین حال باید توجه داشت که تفاوت زیاد نیست و در صورت وجود زمینه‌های فعالیت می‌تواند به یک فرصت و در غیر این صورت به تهدیدی برای شهر مبدل شود. حدود ۲۳/۴ درصد از جمعیت فعال شهر مورد مطالعه بیکار بوده‌اند. مقایسه این نسبت با نسبت‌های متناظر در استان(۲۷/۲ درصد) و کشور(۷/۱۲ درصد) در عین حالی که کمتر بودن میزان بیکاری را در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

مقایسه با متوسط استان نشان می‌دهد ولی نسبت به متوسط ملی بیش از ۱۰ درصد بیشتر است. کمتر بودن میزان اشتغال در این شهرستان موجب بیشتر بودن میزان سرباری در آن در مقایسه با میزان متناظر در کشور(۴/۳) شده است. بنابراین می‌توان گفت شاغلان شهر ایلام بار معیشت افراد بیشتری را به دوش می‌کشند.

در این قسمت از پژوهش از مدل Entropy-VIKOR استفاده گردیده است که ابتدا روش آن شرح داده شده است.

مدل آنتروپی[1]

در مسائل تصمیم گیری چند معیاره و بخصوص مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه، داشتن و دانستن اوزان نسبی شاخصهای موجود، گام مؤثری در فرایند حل مسئله بوده و مورد نیاز است. از جمله روشهای تعیین وزنهای شاخصها، می‌توان به روشهای استفاده پاسخ خبرگان، روش لینمپ، روش کمترین مجذورات، تکنیک بردار ویژه، آنتروپی شانون و غیره اشاره کرد. در این پژوهش برای وزن دهی به شاخصها، از روش آنتروپی شانون به عنوان یکی از معروفترین روش محاسبه اوزان شاخص‌ها(منگ[2]، ۲۰۰۸: ۳). استفاده شده است. آنتروپی در تئوری اطلاعات معیاری است برای مقدار عدم اطمینان بیان شده توسط یک توزیع احتمال گسسته(P_i) به گونه‌ای که این عدم اطمینان، در صورت بخش بودن توزیع، بیشتر از موردی است که توزیع فراوانی بلندتر باشد. این عدم اطمینان به صورت زیر تشریح می‌شود:

ابتدا مقدار ارزشی با نماد E محاسبه می‌گردد که روش آن بشرح رابطه(۱) می‌باشد(مومنی، ۱۳۹۲: ۵۵):

رابطه(۱).

$$E = -K\sum_{i}^{n}[P_i.LnP_i]$$

بطوری که K یک ثابت مثبت است و به منظور تامین $1 \geq E \geq 0$، که E از توزیع احتمال P_i بر اساس مکانیزم آماری محاسبه شده است. و مقدار آن در صورت P_iها با یکدیگر بیشینه مقدار ممکن خواهد بود.

در مرحله بعد با استفاده از رابطه(۲) زیر انجام می‌گردد:

رابطه(۲).

$$-K\sum_{i=1}^{n} P_i.LnP_i = -k\left\{\left(L\,n\frac{1}{n}\right)\left(\frac{n}{n}\right)\right\} = -kLn\frac{1}{n}$$

یک ماتریس تصمیم‌گیری از یک مدل(تصمیم‌گیری چند شاخصه[3]) حاوی اطلاتی است که آنتروپی می‌تواند به عنوان معیاری برای ارزیابی آن بکار رود. یک ماتریس تصمیم‌گیری را به صورت زیر در نظر می‌گیریم:

1 - Entropy Model
2 - Meng
3 MADM

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

	X1	X2	X3		X4	X5
A1	R_{11}	R_{12}	.		.	R_{1n}
A2	.	.	.		.	.
A3	.	.	.		.	.
A4	R_{m1}	R_{m2}	.		.	R_{nm}

محتوای اطلاعاتی از این ماتریس ابتدا به صورت(P_{ij}) رابطه(۳) می‌باشد:

رابطه(۳).

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}} \ , \forall i, j$$

و برای E_J از مجموعه P_{ij} به ازای هر مشخصه خواهیم داشت: رابطه(۴).

رابطه(۴).

$$E_j = -k \sum [P_i . Ln P_i] \ , \forall j$$

اکنون عدم اطمینان یا درجه انحراف(d_j) از اطلاعات ایجاد شده به ازای شاخص jام رابطه(۵) قرار می‌باشد:

رابطه(۵).

$$d_j = \left(1 - E_j\right) , \forall j^{\circ}$$

و سرانجام برای اوزان(W_J) از شاخص موجود خواهیم داشت: رابطه(۶).

رابطه(۶).

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

- مدل VIKOR[۱]

در دهه‌های اخیر کاربرد روش‌های کمی در برنامه‌ریزی به طور فزاینده‌ای افزایش یافته است. و روش‌های متفاوتی برای ارزیابی و همچنین برنامه‌ریزی وجود دارد. یکی از این مدل‌ها، روش VIKOR می‌باشد.

اپریکوویک و تزنگ در سال ۱۹۸۸ روش ویکور را ارائه دادند. این روش که مبتنی بر برنامه‌ریزی توافقی مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره است، مسائلی با معیارهای نامناسب و ناسازگار را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در شرایطی که فرد تصمیم گیرنده قادر به شناسایی و بیان برتری های یک مسئله در زمان شروع و طراحی آن نیست، این روش می‌تواند به عنوان ابزاری موثر برای تصمیم‌گیری مطرح شود(مودت و ملکی، ۱۳۹۳: ۹۰).

- مراحل روش مدل ویکور

تشکیل ماتریس تصمیم گیری: رابطه(۷).

[۱] - VlseKriterijumska optimizacija I Kompromisno Resenje.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

رابطه(۷).

$$X = \begin{matrix} X_{11} & \dots & X_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & \dots & X_{mn} \end{matrix}$$

-بدست آوردن ماتریس بی‌مقیاس سازی موزون(V): ماتریس بی‌مقیاس شده(N) را در ماتریس قطی وزن‌ها(W_{n*n}) ضرب می‌کنیم، رابطه(۸) یعنی: رابطه(۸). $V= N* W_{n*n}$

که این ماتریس داریم: رابطه(۹).

رابطه(۹).

$$f_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}$$

در این مرحله ابتدا باید اعداد مورد نظر را بی‌مقیاس نمود که از رابطه(۱۰) استفاده گردیده و با محاسبات صورت گرفته نتایج آن به شرح جدول (۳) می‌باشد:

رابطه(۱۰).

$$n_{ij}=\frac{a_{ij}}{\sqrt[2]{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}^2}}}$$

با توجه به نتایج مرحله قبل، جهت تعیین وزن هر شاخص نیازمند طی کردن سه مرحله ذیل می‌باشد:

بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم‌گیری: رابطه(۱۱).

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}} \quad ; \quad \forall_j$$

محاسبه آنتروپی شاخص‌ها: رابطه(۱۲).

$$E_j = -k\sum_{i=i}^{m}[P_{ij}LnP_{ij}] \quad ; \quad \forall_j$$

محاسبه میزان عدم اطمینان: رابطه(۱۳).

$$d_j = 1 - E_j \quad ; \quad \forall_j$$

جدول(۳). تعیین وزن هر شاخص با تکنیک آنتروپی شانون

شاخص		Ej	dj	Wj
جمعیت به تفکیک جنس	Index 1	۰.۹۴۰	۰.۰۶۰	۰.۱۳۹
	Index 2	۰.۹۳۹	۰.۰۶۱	۰.۱۴۲
	Index 3	۰.۹۴۰	۰.۰۶۰	۰.۱۴۰
جمعیت بر اساس اشتغال	Index 4	۰.۹۳۸	۰.۰۶۲	۰.۱۴۴
	Index 5	۰.۹۵۲	۰.۰۴۸	۰.۱۱۲

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

	Index 6	۰.۹۲۵	۰.۰۷۵	۰.۱۷۶
خانوار به تفکیک شهری و روستایی	Index 7	۰.۹۵۵	۰.۰۴۵	۰.۱۰۵
	Index 8	۰.۹۸۶	۰.۰۱۴	۰.۰۳۲
	Index 9	۰.۸۵۳	۰.۱۴۷	۰.۳۴۳
تعداد خانوار	Index 10	۰.۹۴۰	۰.۰۶۰	۰.۱۴۱
وضعیت نسبت جنسی	Index 11	۰.۹۲۴	۰.۰۷۶	۰.۱۷۸
	Index 12	۰.۹۳۸	۰.۰۶۲	۰.۱۴۶
	Index 13	۰.۹۳۱	۰.۰۶۹	۰.۱۶۱

تعیین بهترین و بدترین معیارهای مثبت و منفی به تریب از روابط (۱۴ تا ۱۷) بدست می‌آید:

بهترین(f_j^*) مقدار برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط (۱۴ و ۱۵) محاسبه می‌شوند:

$$f_j^* = \max f_{ij}$$

رابطه(۱۴).

$$f_j^* = \min f_{ij}$$

رابطه(۱۵).

بدترین(f_j^-) مقدار برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط (۱۶ و ۱۷) محاسبه می‌شوند:

$$f_j^- = \min f_{ij}$$

رابطه(۱۶).

$$f_j^- = \max f_{ij}$$

رابطه(۱۷).

محاسبه مقدار سودمندی(S) و تاسف(R):

مقادیر S و R با توجه به روابط (۱۸ و ۱۹)محاسبه می‌شود:

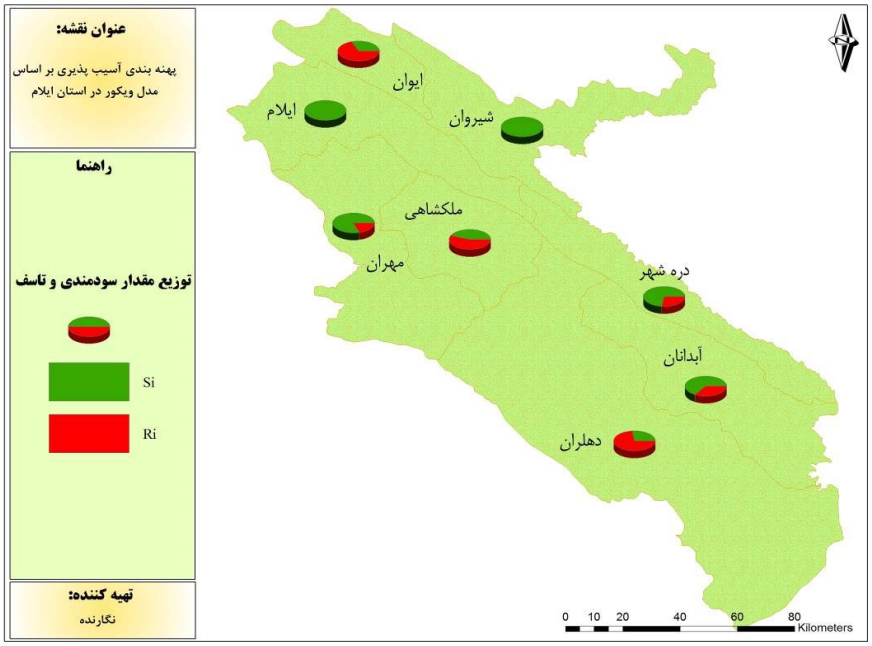
$$S_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-}$$

رابطه(۱۸).

$$R_i = \max \left\{ w_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \right\}$$

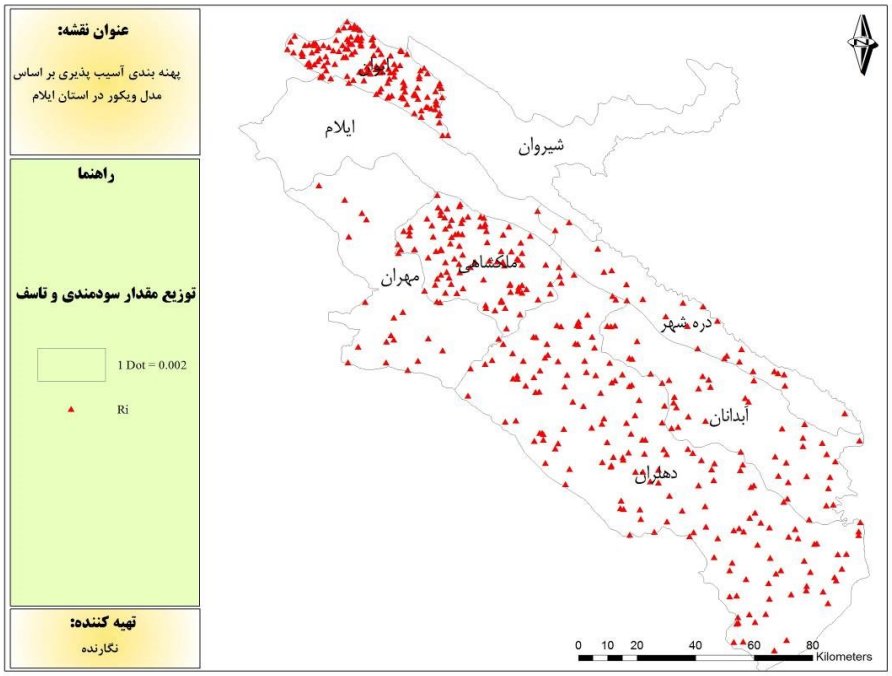
رابطه(۱۹).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]



شکل (۶). سطح‌بندی میزان S_i با استفاده از مدل VIKOR در استان ایلام به تفکیک شهرستان

که در روش فوق w_j مقدار وزن مورد نظر برای معیار j می باشد.



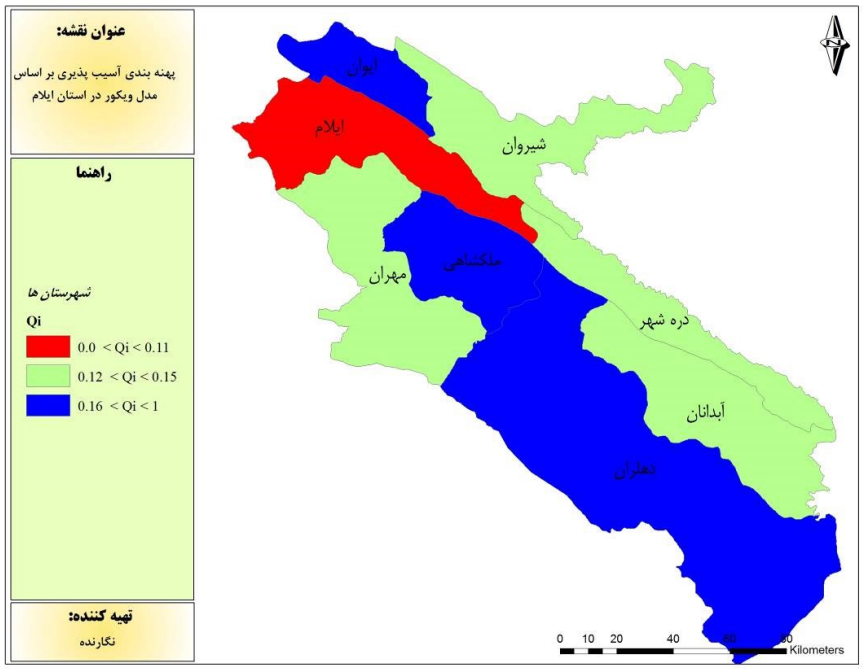
شکل (۷) سطح‌بندی میزان R_i با استفاده از مدل VIKOR در استان ایلام به تفکیک شهرستان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

محاسبه شاخص VIKOR و به عبارتی مقدار Qi با روابط (۲۰ و ۲۱) انجام می شود:

$$Q_i = v\left[\frac{S_i - S^-}{S^* - S^-}\right] + (1 - v)\left[\frac{R_i - R^-}{R^* - R^-}\right]$$ رابطه(۲۰).

$$S^- = \min S_i \quad S^* = \max S_i \quad R^- = \min R_i \quad R^* = \max R_i$$ رابطه(۲۱).



شکل (۸) سطح‌بندی میزان Q_i با استفاده از مدل VIKOR در استان ایلام به تفکیک شهرستان

مرتب کردن گزینه ها بر اساس مقادیر R، S و Q

انجام این مرحله مرتب کردن مقادیر از کوچک به بزرگ می‌باشد. و در نهایت برای انخاب گزینه برتر یا بدتر شرایط زیر لازم است:

شرط اول: اگر گزینه A_1 و A_2 به ترتیب اولین و دومین گزینه مورد نظر در گروه و n بیانگر تعداد گزینه‌ها باشد، رابطه (۲۲) برقرار است:

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq \frac{1}{n-1}$$ رابطه(۲۲).

شرط دوم: گزینه A_1 باید حداقل در یکی از گروه های S و R به عنوان برتر شناخته شود.

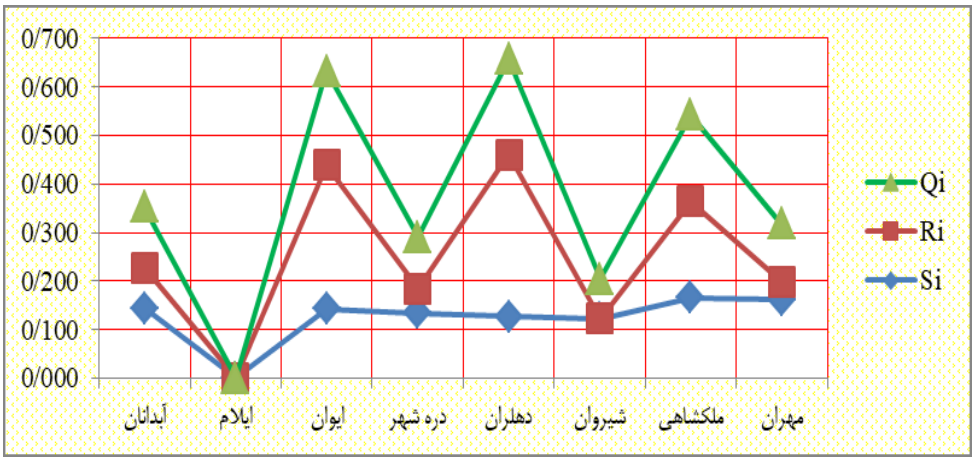
و زمانی شرط اول برقرار نباشد مجموعه‌ای گزینه‌ها به عنوان گزینه برتر و یا بدتر شناخته می‌شوند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

در نتیجه مشاهده می‌گردد شهرستان ایلام از نظر شاخص R و Q آسیب‌پذیرترین منطقه می‌باشد و به نوعی علاوه بر شرط اول در هر سه گروه R، S و Q آسیب‌پذیرترین می‌باشد. بنابراین بر اساس شرط اول رابطه (۲۳) صادق می‌باشد:

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq \frac{1}{8-1}$$ رابطه(۲۳).

و به عبارتی منطقه دو در یکی از دو گروه S و R به عنوان برتر شاخته شده است لذا شرط دوم نیز برقرار است.



شکل (۹). رتبه‌بندی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرستان استان ایلام در برابر زلزله با مدل VIKOR

با توجه به نمودار و شرایط مورد نظر مشخص می‌گردد که شهرستان ایلام در سه گروه R، S و Q در پایین‌ترین رتبه قرار دارد، در مرحله بعد مناطق در سه گروه R، S و Q با هم تفاوتهایی را دارا می باشند.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با رویکرد توسعه‌ای – کاربردی اقدام به بررسی برآورد ریسک و ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای یک شهر در استان ایلام اقدام نموده که نتایج نشان داده است شهرستان های استان از نظر تراکم جمعیتی، باسواد و غیره که هر کدام نقش موثری در آسیب پذیری دارند می تواند در رتبه آسیب ناشی از زلزله موثر واقع گردیده اند. و باعث گردیده است رتبه شهرستان ها در آسیب پذیر نسبت به یکدیگر تغیر نماید.

به عبارتی یک رابطه تاثیر و تاثر در میزان آسیب اجتماعی در برابر زلزله را دارا می‌باشند. زیرا به کارگیری مدل-های VIKOR و GIS نشان می‌دهد مناطقی که در این شاخص‌ها وضعیت آنها نسبت به دیگر مناطق بالاتر بوده(مازاد از استاندارد تعریف شده)، به سود منطقه نبوده و در صورتی این مازاد به سود منطقه است که: جنبه مثبت و کمک کننده وضعیت اجتماعی باشد. به عنوان مثال هر چه میزان جمعیت ۶۵ سال و بیشتر منطقه بیشتر باشد وضعیت آسیب پذیری اجتماعی منطقه را در برابر زلزله افزایش می‌دهد. و یا زیاد بودن جمیعت بی‌سواد منطقه برابر است با آسیب پذیری اجتماعی بیشتر منطقه در صورتی که با نگاه کلی زیاد بودن این شاخص این منظور را می‌رساند که وضع منطقه مناسب‌تر چون میزان آن بیشتر از دیگر مناطق است. همچنین جمعیت منطقه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

و مساحت چنین رابطه‌ای را بیان می‌کند، اگر این جمعیت از بعد تراکم، ساخت و ساز و غیره مناسب مساحت باشد به سود منطقه ولی با افزایش و کاهش هر کدام تاثیرِ مثبتی در منطقه ندارد. زیرا به لحاظ آماری میانگین میزان VIKOR بدست آمده برابر ۰,۱۲۵ درصد بوده است. گرچه خود این میزان بیانگر وضعیت نامناسب موضوع می باشد. اما با همین میزان مناطقی هستند که میزان VIKOR آنها بسیار کوچکتر از میانگین بوده است. که شامل شهرستان های دهلران، ایوان و ملکشاهی می باشد. و شهر ایلام به عنوان منطقه‌ای بیشترین اختلاف را با میانگین VIKOR در استان دارا بوده است.

نتایج حاصل از بررسی صورت گرفته می‌تواند منجر به درس‌هایی در آمادگی و برنامه‌ریزی در برابر زلزله باشد. به صورتی که ایمنی شهر در برابر خطرات زلزله به عنوان یک هدف در تمامی سطوح برنامه‌ریزی مد نظر قرار گیرد، که سطح میانی برنامه‌ریزی شهری و شهرسازی می‌تواند از کارآمدترین سطوح برنامه‌ریزی برای کاهش آسیب-پذیری در برابر زلزله باشد؛ بنابراین جهت کاهش خطرات ناشی از زلزله موارد ذیل پیشنهاد می‌گردد:

- بهبود و باسازی سازه‌های ضعیف شهر بویژه در بافت قدیم.
- تقویت و باسازی مناطقی که آسیب‌پذیری بالای دارند.
- توزیع و پراکندگی جمعیت متناسب با وضعیت و آسیب‌شناسی مناطق شهری.

منابع

ابراهیمیان، یاسر؛ آل‌شیخ، علیرضا؛ مدیری، مهدی؛ حسنوی، رضا و عباسی، مرتضی (۱۳۹۳)، **مدلسازی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری با استفاده از روش دلفی و تحلیل سلسله مراتی در محیط GIS مطالعه موردی منطقه ۶ شهر تهران**، مجله اطلاعات جغرافیایی سپهر، **۲۳(۹۱)**: ۲۵-۳۷.

اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان ایلام (۱۳۹۰)، **سنتز مطالعات جامع احیاء و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام** جلد۱۴(جمعیت و نیروی انسانی).

افشار سیستانی، ایرج (۱۳۷۲)، **ایلام و تمدن دیرینه آن**، انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، تهران.

زنگی‌آبادی، علی؛ محمدی، جمال و قائدرحمتی، صفر (۱۳۸۷)، **تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری اجتماعی شهری در برابر زلزله نمونه موردی شهر اصفهان**، مجله جغرافیا و توسعه، **۱۲**: ۱-۲۰.

مرکز آمار ایران (۱۳۳۵-۱۳۹۵)، **سالنامه آماری استان ایلام**، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان ایلام، معاونت آمار و اطلاعات.

مرکز آمار ایران واحد اطلاع رسانی آماری (۱۳۹۶)، **گزارش سرشماری عمومی استان ایلام**.

ملکی، سعید و مودت، الیاس (۱۳۹۳)، **طیف‌بندی و سنحش فضایی آسیب فیزیکی اجتماعی شهرها در برابر زلزله با بکارگیری تکنیک VIKOR و GIS**، مجله جغرافیا و آمایش شهری – منطقه ای، **۱۱**: ۸۲-۹۶.

مومنی، منصور (۱۳۹۲)، روش نوین تحقیق در عملیات، انتشارات آذرخش، تهران.

مودت، الیاس (۱۳۹۶)، **مدلسازی آسیب پذیری شهری در برابر زلزله با رویکرد تاب آوری**، رساله دکتری، استاد راهنما دکتر سعید ملکی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

ناطقی‌الهی، فریبرز (۱۳۸۷)، **طراحی سازه‌های ساختمانی بلند در برابر زلزله**، انتشارات دیناگران، تهران.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]

Meng, F.I. (2010), **Implementation and testing of the Method of Splitting Tsunami (MOST) model,** NOAA, Tech, Memo, ERL PMEL-112.

Kreimer, A., Arnold, A., Carlin, A.(2003), **Building safer cities, The future of disaster risk,** Disaster risk management series, Vol. 3, The World bank.

United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR) (2007 and 2016), Terminology, Basic Terms of Disaster Risk Reduction, International Strategy for Disaster Reduction.

Keorey, A. and Mitchel, C. (2002), **Change Detection of Structures in the Earthquake Hazard Zoning Map of Eskisehir City, Turkey, by Using Satellite Images**, 2nd GRSS/ISPRS Joint Workshop on Data Fusion and Remote Sensing over Urban Areas.

Gravely, B.L. (2001), **Regions at Risk Comparisons of Threatened Environments**, United Nations University Press, Tokyo.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.10.7]

[DOI: 10.29252/jgs.20.59.197]