فرهنگ ایلام

فصلنامه‌علمی

سنجش تاب‌آوری دهستان‌های استان ایلام در برابر زلزله

سعید ملکی[1]
علیرضا پرویزیان[2]
مهدی علیزاده[3]

چکیده

یکی از حوادث طبیعی و غیرمترقبه‌ای که انسان‌های گذشته و امروز با آن مواجه بوده و همیشه سعی کرده‌اند به طرق مختلف آن را مدیریت کنند، زلزله است. هنگام وقوع بلایای طبیعی، سکونتگاه‌های انسانی به‌ویژه در شهرها با خطرهای بیشتری مواجه هستند. تاب‌آوری توانایی بازیابی پس از شرایط یا رویدادهای غیر منتظره و شدت اختلالی است که سیستم می‌تواند آن را جذب کند قبل از اینکه ساختار سیستم از طریق تغییر متغیرها و فرایندهایی که رفتار آن را کنترل می‌کنند، به ساختار متفاوتی تبدیل شود. این تحقیق با هدف سنجش تاب‌آوری دهستان‌های استان ایلام در برابر زلزله انجام شد. سؤال اصلی تحقیق نیز عبارت بود از: وضعیت سنجش تاب‌آوری در برابر زلزله در دهستان‌های استان ایلام چگونه است؟ این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، توصیفی - تحلیلی و مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی بود و اطلاعات مورد نیاز در دو مرحله، از طریق مطالعهٔ منابع موجود و در دسترس و آراء خبرگان گردآوری شد و با استفاده از روش دلفی ادغام گردید. پس از استخراج شاخص‌ها، وزن شاخص‌ها با استفاده از مدل چندمتغیره AHP- FUSSY به دست آمد؛ سپس به وسیلهٔ نرم‌افزار GIS مدل CoKriging، تجزیه و تحلیل شد. تحلیل یافته‌ها نشان داد که سنجهٔ گسل اصلی با وزن ۰/۵۰۷ بیشترین ارزش وزنی را در بین سنجه‌های تحقیق دارد. سنجه‌های گسل فرعی و کانون زلزله نیز به ترتیب با اوزان ۰/۲۵۲ و ۰/۲۴۱ اولویت‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند. تحلیل یافته‌ها با استفاده از مدل کوکرجینگ نشان داد که مورموری، آب‌انبار، بیجنوند، شباب، سراب‌باغ و هندمینی، آسیب‌پذیرترین و هجدان‌دشت، زردلان، ابو غویر، زرنه و سید نصرالله ایمن‌ترین دهستان‌ها هستند و از آسیب‌پذیری کمتری برخوردارند. برنامه‌ریزی اصولی و منطقی با توجه به ویژگی‌ها و امکانات منطقه که به کاهش آسیب‌پذیری و تلفات جانی و مالی منجر شود، امری ضروری و حائز اهمیت به نظر می‌رسد، همچنین با برنامه‌ریزی صحیح بر روی کاربری زمین و توجه به ضوابط تفکیک زمین، تعیین کاربری‌ها با توجه به مشخصات زمین‌ساختی ناحیه، جلوگیری از ساخت و ساز در حریم گسل و ... می‌توان از شدت آسیب‌ها و تلفات کاست.

واژگان کلیدی: سنجش، تاب‌آوری، دهستان، زلزله، ایلام.

۱. استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (نویسندهٔ مسئول)
۲. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

malekis@scu.ac.ir
parvezyan.a@gmail.com
Mehdializade1371@gmail.com

۸
فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

مقدمه و بیان مسئله

یکی از حوادث طبیعی و غیرمترقبه‌ای که انسان‌های گذشته و امروز با آن مواجه بوده و همیشه سعی کرده‌اند به طرق مختلف آن را مدیریت کنند، زلزله است؛ حادثه‌ای که هیچ‌یک از مناطق جهان خود را از وقوع آن ایمن نمی‌دانند و هریک به تناسبی با آن روبه‌رو بوده‌اند (شهین‌باهر و وظیفه‌شناس، ۱۳۹۱: ۵۷). آسیب‌پذیری تابعی از میزان در معرض خطر بودن و حساسیت یک سیستم است نسبت به درجه‌ای که مکان‌ها و افراد آسیب می‌بینند (کاتر[1] و همکارن، ۲۰۰۸: ۲۳۰۱). حوادث و سوانح طبیعی و غیرمترقبه از دو بعد قابل بررسی و تحلیل هستند: یکی تهدید و دیگری فرصت. زلزله هم تهدید است و هم فرصت؛ تهدید است اگر تحولات و رخدادهای طبیعی فهم نشوند و راهبردها و راهکارهای اجرایی مناسبی برای مقابله با آنها در درازمدت تهیه و تدوین نگردد و فرصت است اگر پس از شناخت این تحولات و رخدادها، راهبردها و راهکارهای مدیریت بحران در تمامی سطوح اجرایی و تصمیم‌گیری تهیه و تدوین شود، سیاست‌های متناسب با آن طراحی گردد، ابزارهای سیاست‌گذاری تعریف شوند و اهرم‌های اجرایی شناسایی گردند (شهین‌باهر و وظیفه‌شناس، ۱۳۹۱: ۵۷). زلزلهٔ سال ۲۰۰۴ سوماترا بیش از ۳۰۰ هزار و زلزلهٔ مارس ۲۰۱۱ ژاپن حدود ۳۰ هزار تلفات و کشته داشت. بلایای اتفاق افتاده در سالیان اخیر بیانگر این موضوع است که جوامع و افراد به صورت فزاینده‌ای آسیب‌پذیرتر شده و ریسک‌ها افزایش یافته‌اند؛ با این حال، کاهش ریسک و آسیب‌پذیری اغلب تا بعد از وقوع سوانح نادیده انگاشته می‌شود (عین‌الدین و روترای[2]، ۲۰۱۲: ۲۶). استراتژی بین‌المللی کاهش خطر[3] در تعریفی جامع، تاب‌آوری برابر بلایای طبیعی را توانایی یک سیستم، جامعه یا اجتماع در معرض خطر برای مقاومت در برابر یک مخاطره (خطر) و جذب، تطبیق و بهبود اثرات آن به طَرزی کارآمد و به موقع از طریق حفاظت و ترمیم ساختارها و کارکردهای ضروری و اساسی خود می‌داند. درحقیقت تاب‌آوری مفهومی است که به راحتی با تمام مراحل و فازهای مدیریت بحران ارتباط پیدا می‌کند (استوار ایزدخواه، ۱۳۹۲: ۱). ویژگی‌های اصلی در نظر گرفته شده برای تاب‌آوری عبارتند از: آستانه‌های تغییر، سازماندهی مجدد ظرفیت مقاومت، کنارآمدن یا بهبود پس از شوک و تنش واردشده برای یادگیری و تطبیق با آن. واحد در معرض قرارگرفتن (واحد تحلیل) تاب‌آوری، اکوسیستم‌های طبیعی یا سیستم‌های انسانی و محیطی در نظر گرفته می‌شود (نلسون[4] و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۳).

با توجه به واقع بودن ایران بر روی یکی از دو کمربند زلزله‌خیز جهان و وجود گسل‌های فراوان در آن، وقوع زلزله در فلات ایران امری طبیعی است. ایران، که زلزله سبب بیشترین تلفات انسانی در آن است، جزء ۱۰ کشور بلاخیز و ششمین کشور زلزله‌خیز دنیاست. کمربند زلزله ۹۰ درصد از خاک کشور ما را در بر گرفته است. آنچه حائز اهمیت است، وضعیت اسفبار شهرها و کلان‌شهرهایی چون: تهران، تبریز و ... است که بر روی گسل‌ها قرار دارند یا در مجاورت آنها ساخته شده‌اند و در معرض خطر زلزله هستند. ایران از جمله کشورهایی است که گسل‌های فراوان دارد و حرکت این گسل‌ها باعث رها شدن انرژی ذخیره‌شده و بروز

1. Cutter
2. Ainuddin & Routray
3. UNISDR
4. Nelson

فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

زلزله‌های مکرر می‌شود و تلفات جانی و خسارت‌های مالی فراوانی را به دنبال دارد (نگارش، ۱۳۸۲: ۹۳). استان ایلام (قلمرو پژوهش حاضر) به دلیل قرارگیری بر روی گسل اصلی و فرعی و وجود کانون‌های زلزله از پتانسیل زلزله‌خیزی بالایی برخوردار است و جمعیت ۵۵۷ هزار و ۵۹۹ نفری در سال ۱۳۹۰، در کنار موقعیت ژئواستراتژیک، حساس و مرزی، ضرورت توجه به اصول و راهبردهای ایمنی در مقابل زلزله، در قالب شهرسازی پایدار را در این استان گریزناپذیر کرده است. بر این اساس، ضرورت به کارگیری اصول و راهبردهای ایمنی در مقابل زلزله در استان ایلام ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. پژوهش حاضر با رویکردی کاربردی به دنبال پاسخگویی به سؤالات زیر می‌باشد:

- مهمترین سنجه‌های مؤثر بر سنجش تاب‌آوری در برابر زلزله در دهستان‌های استان ایلام کدامند؟
- وضعیت سنجش تاب‌آوری در برابر زلزله در دهستان‌های استان ایلام چگونه است؟
- مهمترین راهکارها برای افزایش تاب‌آوری دهستان‌های استان ایلام در برابر زلزله کدامند؟

پیشینهٔ تحقیق

در زمینهٔ آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های انسانی در برابر بلایای طبیعی مطالعات مختلفی صورت گرفته است که به تعدادی از آنها اشاره می‌شود:

آیسان و دیویس[1] (۱۹۹۴) با بررسی کاهش بلایای طبیعی در دههٔ ۱۹۹۴ به این نتیجه رسیدند که امکان استفاده از تجارب حاصل از مطالعات بلایای طبیعی به منظور کاهش خطر و دستیابی به مدل‌های گوناگون کاملاً امکان‌پذیر است.

آنتونی[2] و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی ارزیابی کمی احتمال خطر حوادث بزرگ ناشی از زمین‌لرزه، به این نتیجه رسیدند که میزان تاب‌آوری تأسیسات صنعتی موجود با کیفیت ساخت فعلی در ارتباط با میزان آسیب‌پذیری پیش‌بینی شده است.

آلن و بریانت[3] (۲۰۱۰) تاب‌آوری شهرها و نقش فضاهای باز در تاب‌آوری در برابر زمین‌لرزه را مطرح نمودند و بر نقش برنامه‌ریزی شهری و برنامهٔ بازتوانی در بازسازی تاب‌آور تأکید کردند. آماراتونگا و هیق[4] (۲۰۱۱) با جمع‌آوری مقالات و نظرات افراد مختلف در یک مجموعه، بازسازی محیط‌های ساخته‌شده را پس از سوانح به منظور افزایش تاب‌آوری بررسی کردند و نتیجه گرفتند که تاب‌آوری را باید در زمرهٔ ملزومات بازسازی قلمداد کرد.

حبیبی و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با عنوان «تهیهٔ یک مدل پیش‌بینی ناپایداری بافت‌های کهن شهری در برابر زلزله با منطق سلسله‌مراتبی وارون و سامانه اطلاعات جغرافیایی»، شاخص‌های کالبدی- فضایی مؤثر بر آسیب‌پذیری شهرها در قالب مدل‌های برنامه‌ریزی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که نه تنها مدل فازی برای تعیین آسیب‌پذیری و ناپایداری شهرهایی چون بم کاربرد دارد؛ بلکه با استفاده از این مدل می‌توان میزان تاب‌آوری شهر را در برابر زلزله و دیگر بحران‌های طبیعی محاسبه کرد.

---

1. Aysan, Y. & Davis
2. Antonioni, G
3. Allan, P and Bryant, M
4. Amaratunga D. and Haigh R

نیکمـرد نمیـن و همـکاران (۱۳۹۳) در مقالـه‌ای بـا عنـوان «کاهـش خطـرات زلزلـه بـا تأکیـد بـر عوامـل اجتماعـی رویکـرد تـاب‌آوری (نمونـهٔ مـوردی: منطقـهٔ ۲۲ تهـران)»، شـاخص‌های بعـد اجتماعی را در زمـان وقـوع زلزلـه بـا روش توصیفـی و تحلیلـی بررسـی کردنـد و بـه ایـن نتیجـه رسـیدند کـه شـاخص‌های سـن، دلبسـتگی بـه مـکان، مشـارکت و ... در درک دانـش خطـر در بیـن افـراد مختلـف متفـاوت اسـت.

روش‌شناسی تحقیق

ایـن پژوهـش از نظـر هـدف، کاربـردی و از نظـر روش، توصیفـی - تحلیلـی و مبتنـی بـر مطالعـات کتابخانـه-ای و بررسـی‌های میدانـی اسـت. داده‌هـای نظـری پژوهـش بـا اسـتفاده از روش کتابخانـه‌ای و مطالعـهٔ طرح-هـای تحقیقاتـی، آمارنامه‌هـا، کتـب موجـود، مقـالات و طرح‌هـای شـهری جمع‌آوری شـد. اطلاعـات میدانـی نیـز بـه روش مشـاهده و مصاحبـه بـا ابـزار پرسشـنامه گـردآوری گردیـد و بـا اسـتفاده از روش دلفـی ادغـام شـد. پـس از اسـتخراج سـنجه‌ها، وزن سـنجه‌ها بـا اسـتفاده از مـدل چندمتغیـره AHP- FUSSY بـه دسـت آمـد؛ سـپس اصـول و معیارهـای همجـواری مـدّ نظـر اسـتخراج و شناسـایی گردیـد و بـا اسـتفاده از نرم‌افـزار GIS ابـزار Euclidean Distance از مجمـوع ابزارهـای Distance، نقشـه‌های همجـواری شهرسـتان‌ها بـا گسـل اصلـی و فرعـی و کانـون زلزلـه (نقشـهٔ فواصـل) طراحـی شـد. در مرحلـهٔ بعـد بـا اسـتفاده از ابـزار Fuzzy overly بـا گامـای ۰/۹ از مجمـوع ابزارهـای spatial Analyst Tool، نقشـه‌های فواصـل همپوشـانی گردیـد. در انتهـا نیـز از طریـق ابـزار CoKriging از مجمـوع ابزارهـای Geostatistical analyst تحلیـل مکانـی انجـام شـد.

مبانی نظری

۱. مفهوم‌شناسی تاب‌آوری

مفهـوم تـاب‌آوری در سیسـتم‌های اجتماعـی و زیسـت‌محیطی از دهـهٔ ۱۹۸۰ مطـرح گردیـد (نلسـون و همـکاران، ۲۰۰۸: ۲). ایـن مفهـوم را نخسـتین بـار هولینـگ در مطالعـات اکولوژیکـی بـه عنـوان راهـی بـرای درک پویایـی غیـر خطـی در سیسـتم‌های بوم‌شناسـی مطـرح کـرد (آدگـر، ۲۰۰۰: ۳۴۹). تـاب‌آوری بـه ظرفیـت سیسـتم‌های اکولوژیکـی بـرای جـذب اختـلالات و حفـظ بازخوردهـا، فرایندهـا و سـاختارهای لازم و ذاتـی سیسـتم اطـلاق می‌شـود (همـو، ۲۰۰۵: ۱۰۳۶). بـه تعریفـی دیگـر، عبـارت اسـت از توانایـی بازیابـی پـس از شـرایط یـا رویدادهـای غیـر منتظـره و شـدت اختلالـی کـه سیسـتم می‌توانـد آن را جـذب کنـد قبـل از اینکـه سـاختار سیسـتم از طریـق تغییـر متغیرهـا و فرایندهایـی کـه رفتـار آن را کنتـرل می‌کننـد، بـه سـاختار متفاوتـی تبدیـل شـود (هولینـگ و گاندرسـون[1] ، ۲۰۰۲: ۲۰۰). سـطح بالاتـر تـاب‌آوری باعـث می‌شـود کـه جامعـه پـس از شـرایط مخاطره‌آمیـز، قـادر بـه بازیابـی باشـد (مایونـگا[2] ، ۲۰۰۶: ۴۹). تـاب‌آوری بـه عنـوان ظرفیـت بالقـوهٔ سیسـتم، جامعـه یـا اجتمـاع در معـرض مخاطـرات، بـرای سـازگاری بـا تغییـرات یـا مقاومـت در برابـر در برابـر آنهـا به منظور رسـیدن بـه سـطح مناسـبی از عملکـرد و سـاختار یـا حفـظ آن شـناخته می‌شـود (تحقیقـات توسـعهٔ دبیرخانـهٔ بیـن سـازمانی سـازمان ملـل متحـد، ۲۰۰۴: ۲۴). در شـرایطی کـه ریسـک‌ها و عـدم قطعیت‌هـا در حـال

1. Holling & Gunderson
2. Mayunga

رشـد باشـند، تـاب‌آوری بـه عنـوان مفهـوم مواجهـه بـا اختـلالات، غافلگیری‌هـا و تغییـرات معرفـی می‌شـود (میشـل[1]، ۲۰۱۲: ۲).

۲. استراتژی‌های مواجهه با سوانح طبیعی

دو نوع اسـتراتژی برای مواجهه با سـوانح وجود دارد که عبارتند از: اسـتراتژی‌های پیش‌بینی و استراتژی‌های تاب‌آوری؛ اولی برای روبه‌رو شـدن با مشـکلات و معضلاتِ شناخته‌شـده و دومی برای مقابله با مشـکلات ناشـناخته بـه کار مـی‌رود (نورماندیـن[2] و همـکاران، ۲۰۱۱: ۲). آنچـه در ایـن میان ضروری اسـت پذیرش ایـن حادثـهٔ انکارناپذیـر (وقـوع زلزلـه) در بین مـردم و مدیران اسـت؛ چراکـه هرگونه نادیده گرفتـن آن، نه تنهـا صـورت مسـئله را حـل نخواهـد کـرد؛ بلکه بر شـدت آسـیب‌پذیری فضاهـا خواهد افـزود که نتیجهٔ آن جـز هلاکـت انسـان‌ها و نابـودی شـهرها نخواهد بـود (شـهین‌باهر و وظیفه‌شـناس، ۱۳۹۱: ۵۷). جامعهٔ تـاب‌آور بایـد همانند اکوسیسـتم‌ها توانایی مقاومت در برابر اختلالات و سـازگاری با تغییـرات را در هنگام نیـاز داشـته باشـد (آدگر، ۲۰۰۰: ۳۴۹). با تشـخیص و تشـریح آسـیب‌هایی کـه در بلندمدت بـر دارایی‌ها و زندگـی انسـان وارد می‌شـود، امـکان آن وجـود دارد که بتوان مصیبت‌ها و پیامدهای ناشـی از بلایای طبیعی را کاهـش داد (ویزنـر[3] و همـکاران، ۲۰۰۴: ۸۷). تبییـن رابطهٔ تـاب‌آوری در برابر تهدیـدات و کاهش اثرات آن، بـا توجـه بـه نتایجی که در بر خواهد داشـت و تأکیدی که این تحلیل بر بعد تـاب‌آوری دارد، از اهمیت بالایـی برخـوردار اسـت. درواقع هـدف از این رویکرد، کاهش آسـیب‌پذیری شـهرها و تقویت توانایی‌های شـهروندان برای مقابله با خطرات ناشـی از تهدیداتی نظیر وقوع سـوانح طبیعی اسـت (میشـل[4]، ۲۰۱۲: ۳).

۳. برنامه‌ریزی پایدار کاربری زمین؛ استراتژی برای مواجهه با خطر زلزله

برنامه‌ریـزی کاربـری زمین می‌بایسـت بـه رابطهٔ مطلوبی بین انسـان، محیط طبیعی و محیط انسان‌سـاخت دسـت یابد. امروزه نیز موانع سیاسـی، قانونی و اجتماعی بسـیاری بر سـر راه اعمال شـیوه‌های برنامه‌ریزی کاربری زمین در ایمنی سـکونتگاه‌های انسـانی وجود دارد (باربـی[5]، ۱۹۹۹: ۲۵۰).

در مناطق آسـیب‌پذیر، جهت کاهش آسـیب‌پذیری باید از سـاخت و سـاز بر روی گسـل جلوگیری شـود. بـه ایـن منظـور در محـدوده‌ای بـه فاصلهٔ ۱۵ متر از طرفین گسـل سـاخت و سـاز ممنوع اسـت (آفریدی و همـکاران، ۱۳۹۰: ۸۲). اجتنـاب از سـاخت و سـاز روی نواحـی بالقوه پرخطر می‌تواند شـکل سـالم شـهر را عرضـه کنـد. چنیـن مدیریتـی روش کاهـش زیان اسـت که اگـر مکان‌یابی بـه درسـتی و در زمین‌های با سـازند مطلوب توسـعهٔ شـهری صـورت پذیرد، در جهـت افزایش ضریب سـلامت و تـاب‌آوری، نیازی به صرف هیچ نوع سـرمایهٔ مسـتقیم وجـود ندارد (اسـپنس و کوبـرن[6]، ۱۹۹۲: ۱۵۰).

بـا توجـه بـه ایـن انـگاره، نزدیکـی کاربری‌هـا بـه فضاهـای بـاز شـهری بـا افزایـش دسترسـی سـریع به آنهـا و امـکان پناه‌گیـری، سـبب افزایـش تـاب‌آوری مناطـق می‌گـردد (سـلمانی‌مقدم و همـکاران، ۱۳۹۳: ۲۷). کاربـری مسـکونی مهمتریـن و حسـاس‌ترین عرصـه در هـر شـهری اسـت کـه بـه طـور متوسـط

1. Mitchell
2. Normandin
3. Wisner
4. Mitchell
5. Burby
6. Spence and Coburn

۱۲
فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

حـدود ۵۰ درصـد از سـطح کاربری‌هـای شـهری را در برمی‌گیـرد؛ بنابرایـن شـرایط فیزیکـی و غیـر فیزیکـی (تراکـم انسـانی و ...) حاکـم بـر آن، در پیامدهـای رویدادهایـی ماننـد زلزلـه بسـیار تعیین‌کننـده اسـت؛ لـذا پذیـرش رابطـهٔ افزایـش تلفـات بـا افزایـش تراکـم پذیرفتنـی اسـت (سـعیدنیا، ۱۳۷۸: ۶۹).

روش‌های آنالیز داده‌ها

رابطهٔ ۱: وزن‌بخشی با استفاده از مدل AHP- FUSSY

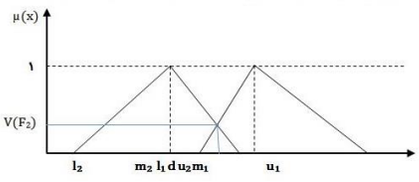
چانـگ در سـال ۱۹۹۲ روشـی را بـا عنـوان روش تحلیـل توسـعه‌ای ارائـه داد و بعدهـا بـه سـال ۱۹۹۶ آن را بهبـود بخشـید. از روش گسـترش‌یافتهٔ چانـگ، بیـش از همـهٔ روش‌هـای دیگـر، بـرای محاسـبات تحلیـل سلسـه‌مراتبی فـازی اسـتفاده شـده اسـت (قدسـی‌پور، ۱۳۹۸: ۶۷). اعـداد مـورد اسـتفاده در ایـن روش، اعـداد مثلثـی فـازی هسـتند. او جهـت تعمیـم تکنیـک AHP بـه فضـای فـازی، از مفهـوم درجـهٔ امکان‌پذیـری اسـتفاده کـرد. منظـور از درجـهٔ امکان‌پذیـری آن اسـت کـه مشـخص شـود چقـدر احتمال دارد یـک عـدد فـازی بزرگتـر از یـک عـدد فـازی دیگـر باشـد. پیـش از بیـان الگوریتـم پیشـنهادی چانـگ، بایـد مفهـوم درجـهٔ امکانپذیـری یـا درجـهٔ احتمـال بزرگتـر بـودن تشـریح شـود:

یک عدد فازی دیگر باشد. پیش از بیان الگوریتم پیشنهادی چانگ، باید مفهوم درجهٔ امکانپذیری یا درجهٔ احتمال بزرگتر بودن تشریح شود:

دو عدد فازی مثلثی $F1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $F2 = (l_2, m_2, u_2)$ را در نظر بگیرید.

اگر $m_1 \geq m_2$ باشد، احتمال اینکه F1 از F2 بزرگتر باشد برابر ۱ است.

احتمال بزرگتر بودن F2 نسبت به F1 برابر است با ارتفاع ناحیهٔ اشتراک بین F1 و F2.



رابطهٔ ۲: به دست آوردن فواصل با استفاده از ابزار Euclidean Distance

رابطهٔ ۳: همپوشانی با استفاده از ابزار Fuzzy overly با گامای ۰/۹

رابطهٔ ۴: تحلیل مکانی با استفاده از مدل CoKriging

کوکریجینـگ یـک روش تخمیـن اسـت کـه بـر منطـق میانگیـن متحـرک وزنـی اسـتوار می‌باشـد و در مـورد آن می‌تـوان گفـت کـه بهتریـن تخمین‌گـر ناارییـب (BLUE)[1] اسـت ایـن تخمین‌گـر بـا اسـتفاده از فرمـول ارائه‌شـده توسـط کریـج[2] (۱۹۵۱) تعییـن گردیـد:

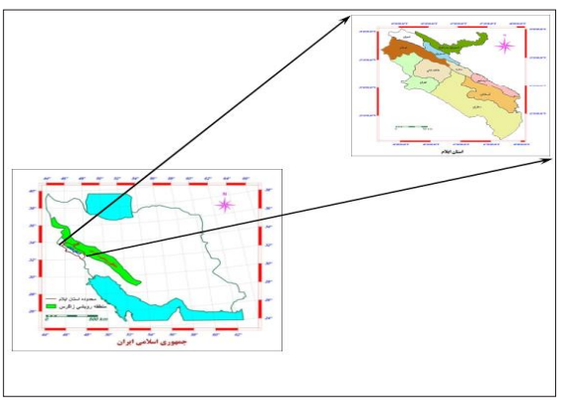
$$z(x) = \sum_{i=1}^{n} \lambda i\, z(xi)$$

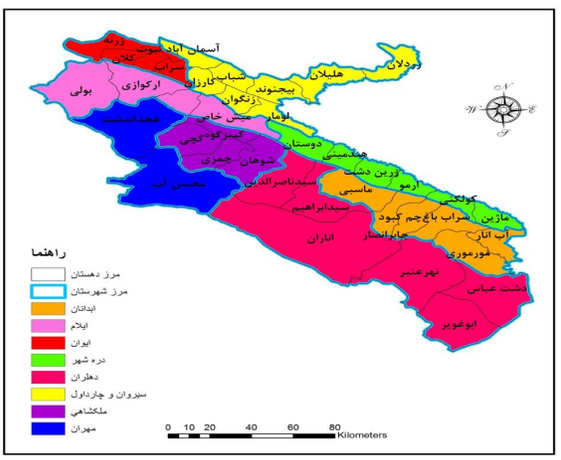
1. Best Linear Unbiased Estimator
2. Krige

λi وزن یا اهمیت کمیت وابسته به نمونه iام می‌باشد. بهترین تخمین روشی است که بهترین شیوه وزن را برای متغیر Z(x) پیدا کند و بایستی ناریب و دارای حداقل واریانس خطا باشد. در انتها روش مکانی چندجمله‌ای در توان دوم اجرا شد. کوکریجینگ با وجود اینکه از نظر تئوریک، توانایی تحلیل چندین متغیر را همزمان دارد؛ ولی در عمل تنها برای دو متغیر (در اینجا کاربری‌های سازگار و ناسازگار) می‌تواند جواب مناسبی به دست دهد.

قلمرو جغرافیایی تحقیق

استان ایلام در باختر کشور ایران و در ناحیه‌ای کوهستانی و نیمه‌گرم قرار گرفته است، مرکز آن، شهر ایلام است و از غرب با کشور عراق، از جنوب با استان خوزستان، از شرق با استان لرستان و از شمال با استان کرمانشاه همسایه است. استان ایلام با ۱۹۰۴۴ کیلومتر مربع، که حدود ۱/۲ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد، در غرب کشور، بین ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقهٔ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقهٔ عرض شمالی از خط استوا واقع است و برابر جدیدترین تقسیم‌بندی، ۸ شهرستان دارد که عبارتند از: ایلام، آبدانان، ایوان، دره‌شهر، سیروان، چرداول، مهران و ملکشاهی. استان ایلام از استان‌های کمابیش جنگلی ایران است و جمعیت آن در سال ۱۳۹۰ برابر با ۵۴۷ هزار و ۷۹۵ نفر بوده است (پورتال استانداری ایلام، ۱۴۰۱). شکل (۱) موقعیت دهستان‌های شهرستان‌های استان ایلام و جدول شمارهٔ (۱) جمعیت شهرستان‌های این استان را نشان می‌دهد.





شکل (۱). موقعیت دهستان‌های شهرستان‌های استان ایلام (نگارندگان، ۱۳۹۵)

فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

جدول شمارهٔ (۱). جمعیت شهرستان‌های استان ایلام

ردیف	شهرستان	جمعیت	ردیف	شهرستان	جمعیت
۱	آبدانان	٤٧٨٥١	٦	سیروان	١٤٤٠٤
۲	ایلام	٢٣٥١٤٤	۷	ملکشاهی	٢١١٣٨
۳	ایوان	٤٩٤٩١	۸	مهران	٢٢٩٧٩٧
٤	دره‌شهر	٤٣٧٠٨	۹	چرداول	٥٧٣٨١
٥	دهلران	٦٥٦٣٠	١٠	بدره	١٥٦١٤

مآخذ: (مرکز آمار ایران، **۱۳۹۵**)

بحث اصلی

۱. گام اول؛ وزن‌بخشی سنجه‌های منتخب با روش AHP- FUSSY

با توجه به ضریب متفاوت هریک از سنجه‌های منتخب در سنجش تاب‌آوری در برابر زلزله، از روش وزن‌بخشی چندمتغیره AHP- FUSSY برای تعیین وزن‌بخشی به سنجه‌ها (شاخص‌ها) استفاده شد (رابطهٔ ۱). در این مرحله، خبرگان با استفاده از عبارات زبانی و بر اساس روش چانگ برتری یک معیار بر معیار دیگر (یا یک کلاس بر کلاس دیگر) را بیان کردند؛ بر این اساس ماتریس مقایسات زوجی تشکیل شد. جدول شمارهٔ (۲) عبارات زبانی مقایسات زوجی شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

جدول شمارهٔ (۲). عبارات زبانی مقایسات زوجی شاخص‌ها

برتری مطلق	عالی	خیلی خوب	نسبتاً خوب	خوب	برتر	کمی برتر	برتری خیلی کم	برابر
۱۰،۹،۸	۹،۸،۷	۸،۷،٦	۷،٦،٥	٦،٥،٤	٥،٤،٣	٤،٣،٢	١،٢،٣	١،١،١

ماخذ: (محمدی ده‌چشمه و حیدری‌نیا، ١٣٩٤: ٦٠)

ابتدا ارزش وزنی شاخص‌های منتخب با بهره‌گیری از مقایسات زوجی در مدل AHP-FUSSY محاسبه شد؛ به این منظور، جدول مقایسهٔ دو- دوئی (جدول شمارهٔ ۳) ترسیم گردید و میانگین وزنی حاصل از نظرسنجی با روش دلفی در آن گنجانده شد.

جدول شمارهٔ (۳). مقایسات زوجی سنجه‌ها با اعداد فازی

	کانون زلزله	گسل اصلی	گسل فرعی
کانون زلزله	١،١،١	١/٥، ١/٤، ١/٣	٥، ٤، ٣
گسل اصلی	٥، ٤، ٣	١،١،١	٦، ٥، ٤
گسل فرعی	١/٦، ١/٥، ١/٤	١/٥، ١/٤، ١/٣	١،١،١

مآخذ: (محاسبات نگارندگان، ١٣٩٤)

بر این اساس مقدار $\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ برای هریک از سطرهای این ماتریس برابر است با:

کانون زلزله = (١+١/٣+٣)،(١+١/٤+٤)،(١+١/٥+٥)= (٤/٣)،(٥/٣)،(٦/٢)،...

بر این اساس مقدار $\sum_{j=1}^{m} = M_{gi}^{j}$ برای هریک از سطرهای این ماتریس برابر است با:

(۱+۱/۳+۳),(۱+۱/٤+٤),(۱+۱/٥+٥)= (٤/۳),(٥/۳),(٦/۲),... = کانون زلزله

در ادامه برای محاسبهٔ s_1 برای هریک از سطرها از رابطهٔ ریاضی $\sum_{i=1}^{n} \times \sum_{j}^{m} m_{gi}^{j}$ استفاده شده است:

$$\sum_{i=1}^{n} \times \sum_{j}^{m} m_{gi}^{j} \Rightarrow (٤/۳+8+۱/٦),(٥/۳+۱۰+۱/٥),(٦/۲+۱۲+۱/٤)= (۱۳/۹۱۷),(۱٦/۷۰۰),(۱۹/٥۷۰)$$

بنابراین مقدار $(\sum_{i=1}^{n} + \sum_{j}^{m} m_{gi}^{j\ -1})$ پس از استانداردسازی برابر است با:

$$(\sum_{i=1}^{n} + \sum_{j}^{m} m_{gi}^{j\ -1}) \Rightarrow (\frac{1}{13.971}.\frac{1}{16.700}.\frac{1}{19.570}) = (۰/۰۷۱۹),(۰/۰٥۹۹),(۰/۰٥۱۱)$$

بر این اساس، مقدار s_1 برای هریک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی برابر است با:

$$s_1 = (4.3, 5.3, 6.2) * (0.0719, 0.0599, 0.0511) = (0.312, 0.314, 0.317),...$$

در نهایت، درجهٔ بزرگی هریک از مقادیر S نسبت به همدیگر به دست آمد. تحلیل یافته‌ها با استفاده از مدل AHP- FUSSY نشان می‌دهد که بیشترین ارزش وزنی در بین سنجه‌های تحقیق مربوط به سنجهٔ گسل اصلی با وزن ۰/۵۰۷ است. سنجه‌های گسل فرعی و کانون زلزله نیز به ترتیب با اوزان ۰/۲۵۲ و ۰/۲۴۱ اولویت‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند.

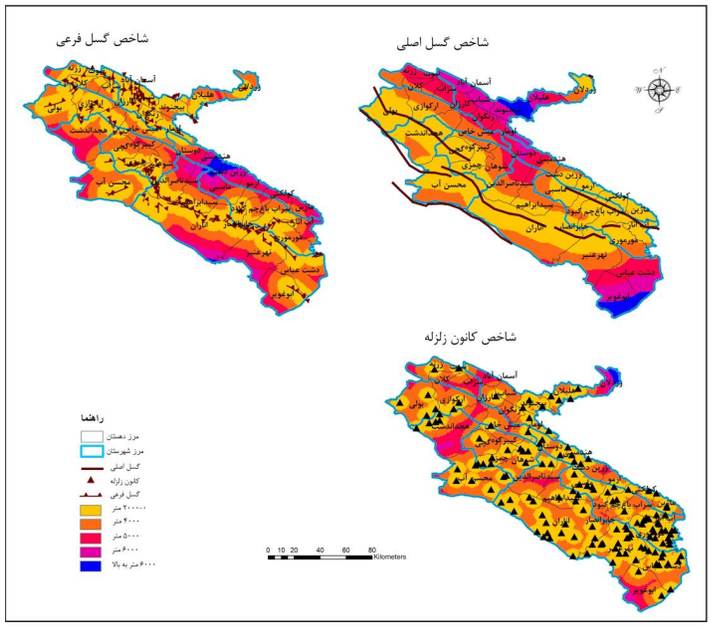
۲. گام دوم؛ ترسیم نقشهٔ فواصل

نقشهٔ فواصل مکانی هرکدام از کاربری‌ها با توجه به استانداردهای موجود در همجواری با سنجه‌های تحقیق ترسیم شده است؛ بنابراین فاصلهٔ اقلیدوسی هر پارامتر با در نظر گرفتن معیارها و ضوابط ارائه گردید و دستوراتی در نرم‌افزار GIS و با استفاده از ابزار Raster Calculator نوشته شد و اجرا گردید (رابطهٔ ۲). جدول شمارهٔ (۴) استانداردهای ارزیابی شاخص‌های مورد مطالعه و شکل (۲) نقشهٔ فواصل پارامترهای سنجش تاب‌آوری را نشان می‌دهد.

جدول شمارهٔ (٤). استانداردهای ارزیابی شاخص‌های مورد مطالعه

زیر معیار	آسیب‌پذیری خیلی کم	آسیب‌پذیری کم	آسیب‌پذیری متوسط	آسیب‌پذیری زیاد	آسیب‌پذیری خیلی زیاد
۲۰۰۰ متر					*
٤۰۰۰ متر				*	
٥۰۰۰ متر			*		
٦۰۰۰ متر		*			
٦۰۰۰ متر و بیشتر	*				

ماخذ: (رحمانی لیر، ۱۳۹٤: ۹۹)



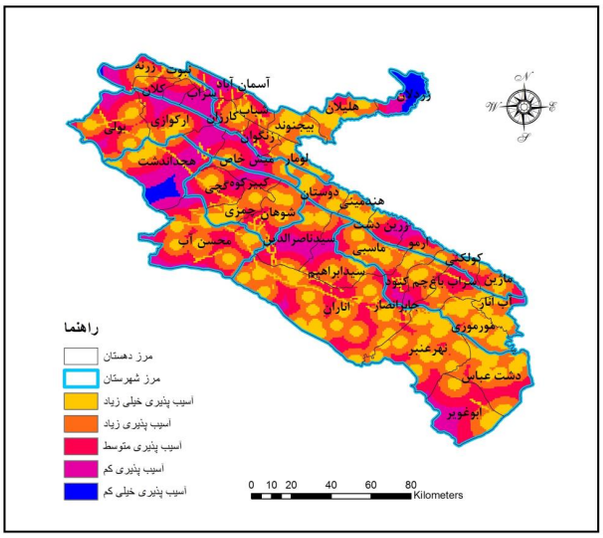
شکل (۲). نقشهٔ فواصل پارامترهای سنجش تاب‌آوری (نگارندگان، ۱۳۹۴)

با توجه به شکل (۲)، در محدودهٔ مورد مطالعه، بجز دهستان‌های شهرستان‌هایی چون: ایوان، سیروان، چرداول و دره‌شهر، باقی دهستان‌ها بر روی گسل اصلی قرار گرفته‌اند و از کمترین فاصلهٔ همجواری برخوردارند. کل دهستان‌های شهرستان‌های محدودهٔ مورد مطالعه بجز شهرستان دره‌شهر نیز بر روی گسل فرعی قرار گرفته‌اند و از کمترین فاصلهٔ برخوردارند. دهستان‌های شهرستان‌های دهلران، سیروان، چرداول و ایوان آسیب‌پذیرترین نواحی از نظر همجواری با گسل فرعی هستند. کمترین تعداد کانون زلزله در شهرستان‌های ایوان، مهران و ایلام وجود دارد و در بقیهٔ شهرستان‌ها، به‌ویژه شهرستان‌های آبدانان و دهلران بیشترین تعداد زلزله به وقوع پیوسته است.

۳. گام سوم؛ تحلیل فضایی پهنه‌های خطر

از آنجا که نقشه‌های فواصل فاقد واحدهای همگن هستند، جهت استانداردسازی و همگن کردن و افزایش انعطاف‌پذیری آنها از روش استانداردسازی فازی با دامنهٔ عددی بین ۰ تا ۱ استفاده شده است. صفر معادل بیشترین رعایت اصول همجواری نسبت به سنجه‌های منتخب تحقیق (گسل اصلی، گسل فرعی و کانون زلزله) و ۱ معادل کمترین رعایت اصول می‌باشد. در گام یک، ارزش وزنی هریک از سنجه‌های تحقیق با روش AHP- FUSSY به دست آمد (رابطهٔ ۳). شکل (۳) تحلیل فضایی پهنه‌های خطر را با توجه به استانداردسازی فازی نشان می‌دهد.

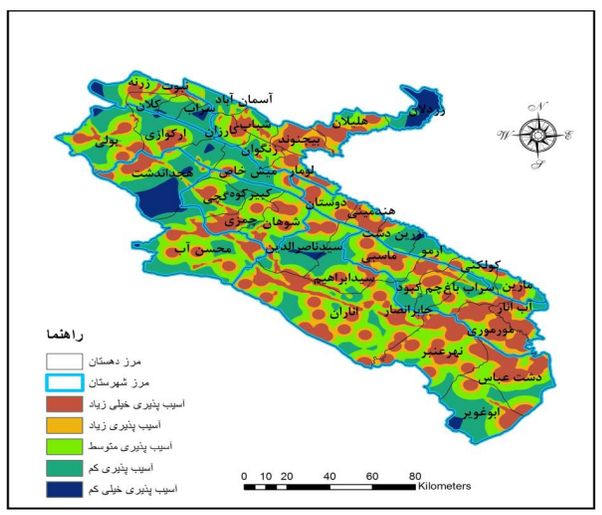
۱۷
فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱



شکل (۳). تحلیل فضایی پهنه‌های خطر با توجه به استانداردسازی فازی (نگارندگان، ۱۳۹٤)

۴. گام چهارم؛ سنجش تاب‌آوری دهستان‌های استان ایلام با استفاده از مدل CoKriging

گام آخر تحلیل فضایی- منطقه‌ای با استفاده از رابطهٔ (۴) است؛ شکل (۴) تحلیل فضایی- منطقه‌ای تاب‌آوری دهستان‌های استان ایلام با استفاده از کوکرجینگ را نشان می‌دهد. تحلیل یافته‌ها با استفاده از مدل کوکرجینگ بر اساس طیف رنگی ارائه شده است؛ بر اساس ارزش وزنی مدل AHP- FUSSY نواحی قهوه‌ای‌رنگ از لحاظ تاب‌آوری در برابر زلزله نامناسب هستند و هرچه این طیف رنگی به آبی تغییر پیدا می‌کند، نواحی از وضعیت مناسب‌تری برخوردار می‌شوند؛ بنابراین مورموری، آب‌انبار، بیجنوند، شباب، سراب‌باغ و هندمینی، آسیب‌پذیرترین و هجدان‌دشت، زردلان، ابو غویر، زرنه و سید نصرالله ایمن‌ترین دهستان‌ها هستند.



شکل (٤). رستر سنجش تاب‌آوری استان ایلام با استفاده از مدل **CoKriging** (نگارندگان،۱۳۹٤)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تکرر وقوع زلزله در سطح استان ایلام و وجود گسله‌های فعال متعدد در استان نشان می‌دهد که ناآرامی بستر سکونت انسان در این محدوده شرایطی واقعی است و زندگی در این شرایط، نیازمند تمهیدات خاصی است. میزان این ناآرامی در همه جای استان یکسان نیست و مناطق مختلف ضریب خطرپذیری یکسانی ندارند. در مقالهٔ حاضر برآورد نسبی وقوع زلزله به عنوان مهمترین و مخرب‌ترین نوع ناآرامی زمین از طریق پهنه‌بندی خطر نسبی وقوع زلزله انجام شد. مهمترین سنجه‌های تأثیرگذار در وقوع زلزله استخراج و بررسی شد. این سنجه‌ها در سه سطح گسل اصلی، گسل فرعی و کانون زلزله دسته‌بندی گردید و تأثیر هر سنجه بر دهستان‌های استان ایلام مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفت. ابتدا نقشهٔ فواصل با استفاده از استانداردهای موجود در همجواری ترسیم شد. نتایج اهمیت و ارزش وزنی شاخص‌ها با استفاده از نظر کارشناسان خبره با استفاده از تکنیک دلفی ادغام گردید و با مدل AHP- FUSSY تحلیل شد. تحلیل یافته‌ها با استفاده از مدل مذکور نشان می‌دهد که در بین سنجه‌های تحقیق بیشترین ارزش وزنی را سنجهٔ گسل اصلی با وزن ۰/۵۰۷ دارد. سنجه‌های گسل فرعی و کانون زلزله به ترتیب با اوزان ۰/۲۵۲ و ۰/۲۴۱ اولویت‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند؛ بنابراین تأثیرگذارترین عامل در وقوع زلزله گسل اصلی است؛ به عبارت دیگر، در محدودهٔ مورد مطالعه بجز دهستان‌های شهرستان‌هایی چون: ایوان، سیروان، چرداول و دره‌شهر، باقی دهستان‌ها بر روی گسل اصلی قرار گرفته‌اند و از کمترین فاصلهٔ همجواری برخوردارند. کل دهستان‌های شهرستان‌های محدودهٔ مورد مطالعه بجز شهرستان دره‌شهر نیز بر روی گسل فرعی قرار گرفته‌اند و از کمترین فاصله برخوردارند. دهستان‌های شهرستان‌های دهلران، سیروان، چرداول و ایوان آسیب‌پذیرترین نواحی از نظر همجواری با گسل فرعی هستند. کمترین تعداد کانون زلزله در شهرستان‌های ایوان، مهران و ایلام وجود دارد و در بقیهٔ شهرستان‌ها، به‌ویژه شهرستان‌های آبدانان و دهلران بیشترین تعداد زلزله به وقوع پیوسته است.

گسل اصلی: در شهرستان دره‌شهر، دهستان‌های ماژین، کولکنی، ارمو، زرین‌دشت، هندمینی و دوستان؛ در شهرستان‌های سیروان و چرداول، دهستان‌های هلیلان، بیجنوند، شباب، آسمان‌آباد، لومار، زنگوان و کارزان؛ در شهرستان ایوان، دهستان‌های سراب، نبوت، کلان و زرنه؛ در شهرستان ایلام، دهستان‌های میشخاص، ارکوازی و ده‌پایین؛ در شهرستان دهلران: دهستان‌های سید ابراهیم، سید نصرالله، دشت عباس و ابوغویر و در شهرستان ملکشاهی، دهستان شوهان بر روی گسل اصلی قرار نگرفته‌اند و از این نظر ایمن‌تر هستند. گسل فرعی: در شهرستان آبدانان، دهستان‌های سراب‌باغ، چم‌کبود و ماسبی و در شهرستان دره‌شهر، دهستان‌های ماژین، کولکنی، ارمو، دوستان و زرین‌دشت بر روی گسل فرعی قرار نگرفته‌اند و از این نظر ایمن‌تر هستند. کانون زلزله: در شهرستان‌های سیروان و چرداول، دهستان‌های زردلان، شباب و آسمان‌آباد؛ در شهرستان ایوان، دهستان‌های سراب و کلان و در شهرستان ایلام، دهستان ده‌پایین، بدون کانون زلزله‌اند. بقیهٔ دهستان‌ها آسیب‌پذیری زیاد تا خیلی زیاد دارند. تحلیل یافته‌ها با استفاده از مدل کوکرجینگ نشان می‌دهد که مورموری، آب‌انبار، بیجنوند، شباب، سراب‌باغ و هندمینی، آسیب‌پذیرترین و هجدان‌دشت، زردلان، ابو غویر، زرنه و سید نصرالله، ایمن‌ترین دهستان‌ها هستند. پس از

فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

سنجش تاب‌آوری دهستان‌های استان ایلام با توجه به استراتژی‌های بعد، قبل و هنگام وقوع زلزله، راهکارهای راهبردی زیر ارائه شد:

- با برنامه‌ریزی صحیح بر روی کاربری زمین و توجه به ضوابط تفکیک زمین، تعیین کاربری‌ها با توجه به مشخصات زمین‌ساختی ناحیه، جلوگیری از ساخت و ساز در حریم گسل و ... می‌توان از شدت آسیب‌ها و تلفات کاست.
- در برنامه‌ریزی شهری باید از جانمایی کاربری آموزشی بر روی گسل یا در حریم آن جلوگیری کرد؛
- مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، به‌ویژه ساختمان‌های پرتراکم در نزدیکی گسل‌ها و مسیل‌ها مدّ نظر باشد؛
- لایروبی رودخانه‌ها در جهت انتقال بهتر آب به هنگام شکستن سد و جلوگیری از تجمع و انباشت مواد و بالاآمدن سطح آب؛
- با ساخت سیل‌بند از روانه شدن آب رودخانه به داخل شهر جلوگیری شود؛
- با توجه به ویژگی‌ها و امکانات منطقه، در جهت کاهش آسیب‌پذیری و تلفات جانی و مالی، برنامه‌ریزی اصولی و منطقی انجام شود؛
- با دستیابی به اطلاعات جزئی‌تری دربارهٔ نوع و میزان فعالیت گسل‌ها، میزان مقاومت یا پایداری قنات‌ها، بررسی مقاومت لرزه‌ای خطوط حمل و نقل و ... می‌توان در فرآیند مقابله با بحران به نتایج مطلوب‌تری دست یافت.

منابع و مأخذ

الف) فارسی

- آفریدی، صنم، اسماعیل صالحی و مهران سیدرزاقی (۱۳۹۰)، «ارزیابی کاربری زمین شهری با توجه به خطرات زلزله (نمونهٔ موردی: ناحیهٔ ۴، منطقهٔ ۲۰)»، پژوهش‌های محیط زیست، سال ۲، شمارهٔ ۳، صص ۷۷-۸۶.
- استوار ایزدخواه، یاسمین (۱۳۹۲)، «مفاهیم و مدل‌های تاب‌آوری در سوانح طبیعی»، دانش پیشگیری و مدیریت بحران، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۲، صص ۱۴۵-۱۵۳.
- حبیبی، کیومرث، مصطفی بهزادفر، ابوالفضل مشکینی و سعید نظری (۱۳۹۲)، «تهیهٔ یک مدل پیش‌بینی ناپایداری بافت‌های کهن شهری در برابر زلزله با منطق سلسله مراتبی وارون و GIS»، علوم زمین، سال بیست و دوم، شمارهٔ ۸۷، صص ۸۳-۹۲.
- رحمانی‌لیر، پیروز (۱۳۹۴)، «سنجش ضریب آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر زلزله (مطالعهٔ موردی: دهستان دهدشت غربی)»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- سعیدنیا، احمد (۱۳۷۸)، کاربری زمین شهری، ج دوم، تهران: مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهری.
- سلمانی‌مقدم، محمد، ابوالقاسم امیراحمدی و فرزانه کاویان (۱۳۹۳)، «کاربرد برنامه‌ریزی کاربری اراضی در افزایش تاب‌آوری شهری در برابر زمین‌لرزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعهٔ موردی: شهر سبزوار)»، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال پنجم، شمارهٔ هفدهم، صص ۱۷-۳۴.
- شهین‌باهر، ایرج و رسول وظیفه‌شناس (۱۳۹۱)، «بررسی میزان تاب‌آوری ساختار فضایی و کالبدی شهرها (نمونهٔ موردی: شهر وان ترکیه)»، شمس شورای مرکزی سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور، تیر و خرداد، صص ۵۷-۶۱.
- قدسی‌پور، حسن (۱۳۹۸)، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- محمدی ده‌چشمه، مصطفی و سعید حیدری‌نیا (۱۳۹۴)، «مدل‌سازی مکانی همجواری کاربری‌های ویژه از دیگاه پدافند غیرعامل در کلان‌شهر اهواز»، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دورهٔ نوزدهم، شمارهٔ ۲، صص ۲۱۱-۲۳۶.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۵)، سالنامهٔ آماری ایران، شهرستان‌های استان ایلام، تهران.
- نگارش، حسین (۱۳۸۲)، «زلزله، شهرها و گسل»، پژوهش‌های جغرافیایی، شمارهٔ ۵۲.
- نیکمرد نمین، سارا، ناصر برک‌پور و مجید عبداللی (۱۳۹۳)، «کاهش خطرات زلزله با تأکید بر عوامل اجتماعی رویکرد تاب‌آوری (نمونهٔ موردی: منطقهٔ ۲۲ تهران)»، مدیریت شهری، شمارهٔ ۳۷، صص ۱۹-۳۴.

ب) انگلیسی

- Adger, W.N. (2000). Social and Ecological Resilience: are they related? Progress in Human Geography 3)24), PP. 364-347.
- Adger, W.N. (2005). Social – Ecological Resilience to coastal disasters. Science -309:1036 1039
- Ainuddin, S., Routray, Jayant Kumar. (2012). Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan, International Journal of Disaster Risk Reduction, ,2 36-25.
- Allan, P. Bryant, M. (2010). The Critical Role of Open Space in Earthquake Recovery: A Case Study. NZSEE Conference.
- Amaratunga D. Haigh R. (2011). Post Disaster Reconstruction of The Built Environment - Building for Resilience, Wiley-Blackwell. U.K.
- Antonioni, G., Gigliola. S. Valerio, C. (2007). A methodology for the quantitative risk assessment of major accidents triggered by seismic events. Journal of Hazardous Materials. Article in press.
- Aysan. Y. Davis. I. (1994). Conclusions and recommendations for the international decade for natural disaster reduction (IDNDR). Disasters and the small dwelling: Perspective for the UN IDNDR (James and James Science). 260-256 .1992.
- Burby, R. J. (1999). Unleashing the power of planning to create disaster- resistant communities, J .of the American Planning Association, 259- 247 :(3) 65.
- Cutter, Susan L., and Christina Finch. (2008). Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. Proceedings US National Academy of Sciences :(7) 105 2306-2301.

منابع و مأخذ

- Holling, C.S., L.H., Gunderson. (2002). Resilience and adaptive cycles. In: L H Gunderson and C Sholling (editors). Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems.
- Mayunga, Joseph S. (2006). Understanding and Applying the Concept of Community Disaster Resilience: A capital-based approach, Department of Landscape Architecture and Urban Planning, Hazard Reduction & Recovery Center, Texas A&M University
- Mitchell, T., Harris, K. (2012). Resilience: a risk management approach, background note, ODI.P3-2
- Nelson Valerie, Lamboll Richard 2 and Arendse Adele (2008). Climate Change Adaptation, Adaptive Capacity and Development, Discussion Paper, DSADFID Policy Forum.
- Normandin J.-M, Therrien M.-C, Tanguay G.A. (2011). City strength in times of turbulence: strategic resilience indicators, Urban Affairs Association 41st Conference, New Orleans.P2
- Spence, R. And Coburn, A. (1992). Earthquake Protection, Wiley and Son: 153 -151.
- UN/ISDR. (2004). Living with Risk –A global review of disaster reduction initiatives, Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction.
- Wisner, B.; Balaikie, p.; Cannon, T. And Davis, I. (2004). At risk: Natural hazards People Vulnerability and Disasters, London, Routledge.p65