



Processing and Visual Modeling based on the PROMETHEE-GAIA Technique in Urban Resilience (Case Study: Ilam City)

Elias Mavedat*

Assistant Professor in Urbanization, Jundi- Shapur University of Technology, Dezful, Iran

Received: 6 January 2021

Revised: 14 February 2021

Accepted: 17 April 2021

Abstract

The resilience of urban systems as the best form of human habitation has significant environmental impacts, and the promotion of sustainability and resilience in cities and human settlements is a priority. Resilience of a city and how it is measured in cities are important, but despite the significant advances made in recent years in this field, existing methods of measuring urban resiliency have been used for analyzing it for specific disorders, or from the perspective of resilience engineering. Based on the necessity of this research by using PROMETHEE model, the first step was to identify the basics of earthquake crisis management, and in the next step, the status of Ilam was analyzed statistically. It should be noted that the current research is a developmental-applied approach and research method is a combination of descriptive, analytical, library, and field methods. Moreover, for the analysis and drawing, GRAFER, EQS, EXCEL and ArcGIS, VPLS and AMOS-SPSS software and other applications were used. The results of the research showed that, based on GAIA layout, areas 12, 3, 8, 5 and 6 are more resilient than other areas. In terms of indexation, the three criteria of facilities and equipment, green space, and transportation in the city of Ilam has made such areas. Based on a resilient network pattern, the phi positive for area 12 of Ilam is 0.81% and the phi negative is 19/0. Finally, based on the quantitative ranking of the PROMETHEE model, area 12 of Ilam with 0/6231 percent of resilience is the most resilient area and area 9 Ilam with -0/4306 percent of resilience is the most vulnerable urban area.

Keywords: Modeling, PROMETHEE, GAIA, Resilience, Ilam

*. E-mail: Mavedate@Jsu.ac.ir

Tel: + 989171887058

How to cite this Article: Mavedat,E.(2022). Processing and visual modeling based on the PROMETHEE-GAIA technique in resilience urban (Case Study of Ilam City). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 10(4), 137-157.

doi: 10.22067/geoeh.2021.68186.1009



Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant with open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards

Volume 10, Issue 4 - Number 40, Winter 2022

<https://geoeh.um.ac.ir>

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.68186.1009>

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۰، صص ۱۴۹-۱۲۹

مقاله پژوهشی

بررسی و پردازش دیداری تاب‌آوری شهری با تکنیک PROMETHEE- GAIA

(مورد مطالعه: شهر ایلام)

الیاس مودت^۱ - استادیار گروه شهرسازی، دانشگاه صنعتی جندی‌شاپور دزفول، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۷ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۱/۲۶ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱/۲۸

چکیده

شهرنشینی به‌عنوان برترین شکل سکونت‌گاه انسانی، ارتقای پایداری و تاب‌آوری آن، یک اولویت است؛ لذا مطالعات تاب‌آوری شهری و نحوه سنجش آن در شهرها اهمیت می‌یابد. این در حالی است که با وجود پیشرفت‌های مهم در سال‌های اخیر در این زمینه، روش‌های موجود برای اندازه‌گیری تاب‌آوری شهری، تنها به تحلیل آن برای اختلالات خاص، یا از منظر تاب‌آوری مهندسی بوده است. بر اساس ضرورت موضوع این پژوهش با استفاده از مدل‌سازی PROMETHEE ابتدا اقدام به شناخت مبانی مدیریت بحران ناشی از زلزله نموده و در مرحله بعد به تحلیل آماری شهر ایلام پرداخته است. لازم به ذکر است پژوهش حاضر دارای رویکرد توسعه‌ای - کاربردی و روش تحقیق ترکیبی از روش‌های (توصیفی، تحلیلی، کتابخانه‌ای و میدانی) است. همچنین جهت تحلیل و ترسیم از نرم‌افزارهای EQS، GRAFER، EXCEL و ArcGIS، VPLS و AMOS-SPSS دیگر برنامه‌های موردنیاز استفاده گردیده است. نتایج تحقیق نشان داده است بر اساس طرح‌ریزی GAIA تنها نواحی ۱۲، ۳، ۵، ۸ و ۶ بیشترین تاب‌آوری شهری را نسبت به دیگر نواحی دارا هستند و از نظر شاخص‌سازی سه معیار تأسیسات و تجهیزات، فضای سبز و حمل‌ونقل در شهر ایلام باعث به وجود آمدن چنین فضایی گردیده است. همچنین بر اساس الگوی شبکه‌ای تاب‌آوری میزان فی مثبت ناحیه ۱۲ شهر ایلام برابر ۰/۸۱ درصد و میزان فی منفی آن برابر ۰/۱۹ است. در نهایت بر اساس رتبه‌بندی کمی مدل PROMETHEE ناحیه ۱۲ شهر ایلام با میزان ۰/۶۲۳۱ درصد تاب‌آورترین و ناحیه ۹ شهر ایلام با میزان ۰/۴۳۰۶ - درصد آسیب‌پذیرترین ناحیه شهری است.

Email: Mavedate@jsu.ac.ir

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۵۹۴۶۸۱

نحوه ارجاع به این مقاله:

مودت، الیاس. (۱۴۰۰). بررسی و پردازش دیداری تاب‌آوری شهری با تکنیک PROMETHEE- GAIA (مورد

مطالعه شهر ایلام). جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۰(۴). صص ۱۴۹-۱۲۹.

<https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.68186.1009>

کلیدواژه‌ها: مدل‌سازی، GAIA، PROMETHEE، تاب‌آوری شهری، ایلام.

۱- مقدمه

در بین بحران‌های شهری زلزله از دیرباز جزء پرخطرترین مخاطرات طبیعی بوده و هست؛ بنابراین امروزه تحلیل و کاهش آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات طبیعی به حوزه مهم و گسترده‌ای در سپهر برنامه‌ریزی و مدیریت بحران تبدیل شده است (مودت و ملکی، ۱۳۹۳ و قدیری و همکاران، ۱۳۹۶)؛ اما این موضوع از چنان گستردگی و پیچیدگی برخوردار است که نیازمند در نظر گرفتن تمام متغیرها و عوامل تأثیرگذار است. در مقابل به علت‌هایی دست‌یابی به تمام متغیرها، مکان‌ها و عوامل تأثیرگذار نیست و از طرفی دیگر هدف برنامه‌ریزی مدیریت بحران کاهش و جلوگیری از اثرات سوء این آسیب‌هاست.

مفهوم آسیب‌پذیری اجتماعی در مقابل خطرات محیطی به این دلیل در هر مطالعه‌ای جهت مقایسه و تحلیل آسیب‌پذیری نسبت به دیگر عوامل «تمام فضا و عناصر» را شامل می‌شود، مورد توجه است (کاترین^۱ و همکاران، ۲۰۱۱).

در این میان تبیین رابطه تاب‌آوری و میزان آسیب‌پذیری در برابر سوانح طبیعی (زلزله)، در واقع نحوه تأثیرگذاری ظرفیت‌های اجتماعی، اقتصادی، نهادی، سیاسی و اجرایی جوامع در افزایش تاب‌آوری و شناخت ابعاد تاب‌آوری در اجتماع است. شایان ذکر است که نوع نگرش به مقوله تاب‌آوری و نحوه تحلیل آن، از یک طرف در چگونگی شناخت تاب‌آوری وضع موجود و علل آن نقشی کلیدی دارد و از طرف دیگر سیاست‌ها و اقدامات تقلیل خطر و نحوه رویارویی با آن را ترسیم می‌کند. از این‌روست که تبیین رابطه تاب‌آوری در برابر سوانح طبیعی (زلزله) و کاهش اثرات آن، با توجه به نتایجی که در بر خواهد داشت و تأکیدی که این تحلیل بر بعد تاب‌آوری دارد از اهمیت بالایی برخوردار است (مودت، ۱۳۹۶).

تاب‌آوری سیستم‌های شهری به‌عنوان برترین شکل سکونت‌گاه انسانی تأثیرات قابل توجهی بر محیط‌زیست دارند و ارتقای پایداری و تاب‌آوری در شهرها و سکونتگاه‌های انسانی یک اولویت است لذا مطالعات تاب‌آوری شهری و نحوه سنجش آن در شهرها اهمیت می‌یابد (قرایی و همکاران، ۱۳۹۶). این در حالی است که با وجود پیشرفت‌های مهم در سال‌های اخیر در این زمینه، روش‌های موجود برای اندازه‌گیری تاب‌آوری شهری، تنها به تحلیل آن برای اختلالات خاص، یا از منظر تاب‌آوری مهندسی بوده است (سوارز^۲، ۲۰۱۶).

انسان، موجود هوشمند به ذات است که برای رسیدن به اهداف خود برنامه‌ریزی می‌کند. به همین جهت از اطلاعات حاصل از تجربیات موجود در زندگی خود و دیگران استفاده نموده و از توانایی‌های ذهنی خویش برای نظم

1 Katherine

2 Suarez

بخشیدن و اولویت‌بندی این اطلاعات بهره می‌برد. انسان در زندگی روزمره این اطلاعات را برای درک بیشتر محیط پیرامون خود، یادگیری مطالب جدید و برنامه‌ریزی برای آینده به کار می‌برد. به این طریق وی از توانایی استدلال، بر اساس مشاهدات برای نیل به اهداف خود استفاده می‌کند. البته به دلیل محدودیت قدرت ادراک انسان از جهان خارج و نیز محدودیت قدرت استدلال جامع و عمیق، وی با عدم قطعیت مواجه است. لیکن فعل و انفعال و اثر متقابل اطلاعات و عدم قطعیت، معیاری برای میزان پیچیدگی است. در این پژوهش موضوع تاب‌آوری شهر در برابر زلزله، یک نمونه از تجربه عملی روزمره از مسأله بحران شهری است. هدف افزایش متغیر جهت کاهش آسیب بحران شهری است؛ بنابراین به دلیل نیاز به اطلاعات بیشتر جهت کاهش بحران، دربرگیرنده عدم قطعیت در وقوع بسیاری از حوادث و امور غیرقابل پیش‌بینی نیز هست. لذا هراندازه درجه و میزان عدم حتمیت افزایش یابد پیچیدگی اهداف نیز افزایش می‌یابد؛ بنابراین، به مرور ادراکات ما از پیچیدگی در رابطه با دانسته‌ها و ندانسته‌ها همواره افزایش می‌یابد. در این پژوهش مهم‌ترین مسأله‌ای که مد نظر است، اول کاهش ضریب خطا جهت مدیریت بحران با به‌کارگیری روش مدل‌سازی و موضوع دوم چگونگی تحت کنترل درآوردن پیچیدگی امور و مسائل و آسیب‌ها است که با روش پرومته^۱ به بررسی موضوع پرداخته شده است.

۱-۱- تعاریف و مبانی نظری تحقیق

مفهوم تاب‌آوری در حال حاضر فارغ از ابعاد پیچیده فلسفی‌اش و نبود شفافیت و درک یکسان از آن و از همه مهم‌تر مشخص نبودن نحوه تأثیر و نمودش در شهرسازی و مدیریت بحران، در راستای تحقق توسعه پایدار، به‌طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. تمرکز مستقیم بر تاب‌آور ساختن جوامع شهری، به جای مقابله با آسیب‌پذیری‌های آن، به این دلیل حائز اهمیت است که تاب‌آوری شهرها در برابر وقوع بحران می‌تواند منجر به اقداماتی همچون افزایش ظرفیت انعطاف‌پذیری و انطباق جوامع شهری با معیشت ساکنانش شود (پاشاپور و پوراگرمی، ۱۳۹۶).

ما در یک محیط به‌طور فزاینده شکننده زندگی می‌کنیم (پلاتس-فاولر و رایینسون^۲، ۲۰۱۳). شهرهای تاب‌آور به نتایج مثبت ناشی از تغییرات و تحولات می‌پردازند (اوزل و مکا^۳، ۲۰۱۴). افزایش تاب‌آوری اجتماعی مناطق شهری منجر به دستیابی به اهداف توسعه شهری است (بانک جهانی^۴، ۲۰۱۲). انسان‌ها برای بقا به تاب‌آوری وابسته هستند. مفهوم تاب‌آوری برای درک آسیب‌پذیری مناطق مختلف شهری است (پراساد^۵، ۲۰۰۹).

نکته مهم در اینجا این است که بازیابی تاب‌آوری در یک سیستم شهری در صورتی که مشابه سیستم قبل از

1 PROMETHEE

2 Platts-Fowler & Robinson

3 Ozel & Mecca

4 The World Bank

5 Prasad

بروز حادثه انجام شود، ممکن است باعث تضعیف سیستم شود و بیشتر در معرض بروز یک حادثه در آینده قرار می‌گیرد (اولشانسکی^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). لنینج در سال ۲۰۰۸ به بیان تعامل بین انسان و مکان می‌پردازد و توضیح می‌دهد این امر به تقویت پیوست مکان و ایجاد هویت و همچنین ایجاد شرایطی برای تعامل افراد با هم شده و باعث ارتقاء تاب‌آوری در مناطق مختلف شهری می‌شود (کوالیک و گوارالدا^۲، ۲۰۱۱).

مشخصه اصلی تاب‌آوری به‌عنوان یک ابزار این است که بهترین مقیاس، مکان و شیوه مداخله را برای رسیدن به حداکثر سود و صرف حداقل هزینه نشان می‌دهد (دلاکه و همکاران، ۱۳۹۶)؛ بنابراین برنامه‌ریزی شهری نقش حیاتی در شکل‌گیری شهرهای تاب‌آور دارد؛ که جهت این فعالیت برنامه‌ریز استراتژیک و فرم خوب شهری برای انطباق موضوع لازم است (اولشانسکی^۳ و همکاران، ۲۰۱۲).

جدول ۱- تعاریف مختلف تاب‌آوری

تعاریف	محقق و سال
معیاری از توانایی سیستم برای جذب تغییرات، درحالی‌که هنوز مقاومت قبلی را دارد.	هولینگ ^۴ ، ۱۹۷۳
بازگشت یک سیستم به حالت اولیه بعد از نابسامانی.	پیم ^۵ ، ۱۹۸۴
قدرت گروه‌ها و جوامع برای انطباق با فشارهای خارجی و تخریب‌هایی است که در نتیجه تغییرات اجتماعی، سیاسی و غیره به وجود می‌آید.	آدگر ^۶ ، ۲۰۰۰
ظرفیت جامعه برای مقاومت بیشتر در برابر تغییر به گونه‌ای که بتواند سطح قابل‌پذیرشی را در ایجاد ساختارها به دست آورد.	راهبرد بین‌المللی کاهش مخاطرات ^۷ ، ۲۰۰۲
توانایی سیستم در کاهش احتمال یک شوک، کنترل شوک در صورت رخداد (کاهش ناگهانی عملکرد) و بازیابی سریع پس از شوک.	برونیه و همکاران ^۸ ، ۲۰۰۳
تاب‌آوری به ظرفیت سیستم‌های اکولوژیکی برای جذب اختلالات و نیز برای حفظ بازخوردها، فرایندها و ساختارهای لازم و ذاتی سیستم اطلاق می‌شود.	آدگر ^۹ ، ۲۰۰۵
توانایی جامعه برای بازگشت به گذشته از تغییر یا عامل فشار به حالت اولیه است.	فولک ^{۱۰} ، ۲۰۱۰
تاب‌آوری مفهومی توصیفی که به ما بینشی در مورد خواص پویایی سیستم می‌دهد.	درایسن ^{۱۱} ، ۲۰۰۹

- 1 Olshansky
- 2 Kowalik and Guaralda
- 3 Olshansky
- 4 Holling
- 5 Pimm
- 6 Adger
- 7 ISDR
- 8 Bruneau Et al
- 9 Adger
- 10 Folke
- 11 Derisen

تعاریف	محقق و سال
تاب‌آوری به ظرفیت جذب و عملکردهای اساسی و ویژه در طی سوانح و نیز ظرفیت بازیابی " برگشت به تعادل" پس از سانحه اطلاق می‌شود.	کوتر ^۱ ، ۲۰۱۰
مویبرگ بر اهمیت آموزش در تاب‌آوری تأکید دارند. به‌عبارت‌دیگر توانایی کسب تجربه از شرایط بحرانی و استفاده بهینه از این تجارب در آینده است.	مویبرگ ^۲ ، ۲۰۱۱
فرآیند دگرگونی تقویت ظرفیت جمعیت، سازمان‌ها و پیش‌بینی، بازدارندگی، بازیابی و دگرگونی کشورها پس از وقوع شوک‌ها، استرس و تغییرات را تاب‌آوری می‌نامند.	تورنر ^۳ ، ۲۰۱۳
شدت اختلالاتی که سیستم می‌تواند آن را جذب کند، قبل از اینکه ساختار سیستم از طریق تغییر متغیرها و فرایندهایی که رفتار آن را کنترل می‌کند، به ساختار متفاوتی تبدیل شود.	کارهولم ^۴ ، ۲۰۱۵
تاب‌آوری به ظرفیت سیستم‌های اکولوژیکی برای جذب اختلالات و نیز برای حفظ بازخوردها، فرایندها و ساختارهای لازم و ذاتی سیستم اطلاق می‌شود.	کوتوم ^۵ ، ۲۰۱۶

مأخذ: نگارنده.

۲- محدوده مورد مطالعه

استان ایلام در سال ۱۳۶۵ متشکل از پنج شهرستان به نام‌های ایلام، دره‌شهر، دهلران، شیروان و چرداول و مهران بوده است؛ و در سال ۱۳۷۴ نیز دو شهرستان آبدانان و ایوان نیز به آن‌ها اضافه شده است. در سال ۱۳۶۵ شهرستان ایلام با ۱۶۳۰۳ نفر، بیشترین جمعیت و شهرستان دهلران^۶ با ۲۱۹۸۸ نفر، کمترین تعداد جمعیت را در بین شهرستان‌های استان داشته که این وضعیت تا سال ۱۳۸۵ نیز ثابت مانده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

- 1 Cutter
- 2 Moberg
- 3 Turner
- 4 Karrholm
- 5 Kutum

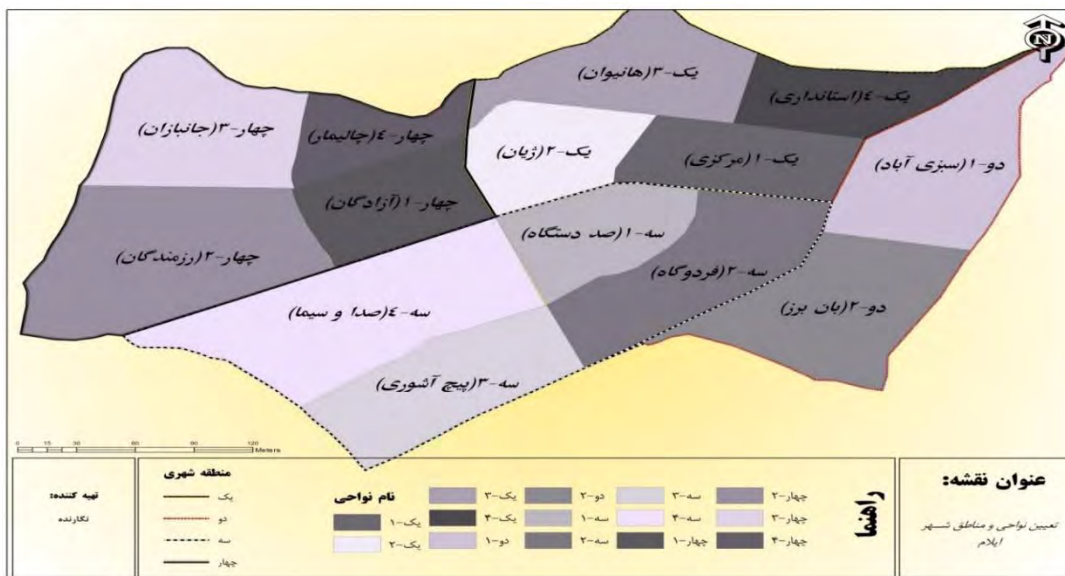
۶ در سال ۱۳۶۵ شهرهای دهلران و موسیان در این شهرستان به دلیل قرار گرفتن در منطقه جنگی خالی از سکنه بوده است.



شکل ۱- تصویر سه بعدی ماهواره‌ای شهر ایلام از فاصله ۱۰ کیلومتری سال ۱۳۹۶

(مأخذ: مودت: ۱۳۹۶)

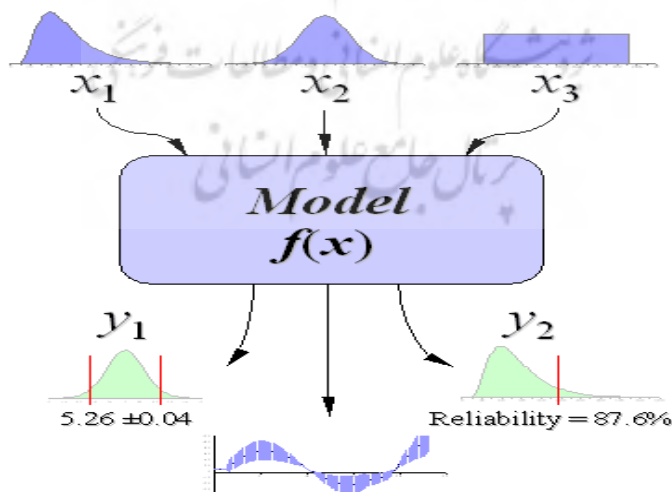
این استان در سال ۱۳۹۵ تعداد شهرستان‌های آن به ۱۰ شهرستان افزایش یافته است؛ که شهرستان‌های آبدانان، ایوان، ملکشاهی، سیروان و بدره به آن اضافه گردیده است. در بین ۱۰ شهرستان استان، شهرستان ایلام در سال ۱۳۹۵ با تعداد ۲۳۵۱۴۴ نفر بیشترین میزان جمعیت را داشته است؛ و شهرستان سیروان در سال ۱۳۹۵ با تعداد ۱۴۴۰۴ نفر کم جمعیت‌ترین شهرستان استان است.



شکل ۲- محدوده مناطق و نواحی ۱۴ گانه شهر ایلام

۳- مواد و روش‌ها

به‌طور کلی پژوهش حاضر دارای رویکرد توسعه‌ای - کاربردی با روش تحقیق ترکیبی (کتابخانه‌ای، میدانی، توصیفی و تحلیلی) که با مراجعه به مرکز آمار ایران، شهرداری، فرمانداری و سالنامه آماری استان اطلاعات تأثیرگذار استخراج گردید و با استفاده از تکنیک PROMETHEE و مدل‌سازی معادلات ساختاری تاب‌آوری شهر ایلام مورد بررسی قرار گرفته است. لازم به ذکر است جهت تکمیل تجزیه و تحلیل یافته‌ها از نرم‌افزارهای GRAFER، EXCEL، EQS، ArcGIS، VPLS و AMOS-SPSS استفاده گردیده است



شکل ۳- رویکرد مدل‌سازی و عدم قطعیت در آماره ناپارامتری

بر اساس ضرورت موضوع هدف کلی پژوهش حاضر بررسی چگونگی به‌کارگیری رویکرد مدل‌سازی جهت بررسی موضوع تاب‌آوری شهری ناشی زلزله در شهر ایلام بوده است. به این طریق که بتوان ضریب اطمینان رتبه‌بندی مناطق افزایش یابد. به عبارتی ارائه فواصل اطمینان اشاره دارد. همچنین دیگر اهداف تحقیق شامل موارد ذیل است:

روش به‌کارگیری PROMETHEE در تحلیل‌های موضوع جغرافیای شهری (در این پژوهش موضوع تاب‌آوری شهرها در برابر زلزله).

رتبه‌بندی آسیب‌پذیری بحران زلزله در مناطق شهری با روش PROMETHEE
شناسایی مناطق و متغیرهای تأثیرگذار در سنجش بحران زلزله

۴- نتایج و بحث

۴-۱- مدل PROMETHEE

در این پژوهش جهت بررسی مسأله تاب‌آوری شهر ایلام، از روش PROMETHEE که یک نوع برنامه‌ریزی خطی صفر و یک می‌باشد استفاده شده است. این مدل، شامل واژه‌های زبانی، مجموعه‌ها، متغیرهای تصمیم‌گیری، پارامترها و داده‌های مسأله، محدودیت‌ها و توابع هدف می‌باشد که در ادامه، هر یک از آن‌ها به تفصیل تشریح خواهد شد.

مدل PROMETHEE^۱ رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس مقایسات زوجی انجام می‌گیرد (اصغری‌زاده، ۱۳۹۲). روش پشتیبانی تصمیم‌گیری PROMETHEE را دو بلژیکی به نام‌های «ژان پی‌یر برنر» و «برتراند مارسکال» در دهه ۱۹۸۰ ارائه دادند. این روش در زمره تکنیک‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری چند شاخصه می‌باشد که باعث تحول در روش‌های رتبه‌بندی شده است (Brans and Mareschal, 1986: 228).

فرض بر این است که A مجموعه‌ای از گزینه‌هاست که باید از میان آن‌ها انتخاب صورت گیرد. با فرض وجود K معیار مؤثر در تصمیم‌گیری، برای هر گزینه $a \in A$ ، مقدار $f_j(a)$ نشان‌دهنده ارزش معیار j ام در گزینه a است. روش PROMETHEE به صورت چند تصمیم‌گیرنده عمل می‌کند. ترکیب این روش با روش‌هایی مانند GAIA، ابزار مفیدی را برای تحلیل ارتباط میان شاخص‌ها و تصمیم‌گیرندگان ایجاد می‌کند و شکاف زمانی تا هنگام توافق بر سه تصمیم را از بین می‌برد (Brans and Mareschal, 2005: 5). تکنیک PROMETHEE، به صورت کلی، شامل ۳ مرحله زیر می‌باشند:

❖ مرحله اول مدل PROMETHEE: تقویت ساختار برتری (معیار تعمیم یافته)

1 Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations

2 Jean Pierre Bernner

3 Bertrand Mareschal

در این مرحله برای ارزیابی دقیق گزینه‌ها نیاز به تعریف معیارهای مختلف می‌باشد. این معیارهای تعمیم‌یافته تلاش می‌کنند دامنه انحراف بین ارزیابی گزینه‌ها را محاسبه کنند. ارزیابی در این روش، قطعی است و حالت احتمالی ندارد. همچنین درک پارامترهای این روش برای تصمیم‌گیرنده ساده است. مقایسات زوجی گزینه‌های امکان‌پذیر مجموعه A، ساختار اجرایی و طبیعی زیر را نشان می‌دهد:

$$\begin{array}{lll} a_1, a_2 \in A & f(a_1) > f(a_2) & a_1 P a_2 \\ a_1, a_2 \in A & f(a_1) = f(a_2) & a_1 I(2) \end{array}$$

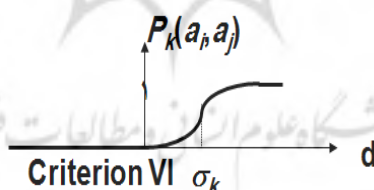
در این روش برای محاسبه و ارزیابی انحرافات گزینه‌ها نسبت به شاخص‌های مختلف، یک معیار تعمیم‌یافته برای هر شاخص در نظر گرفته می‌شود. به این منظور، تابع برتری گزینه a بر گزینه b نسبت به شاخص f را به صورت P(a1,a2) تعریف می‌کنیم. در بیشتر حالات می‌توانیم فرض کنیم که P(a1,a2) یک تابع انحراف (d) است:

$$d = F(a_1) - F(a_2)$$

در این حالت اگر فرض کنیم که تابع انحراف مذکور نرمالیزه شود، داریم:

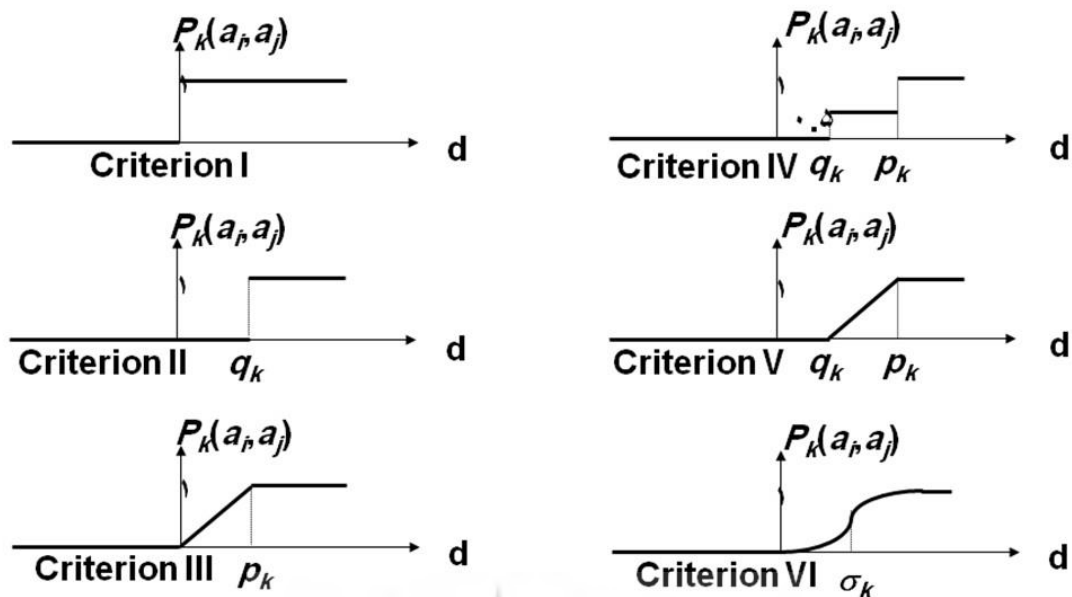
بدون وجود برتری یا اختلاف	ddd	if	P(a1,a2)=0	✓
برتری ضعیف	d>0	if	P(a1,a2)>0	✓
برتری قوی	d>>0	if	P(a1,a2) >> 0	✓
برتری خیلی قوی	d>>>0	if	P(a1,a2)=1	✓

بدیهی است که P یک تابع غیر کاهشی از d با یک ترکیب ویژه به صورت شکل زیر است. بنابراین، شکل تعمیم‌یافته ارتباط F(0) با سایر گزینه‌ها با استفاده از زوج مرتب (F(0), P(0,0)) تعریف شده است.



تکنیک PROMETHEE ایجاب می‌کند که یک معیار تعمیم‌یافته به هر شاخص f_j ($j=1,2,3,\dots,k$) مرتبط شود.

برای تسهیل این امر، مجموعه‌ای شامل شش نمونه معیار تعمیم‌یافته به تصمیم‌گیرنده ارائه شده است که از I تا VI شماره‌گذاری شده‌اند. بنابراین انتخاب مؤثر با تعامل میان تصمیم‌گیرنده و توافق تحلیل‌گر نسبت به درک از درجه برتری ایجاد می‌شود.



نوع داده‌ها و نظر تصمیم‌گیرنده، تعیین‌کننده نوع معیار تعمیم‌یافته است. میزان P در هر تابع، توسط یک رابطه ریاضی محاسبه می‌شود.

❖ مرحله دوم مدل PROMETHEE: توسعه ارتباط مسلط (ارتباط رتبه‌بندی بیرونی)

ارتباط اولویت‌بندی محاسبه شده، ارزیابی تمام شاخص‌ها را ایجاد کرده است. لذا برای هر جفت از گزینه‌ها، میزان کلی برتری یک گزینه بر دیگر گزینه‌ها به دست می‌آید.

فرض می‌کنیم که یک معیار تعمیم‌یافته $(f(0), f(0,0))$ به هر شاخص $f(0)$ از مساله مورد نظر ارتباط یافته است. بنابراین، یک شاخص برتری چندمعیاره $\pi(a_1, a_2)$ از a_1 بر روی a_2 برای محاسبه تمامی شاخص‌ها تعریف می‌شود:

✓ برای وزن‌های متفاوت

$$((a_1 a_2) = (w_i^* P_i(a_1 a_2))$$

✓ برای وزن‌های یکسان

$$((a_1 a_2) = (1/m) * (P_i(a_1 a_2))$$

که در آن $w_j > 0 (j=1,2,...,k)$ وزن‌های مرتبط با هر شاخص است. این وزن‌ها اعداد حقیقی مثبت هستند که به اندازه شاخص بستگی ندارند.

یکی از روش‌های رایج در مدل‌سازی برای ایجاد یک تفسیر شهودی کامل از وزن‌های مرتبط با شاخص‌ها، روش GAIA است. در برخی حالت‌ها، ابتدا وزن‌ها در نظر گرفته می‌شوند و شاخص برتری چندمعیاره $\pi(a_1, a_2)$ به سادگی به صورت میانگین تمام $p(a_1, a_2)$ ها به دست می‌آید.

$$(aaaa_2) = (kkk)k jj (aaaa) \pi$$

✓ به‌طور ضمنی، یک برتری عمومی ضعیف از a_1 بر a_2 را نشان می‌دهد: $\Pi(a_1, a_2) (0)$

✓ به‌طور ضمنی، یک برتری عمومی قوی از a_1 بر a_2 را نشان می‌دهد: $\Pi(a_1, a_2) (1)$

$\pi(a_1, a_2)$ نشان می‌دهد که چگونه و با چه درجه‌ای گزینه a بر گزینه b برتری دارد و در مقابل، $\pi(a_2, a_1)$ نشان می‌دهد که گزینه a_2 چگونه و با چه درجه‌ای بر گزینه a_1 برتری دارد. لذا برای هر جفت از گزینه‌های $a_1, a_2 \in A$ میزان $\pi(a_1, a_2)$ و $\pi(a_2, a_1)$ محاسبه می‌شود. با این کار، ارتباط اولویت‌بندی کامل گزینه‌های امکان‌پذیر مجموعه A تنظیم می‌شود.

مرحله سوم مدل PROMETHEE: استفاده برای پشتیبانی تصمیم

برای انتخاب گزینه مطلوب، لازم است 1- گزینه دیگر متعلق به مجموعه A رد شوند. بنابراین، دو جریان اولویت‌بندی بیرونی را تعریف می‌کنیم:

$$\Phi^+(a) = 1/(n-1) \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad \checkmark \text{ جریان طبقه‌بندی بیرونی مثبت:}$$

$$\Phi^-(a) = 1/(n-1) \sum_{x \in A} \pi(x, a) \quad \checkmark \text{ جریان طبقه‌بندی بیرونی منفی:}$$

جریان اولویت‌بندی بیرونی مثبت نشان می‌دهد که هر گزینه چه میزان اولویت نسبت به سایر گزینه‌ها دارد و لذا بزرگ‌ترین $\Phi^+(a)$ گزینه برتر می‌باشد. به عبارت دیگر، $\Phi^+(a)$ نشان‌دهنده قوت و قدرت گزینه a است. جریان اولویت‌بندی بیرونی منفی نیز نشان می‌دهد که دیگر گزینه‌ها چه مقدار بر هر گزینه اولویت دارند و لذا کمترین $\Phi^-(a)$ گزینه بهتری است. به عبارت دیگر، $\Phi^-(a)$ نشان‌دهنده ضعف گزینه a است.

با توجه به توضیحات مذکور، دو نوع طبقه‌بندی را می‌توانیم به‌طور طبیعی از جریان اولویت‌بندی بیرونی مثبت و

منفی استنباط کرد. در اینجا آن‌ها را به ترتیب با $(P+, I+)$ و $(P-, I-)$ نشان می‌دهیم.

$$\begin{array}{ll} \text{if } \Phi^+(a_1) > \Phi^+(a_2) & a_1 P+ a_2 \\ \text{if } \Phi^+(a_1) = \Phi^+(a_2) & a_1 I+ a_2 \\ \text{if } \Phi^-(a_2) > \Phi^-(a_1) & a_1 P- a_2 \\ \text{if } \Phi^-(a_2) = \Phi^-(a_1) & a_1 I- a_2 \end{array}$$

اولویت‌بندی جزئی که در روش PROMETHEE I ایجاد می‌شود، ناشی از اشتراک این دو نوع طبقه‌بندی است

و در نتیجه داریم:

$$a_1 P a_2 \text{ if: } a_1 P+ a_2 \text{ and } a_1 P- a_2 \text{ و } a_1 P+ a_2 \text{ and } a_1 I- a_2$$

$a1 \text{ I } a2 \text{ if: } a1 \text{ I+ } a2 \text{ and } a1 \text{ I- } a2 \text{ و } a1 \text{ R } a2 \text{ if: } a1 \text{ I+ } a2 \text{ and } a1 \text{ P- } a2$

بنابراین، نتایج مقایسه‌های دوگانه PROMETHEE I به صورت زیر جمع‌بندی می‌شود:

- $a1 \text{ P I } a2$: در این حالت، گزینه $a1$ بر گزینه $a2$ ترجیح داده می‌شود. بیشترین قدرت $a1$ با کمترین ضعف $a1$ مرتبط می‌شود و اطلاعات مربوط به هر دو جریان اولویت‌بندی بیرونی، یکپارچه و منسجم می‌شود. بنابراین، گزینه $a1$ با قاطعیت ترجیح داده می‌شود.
- $a1 \text{ II } a2$: در این حالت، گزینه $a1$ و $a2$ اختلاف چندانی ندارند و هر دو جریان طبقه‌بندی بیرونی مثبت و منفی، یکسان است.
- $a1 \text{ RI } a2$: در این حالت، گزینه‌های $a1$ و $a2$ غیرقابل مقایسه‌اند. بیشترین قدرت یک گزینه ($a1$) با کمترین ضعف گزینه دیگر ($a2$) مرتبط شده است. این حالت معمولاً وقتی اتفاق می‌افتد که گزینه $a1$ بر روی مجموعه‌ای از شاخص‌هایی که گزینه $a2$ نامطلوب بوده، مطلوب است؛ و به طور متقابل گزینه $a2$ بر روی گروه دیگری از شاخص‌ها که گزینه $a1$ نامطلوب بوده است، مطلوب می‌باشد. همان‌گونه که اطلاعات متقابل به دست آمده، یکدیگر را تأیید نمی‌کنند، طبیعی به نظر می‌رسد که در این حالت بهتر است در مورد ترجیح گزینه‌ها تصمیمی گرفته نشود (اصغری‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰).

معرفی شاخص‌های تحقیق: شناخت بهتر و دقیق‌تر از مکان‌های جغرافیایی در زمینه‌های مختلف در سطوح متفاوت منوط به در دسترس داشتن اطلاعات کامل و پردازش شده از مکان‌های مورد نظر است. برای نیل به این مهم از شاخص‌ها و متغیرها استفاده می‌شود. این شاخص‌های ترکیبی می‌توانند سطحی از آسایش و رفاه و رشد و توسعه مکان‌های جغرافیایی بر اساس معیارهای انتخاب شده را نشان دهند. تعیین این شاخص‌ها مهم‌ترین قدم در مطالعات برنامه‌ریزی می‌باشد. به منظور تعیین میزان تاب‌آوری مناطق، از آخرین اطلاعات منتشر شده توسط مرکز آمار ایران، سالنامه آماری استان و اسناد شهرداری ایلام، اطلاعات مندرج در سایت استانداری ایلام استفاده گردیده. برخی شاخص‌ها از حالت خام خارج شده و به صورت ضریب یا نسبت آن‌ها استفاده گردیده است؛ و به منظور هر چه خلاصه‌تر کردن پژوهش اعداد در محاسبات تا ده رقم اعشار ولی در نمایش یک الی چهار رقم اعشار نمایش داده شده است.

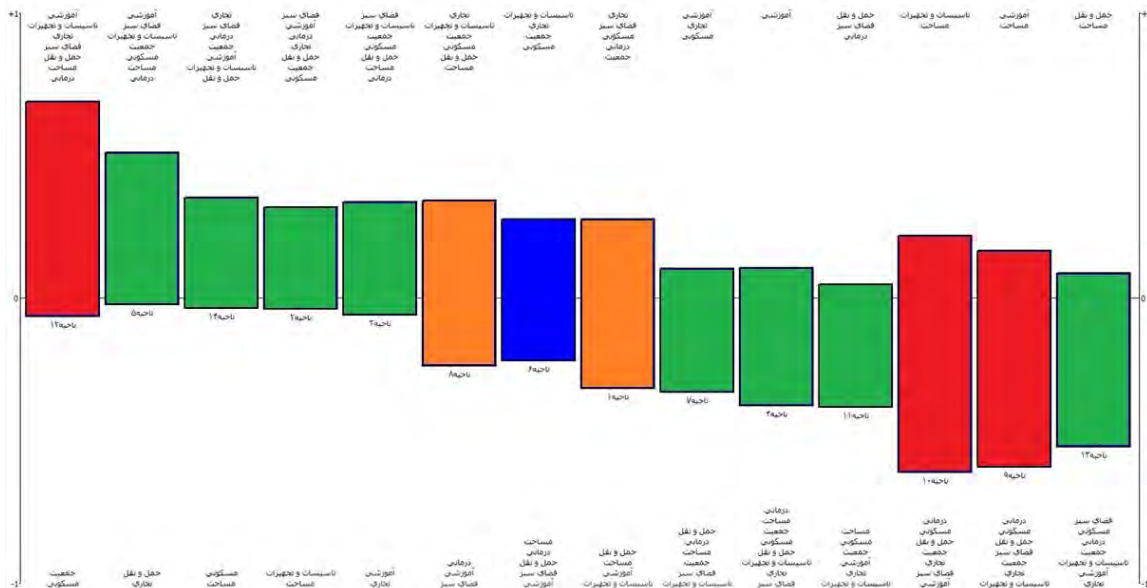
جدول ۲- رابطه و تأثیر شاخص‌ها در ارزیابی تاب‌آوری شهری

شاخص	تعریف عملیاتی	سنجه
شبکه حمل‌ونقل	وجود راه‌های اصلی و شریانی بیشتر در منطقه و امکان برقراری ارتباط با مناطق مجاور امکان تاب-آوری منطقه را افزایش می‌دهد.	مستقیم
اندازه قطعات	مساحت و اندازه قطعات از متغیرهای مهم در میزان تاب‌آوری می‌باشد؛ و هرچه مساحت قطعات بیشتر باشد تاب‌آوری افزایش می‌یابد.	مستقیم
زیرساخت	منظور از زیرساخت‌های حیاتی در منطقه لوله‌ها، تأسیسات و تجهیزات مربوط به گاز، نفت، آب، برق و مخابرات در منطقه است. هر چه میزان تأسیسات و تجهیزات حیاتی مرتبط با این زیرساخت‌ها در منطقه بیشتر باشد، امکان آسیب‌پذیری منطقه بیشتر خواهد بود. در صورت نبود تأسیسات جایگزین برای این زیرساخت‌ها، میزان تاب‌آوری کاهش خواهد یافت. هر چه خطوط اصلی زیرساخت‌های حیاتی در منطقه بیشتر باشد، تاب‌آوری کمتر است.	معکوس
مراکز امدادسانی	هر چه مراکز درمانی و امدادسان در منطقه بیشتر باشد، احتمال برگشت‌پذیری و تاب‌آوری منطقه بیشتر خواهد بود.	مستقیم
آموزشی، درمانی و تجاری	منظور از بررسی ساختار آموزشی و تجاری منطقه بررسی میزان افراد سواد و اشتغال در منطقه است. منبع سرمایه اجتماعی و شغلی محکم، ایمن در تاب‌آوری منطقه تأثیر بسزایی دارد.	مستقیم
کالبدی	تعداد ساختمان که می‌تواند معرف تراکم ساختمانی نیز باشد به این صورت در میزان تاب‌آوری مؤثر واقع می‌گردد؛ که با افزایش طبقات میزان تاب‌آوری نیز کاهش می‌یابد (البته تابع عامل جنس و قدمت ساختمان نیز می‌باشد).	معکوس
ساختار جمعیت (سن یا جنس)	منظور از بررسی ساختار سنی جمعیت دستیابی به جمعیت آسیب‌پذیر در گروه‌های سنی (زیر ۶ سال و بالای ۶۵ سال) است. هر چه درصد جمعیت در سن آسیب‌پذیری بیشتر باشد، میزان تاب-آوری کمتر است. همچنین تجربه‌ی بحران‌های مختلف نشان داده است که زنان در زمان بحران به مراتب از مردان آسیب‌پذیرترند. هر چه درصد جمعیت زنان نسبت به کل جمعیت بیشتر باشد، میزان تاب‌آوری منطقه کاهش می‌یابد.	معکوس

مأخذ: نگارنده.

۴-۲- تحلیل الگوی قوسی تاب‌آوری شهر ایلام با مدل PROMETHEE

الگوی قوسی در مدل پرامته شاخص و نواحی مورد مطالعه را در کنار یکدیگر تحلیل می‌نماید. بدین شرح که تمام شاخص‌ها و نواحی بین مثبت یک (+1) و منفی یک (-1) در حال تغییر می‌باشد. لذا اولاً می‌توان تمام متغیرها و نواحی را در یک نمودار ارائه نمود؛ دوماً می‌توان دریافت که هر شاخص در کدام ناحیه شهری باعث قوت (+1) آن ناحیه گردیده و برعکس کدام شاخص در آن ناحیه ضعیف (-1) می‌باشد.

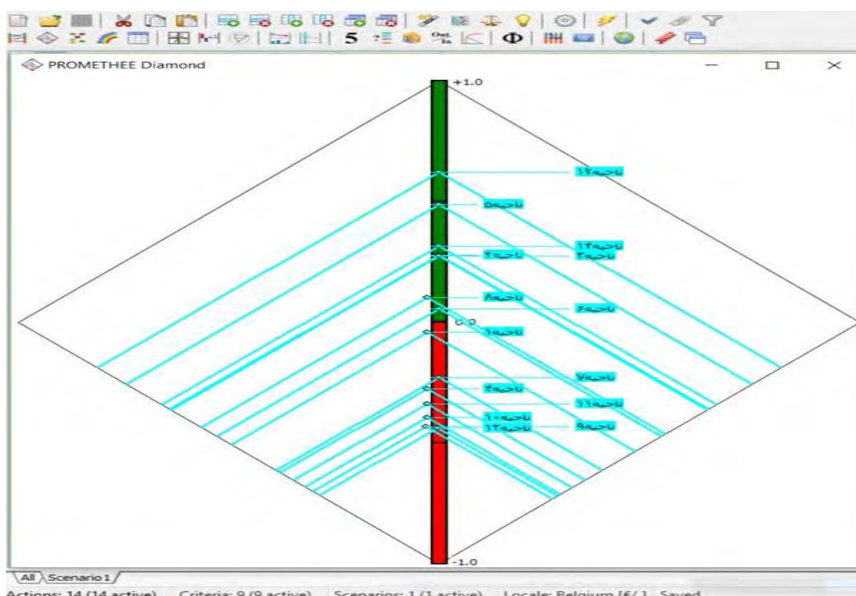


شکل ۴- تاب‌آوری نواحی شهر ایلام بر اساس الگوی قوسی PROMETHEE

بر اساس توضیح ارائه شده موضوع تاب‌آوری شهری ایلام بر اساس الگوی قوسی PROMETHEE نشان داده

است:

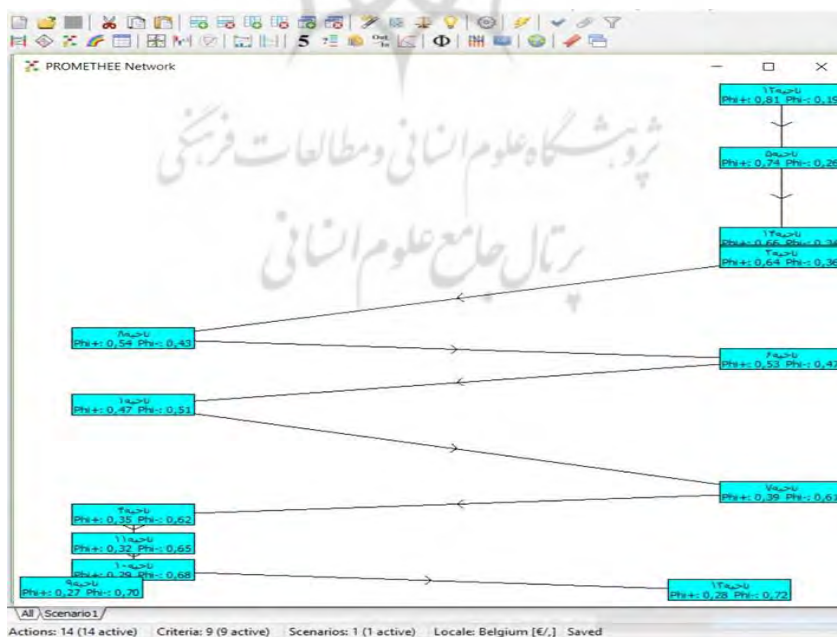
- بیشترین شاخص‌های ضعیف (۱-) را ناحیه ۱۰ شهر ایلام دارا می‌باشد. به عبارتی تنها دو شاخص تأسیسات و مساحت ناحیه در قسمت قوی (۱+) الگوی قوسی قرار دارد. مابقی متغیرهای در ناحیه ضعیف (۱-) الگوی قوسی قرار گرفته‌اند.
- تقریباً ناحیه یک شهر ایلام حالت میانه به خود گرفته است؛ که بعد از آن نواحی ۷، ۴، ۱۱، ۱۰، ۹ و ۱۳ از نظر ساختاری بیشتر حالت ضعیف (۱-) دارند تا قوت (۱+) و در مقابل نواحی ۶، ۳، ۲، ۱۴، ۵ و ۱۲ از نظر ساختاری بیشتر حالت قوت (۱+) به خود گرفته‌اند.
- به صورت ناحیه‌ای در شهر ایلام ناحیه ۱۰ بیشترین ساختار منفی (۱-) و ناحیه ۱۲ بیشترین ساختار مثبت (۱+) را در الگوی قوسی دارا می‌باشند.
- در ناحیه ۱۲ شهر ایلام دو عامل جمعیت و مسکن در ساختار (۱-) الگوی قوسی قرار دارند و مابقی متغیرها ساختار (۱+) در این ناحیه به خود گرفته‌اند.



شکل ۵- پراکندگی نواحی شهر ایلام بر اساس روش لوزی PROMETHEE

۴-۳- تحلیل شبکه‌ای تاب‌آوری مدل PROMETHEE

نسبت طلایی یا عدد فی (ϕ) در آمار و ریاضیات هنگامی رخ می‌دهد که «نسبت بخش بزرگ‌تر به بخش کوچک‌تر، برابر با نسبت کل به بخش بزرگ‌تر» باشد. به عبارت دیگر عددی (ثابت) مثبت است که اگر به آن یک واحد اضافه کنیم، به مربع آن خواهیم رسید.

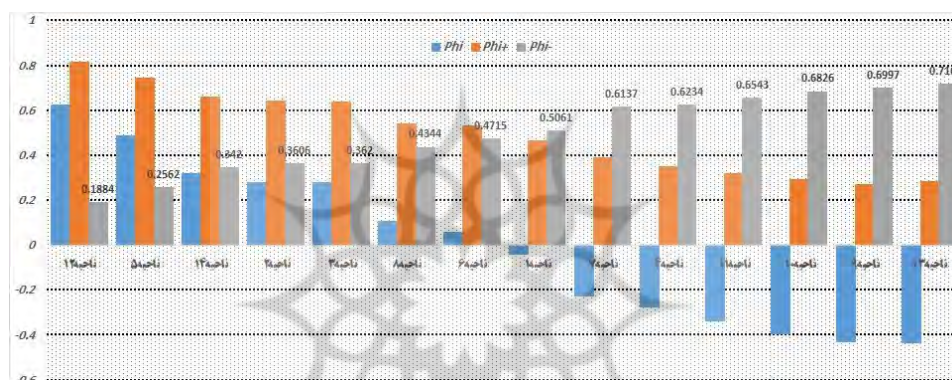


شکل ۶- ساختار شبکه‌ای تاب‌آوری شهر ایلام بر اساس مدل PROMETHEE

بر اساس الگوی شبکه‌ای تاب‌آوری شهر ایلام:

ناحیه ۱۲ شهر ایلام در رأس شبکه تاب‌آوری شهری قرار دارد و در مقابل آن ناحیه ۹ شهر ایلام به‌عنوان پایین‌ترین ساختار شبکه‌ای قرار دارد و از دیدگاه موضوع پژوهش آسیب‌پذیرترین ناحیه می‌باشد. همچنین این موضوع در طرح‌ریزی تاب‌آوری شهری ایلام که در ادامه بررسی گردیده، نیز تأیید گردیده است.

- میزان فی مثبت ناحیه ۱۲ شهر ایلام برابر ۰/۸۱ درصد و میزان فی منفی آن برابر ۰/۱۹ می‌باشد.
 - میزان فی مثبت ناحیه ۹ شهر ایلام برابر ۰/۲۷ درصد و میزان فی منفی آن برابر ۰/۷۰ می‌باشد.
- لذا بر اساس نتایج همان‌گونه که نتایج نشان داده است اولاً میزان فی مثبت و منفی این نواحی برعکس یکدیگر عملکرده است در دوماً میزان کمبود فی مثبت و منفی این دو ناحیه با یکدیگر تکمیل می‌گردد.



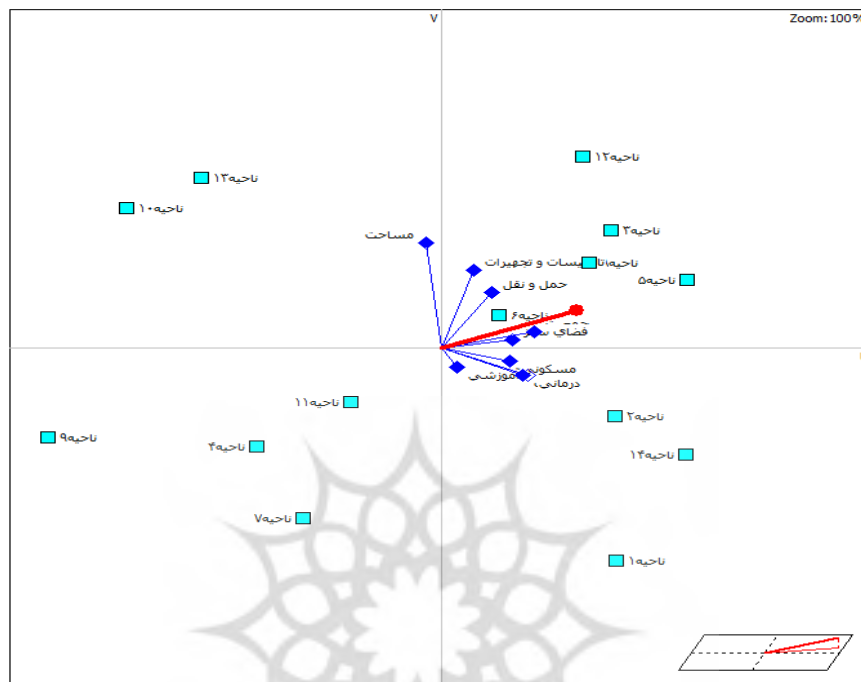
شکل ۷- میزان فی مثبت و منفی در تاب‌آوری شهر ایلام با مدل PROMETHEE

۴-۴- مدل‌سازی دیداری GAIA

این روش مدل‌سازی متعلق به روش PROMETHEE می‌باشد. در آن مجموعه‌ای از گزینه‌ها می‌توانند توسط n نقطه در یک فضای m بعدی نمایش داده شود. در این مرحله m تعداد معیارها است. از آنجایی که تعداد معیارها، معمولاً بیشتر از دو می‌باشد، ارائه شکل دیداری واضحی از این نقاط غیرممکن به نظر می‌رسد (شاهی و همکاران، ۱۳۹۴).

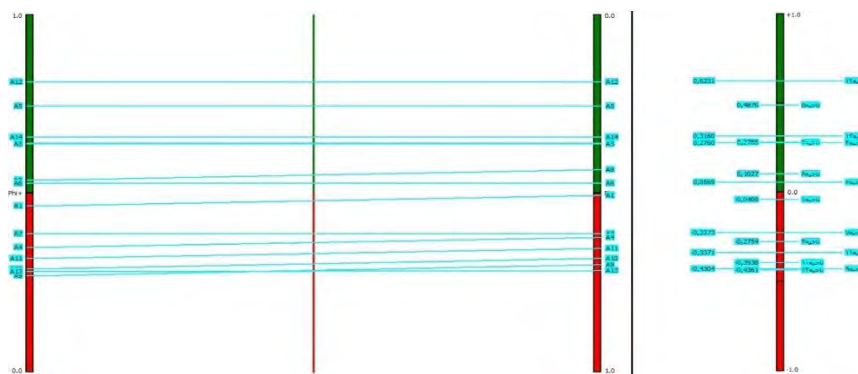
GAIA با طرح‌ریزی نقاط بر روی یک طرح دو بعدی سبب نمایش فنی دیداری می‌گردد. هنگامی که طرح اجرا می‌شود، ممکن است مقداری از اطلاعات در فرآیند طرح‌ریزی از بین بروند. طرح GAIA نوعی تصمیم‌گیری با ابزار قدرتمندی برای تحلیل قدرت تمایز میان معیارها و جهات متناقضشان فراهم می‌آورد. خوشه‌هایی برای گزینه‌های مشابه و یا گزینه‌های غیرقابل قیاس در این طرح وجود دارد. در این روش، بردار وزن معیارها جهت را پیش‌بینی

می‌کند، در این مرحله اغلب گزینه‌هایی که دارای ارجحیت هستند در طرح نمایان می‌شوند. طرح‌ریزی GAIA در حوزه آمار برای ابزار دیداری خاصی تحت عنوان تحلیل اجزای اصلی به کار می‌رود.



شکل ۸- مدل‌سازی دیداری طرح‌ریزی GAIA در تاب‌آوری شهر ایلام

بر اساس طرح‌ریزی گایا: نواحی ۱۳ و ۱۰ شهر ایلام در یک صفحه اقلیدسی و نواحی ۱۱، ۴، ۹ و ۷ در یک صفحه و نواحی ۲، ۱۴ و ۱ در یک صفحه دیگر و در نهایت نواحی ۱۲، ۳، ۸، ۵ و ۶ در صفحه‌ای قرار دارند که بیشترین یا به عبارتی معیار تصمیم‌گیری در آن صفحه قرار دارند (خط قرمز). لذا بر اساس این طرح‌ریزی تنها نواحی ۱۲، ۳، ۸، ۵ و ۶ بیشترین تاب‌آوری شهری را دارا می‌باشند؛ و از نظر شاخص‌سازی سه معیار تأسیسات و تجهیزات، فضای سبز و حمل‌ونقل در شهر ایلام باعث به وجود آمدن چنین فضایی گردیده است. همچنین میزان دلتا، که نشان‌گر فاصله نواحی از یکدیگر می‌باشد برابر ۵۵/۹ درصد بوده است.



شکل ۹- رتبه‌بندی کلی و جزئی تاب‌آوری نواحی شهر ایلام بر اساس روش PROMETHEE

بر اساس رتبه‌بندی مدل PROMETHEE

- ناحیه ۱۲ شهر ایلام با میزان $0/6231$ درصد تاب‌آورترین ناحیه شهری ایلام می‌باشد.
- ناحیه ۹ شهر ایلام با میزان $0/4306$ - درصد آسیب‌پذیرترین ناحیه شهری می‌باشد.
- نواحی ۱، ۷، ۴، ۱۱، ۱۰، ۱۳ و ۹ شهر ایلام در فضای منفی مدل قرار دارند؛ که این فضای عددی است بین ۰ و ۱- که این نواحی بین $0/0409$ - تا $0/4306$ - قرار دارند؛ و از طرف دیگر در فضای مثبت مدل که عددی است بین ۰ و ۱+ نواحی ۶، ۸، ۲، ۳، ۱۴، ۵ و ۱۲ قرار دارند که بین $0/0569$ تا $0/6231$ می‌باشد. لذا در این فضای آماری هیچ‌یک از نواحی شهر ایلام در موضوع تاب‌آوری نتوانسته‌اند خود را در بهترین نقطه آماری مدل قرار دهند.

۵- نتیجه‌گیری

سوانح طبیعی که جزئی از فرایند زندگی بشر به شمار می‌روند و هرروز بر تعداد و تنوع آن‌ها افزوده می‌شود، به‌عنوان چالش اساسی در جهت نیل به توسعه پایدار جوامع انسانی مطرح شده است؛ نتیجه شناخت شیوه‌های نیل به پایداری، به‌وسیله 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؛ بنابراین آشکار است که تحقیق‌های کاربردی در امور مربوط به ایمن‌سازی شهرها در برابر سوانح طبیعی سبب افزایش ابتکارات در برنامه‌ریزی‌ها و یافتن بهترین سیاست خواهد شد.

با توجه به ظرفیت‌های موجود در بلایای طبیعی همیشه این نگرانی وجود دارد که در صورت وقوع می‌توانند پیامدهای متفاوتی را بر جای بگذارند که در برخی از موارد غیرقابل جبران است؛ اما بررسی‌ها نشان می‌دهد که هرچند

نمی‌توان به‌طور کامل اثرات وقوع بلایای طبیعی را از بین برد، می‌توان با بهره‌گیری از تکنیک‌های مدیریتی زمان رسیدن به حالت عادی را کوتاه‌تر و در واقع جوامع محلی را تاب‌آور کرد.

بر اساس ضرورت موضوع پژوهش حاضر گستره شهر ایلام را به‌صورت مدل‌سازی آمار جهت پردازش میزان تاب‌آوری شهری در نواحی ۱۴گانه موردسنجش قرار داد؛ چراکه شهر ایلام بر روی سازند زاگرس چین‌خورده قرار دارد که به دلیل وجود گسل‌های اصلی در عمق استان، در باند با خطر نسبی بالا قرار می‌گیرد. به‌طور کامل شهر ایلام را از طرف غرب و شرق و همچنین از شمال و جنوب در برمی‌گیرد؛ بنابراین، می‌توان نتایج حاصل از تحلیل خطر لرزه‌ای را که برای این گستره ارائه می‌شود، به‌عنوان نتایج معتبر برای کل منطقه شهری ایلام تعریف کرد. بر اساس نتایج حاصله در مجموعه متغیرها و نواحی مورد مطالعه علاوه بر اینکه اختلافی زیادی بین نواحی و شاخص‌ها وجود دارد. هیچ‌یک از نواحی ۱۴گانه شهر ایلام بر اساس مدل PROMETHEE نتوانسته میزان عدد ۱ که در بهترین وضعیت می‌باشد به دست بیاورند. در نتیجه توجه به مفهوم تاب‌آوری که باید با تمامی مراحل مدیریت سوانح ارتباط یابد لازم است جامعه تاب‌آور دارای ویژگی‌هایی باشد که تمامی مراحل قبل، حین و پس از سانحه را پوشش دهد.

کتابنامه

- احدنژاد، محسن؛ ۱۳۹۰. ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی در برابر زلزله نمونه موردی شهر زنجان. *مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*. سال دوم. شماره ۷.
- آستانه، علیرضا؛ بازگیر، سعید؛ شیخ‌زاده، محسن؛ ۱۳۹۶. تحلیل فضایی آسیب‌پذیری اجتماعی در برابر زلزله مطالعه موردی منطقه ۶ شهر تهران. *مجله پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*. دوره ۴۹.
- اصغری‌زاده، عزت‌اله، بی‌طرف، احمد و اجلی، مهدی؛ ۱۳۹۰. ارائه یک مدل ترکیبی با استفاده از PROMETHEE فازی و برنامه‌ریزی خطی چندهدفه برای برون‌سپاری خدمات گارانتی. *مجله چشم‌انداز مدیریت صنعتی*. شماره ۲.
- اصغری‌زاده، عزت‌اله؛ ۱۳۹۲. رتبه‌بندی شرکت‌ها بر اساس معیارهای مدل سرآمدی - روش PROMETHEE. *مجله پژوهش‌های مدیریت در ایران*. سال یازدهم. شماره ۳. صفحه ۸۴-۵۹.
- پاشاپور، حجت‌اله؛ پوراکرمی، محمد؛ ۱۳۹۶. سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی زلزله مطالعه موردی منطقه ۱۲ شهر تهران. *مجله مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*. شماره ۱۲.
- دلاکه، حسن؛ ثمره محسن بیگی، حسین؛ شاه‌یوندی، احمد؛ ۱۳۹۶. سنجش میزان تاب‌آوری اجتماعی در مناطق شهری اصفهان. *مجله جامعه‌شناسی نهادهای اجتماعی*. شماره ۴.
- شاهی، سولماز؛ کورکی، فرهاد؛ پورابراهیم، شراره؛ ۱۳۹۴. بررسی روش فراتبه‌ای پرومته و الکتراه در تصمیم‌گیری صنعت نفت و پتروشیمی. *فصلنامه انسان و محیط‌زیست*. شماره ۳۳.
- قدیری، محمود؛ رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا؛ شایان، سیاوش و پرهیزکار، اکبر؛ ۱۳۹۰. تبیین تمرکز اجتماعی - فضایی آسیب‌پذیری شهر تهران در برابر زلزله. *مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. شماره ۳.

- قرايي، فريبا، مثنوي، محمدرضا؛ حاجي بنده، مونا؛ ۱۳۹۶. بسط شاخص‌های کلیدی سنجش تاب‌آوری مکانی-فضایی شهری؛ مرور فشرده ادبیات نظری. *مجله باغ منظر*. شماره ۵۷.
- مرکز آمار ایران واحد اطلاع‌رسانی آماری؛ ۱۳۹۶. گزارش سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان ایلام.
- مرکز آمار ایران؛ ۱۳۳۵-۱۳۹۵. سالنامه آماری استان ایلام، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان ایلام. معاونت آمار و اطلاعات.
- مودت، الیاس؛ ملکی، سعید؛ ۱۳۹۳. طیف‌بندی و سنجش فضایی آسیب فیزیکی اجتماعی شهرها در برابر زلزله با به‌کارگیری تکنیک VIKOR و GIS. *مجله جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای*. شماره ۱۱.
- مودت؛ الیاس؛ ۱۳۹۶. مدل‌سازی ساختار شهری با رویکرد تاب‌آوری از منظر بحران زلزله مطالعه موردی شهر ایلام. رساله دکتری. استاد راهنما سعید ملکی. گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری. دانشگاه شهید چمران اهواز.

- Brans, J.P. and Mareschal, B., 2005. PROMETHEE methods, in Figueira, J., Greco, S. and Ehrgott, M. (Eds), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer, New York, NY, pp. 163-198, Ch. 5.
- Brans, J.P.; Vincke, P.h. and Mareschal, B., 1986. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method, *Journal of Operational Research*, 24, 228-238.
- ECHO., 1999. *The Geography of Disasters*, Geography in Humanitarian Assistance, European Community Humanitarian Office.
- Hagenlocher, M.; Holbling, D.; Kienberger, S.; Vanhuyse, S. and Zeil, P., 2015. Spatial assessment of social vulnerability in the context of landmines and explosive remnants of war in Battambang province, Cambodia, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 15 No. 1.
- Katherine, L.; Modupe, A. and Dolly, C., 2015. hat Happens Before? A Field Experiment Exploring How Pay and Representation Differentially Shape Bias on the Pathway Into Organizations, *Journal of Applied Psychology*, Vol 100, No 6.
- Kowalik, M. and Guaralda, M., 2011. Mapping resilience: A framework for changing cities. In *Proceedings of 4th International Urban design Conference* (pp. 102-113). AST Management Pty Ltd.
- Olshansky, R. B.; Johnson, L. A.; Horne, J. and Nee, B., 2008. Longer view: Planning for the rebuilding of New Orleans. *Journal of the American Planning Association*, 74(3), 273-287.
- Ozel, B., and Mecca, S., 2014. Rethinking the Role of Public Spaces for Urban Resilience: Case-Study of Eco-Village in Cenaia. In *Past Present and Future of Public Space-International Conference on Art, Architecture and Urban Design Bologna (Italy)*.
- Platts-Fowler, D. and Robinson, D., 2013. Neighbourhood resilience in sheffield: getting by in hard times. Report for Sheffield City Council, Centre for Regional Economic and Social Research.
- Prasad, N.; Raghieri, F.; Shah, F.; Trohanis, Z.; Kessler, E.; and Sinha, R., 2009. *Climate resilient cities: A primer on reducing vulnerabilities to disasters*. Washington, DC: World Bank.
- Smith, K., 2006. *Environmental hazards, Assessing risk and reducing disaster*, 3rd Ed.
- Suarez, M.; Gomez-Baggethun, M.; Benayas, J. and Tilbury, D., 2016. Towards an Urban Resilience Index: A Case Study in 50 Spanish Cities. *Sustainability*, 8(8): 774, 1-19.
- The World Bank., 2012. *Building urban resilience: principles, tools and practice*.

Weichselgartner, J., 2001. Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited, Disaster Prevention and Management, Vol 10, No 2.

