دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر فصلنامه ی
علمی فضای جغرافیایی

دوره بیست و پنجم، شماره ۹۰
تابستان ۱۴۰۴، صفحات ۱۶۲-۱۴۱

مهدی طالب علم[۱]
سید مسلم سیدالحسینی[۲]*
عمیدالاسلام ثقه الاسلامی[۳]
مریم دانشور[۴]

الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله "مورد پژوهی محله شهید معقول شهر مشهد" با بکارگیری معادلات ساختاری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳ /۰۷/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۹

چکیده

با گسترش شهرنشینی و افزایش تعداد شهرهای بزرگ به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، تمرکز جمعیت و افزایش بارگذاری‌های محیطی و اقتصادی منجر به پذیرش نقش‌ها و عملکردهای متنوعی برای شهرها شده است. تهدید زلزله به‌عنوان یکی از مشکلات اصلی شهرهای این کشورها، به‌ویژه در مناطق شهری، با روندی رو به افزایش مواجه است. در سال‌های اخیر، رویکرد تاب‌آوری به‌جای آسیب‌پذیری اهمیت بیشتری یافته است. هدف از تاب‌آوری، کاهش آسیب‌پذیری جوامع و تقویت توانایی‌های آن‌ها در مقابله با خطرات ناشی از سوانح طبیعی است. تحلیل رابطه بین تاب‌آوری و کاهش اثرات زلزله اهمیت بالایی دارد و تأکید اصلی آن بر تقویت تاب‌آوری است. این پژوهش با هدف تحلیل عوامل مؤثر بر تاب‌آوری سکونتگاه‌های غیررسمی در برابر مخاطرات طبیعی مانند زلزله در محله شهید معقول، بر کاهش خطرپذیری بلندمدت و ارتباط آن با توسعه تمرکز دارد. ابعاد زیرساختی و کالبدی تاب‌آوری در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهایی برای دستیابی به اهداف آن ارائه می‌شود. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Smart_PLS جهت ارزیابی و

[۱] دانشجوی دکتری، گروه شهرسازی، واحد مشهد،دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
[۲] گروه شهرسازی، واحد مشهد،دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
[۳] گروه شهرسازی، واحد مشهد،دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
[۴] گروه شهرسازی، واحد مشهد،دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد با کاهش توانایی نهادی، شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی به‌طور قابل‌توجهی تغییر می‌کنند.

کلمات کلیدی: سکونتگاه غیررسمی، تاب آوری کالبدی، آسیب پذیری، شهرنشینی

مقدمه

گسترش فیزیکی نابسامان و بی رویه ی شهرها یکی از مشکلات شهر و شهرنشینی جهان سوم در دوران معاصر می باشد؛ به طوری که طی فرآیندی مداوم محدوده های فیزیکی و فضاهای کالبدی شهر در جهات عمودی و افقی به لحاظ کمی و کیفی رشد می یابد و اگر این روند سریع و بی برنامه باشد به ترکیبی نامتناسب از فضاهای شهری مشکل زا خواهد انجامید (Charlton and Klug, 2017). لذا یکی از علل شکل گیری این روند و همچنین یکی از مهمترین پیامدهای آن حاشیه نشینی شهری است که سکونتگاه های غیررسمی یا محلات فرو دست شهری، یکی از چالش های اساسی در نظام مدیریت و برنامه ریزی شهری ایران محسوب می شود که خاستگاه و علل گسترش آن را می توان در مولفه های مختلفی از سطوح کلان، میانه و خرد در رابطه با شرایط اقتصادی، سیاسی، مدیریتی، قانون گذاری، جمعیتی، تبیین و تحلیل کرد که در چارچوب نظریات مختلفی مورد بحث و بررسی و کالبد شکافی علمی قرار گرفته است(Jones,2017). در طی سال های گذشته جهان شاهد برخی از مخاطرات پیش بینی نشده بوده است اگرچه برخی از ابزارهای پیش بینی کننده به کار گرفته شده اند اما واقعیت این است که مخاطرات آتی را نمی توان بر اساس شواهد پیش بینی نمود و همچنین نمی توان به راحتی حالت اندازه و مکان این مخاطرات را از پیش بیان کرد(Georgiadu and Loggia.2017). وقوع بلایای طبیعی به ویژه زلزله در محیط های شهری اثرات مخربی دارد و انسان نیز به طور فزاینده ای از اثرات زیان بار این بلایا رنج می برد. بنابراین شناخت و برنامه ریزی صحیح قبل از وقوع حادثه می تواند اثرات مخرب این حوادث را کاهش دهد . زلزله عواقبی دارد که در اغلب موارد از تاثیر آنی و فوری آن فراتر رفته و فرآیند توسعه اقتصادی را سال ها به تاخیر می اندازد؛ بنابراین یکی از جنبه های مهم و قابل توجه در برنامه ریزی توسعه، تاکید و توجه به آسیب پذیری کشور و مهم تر از همه آسیب پذیری شهرها در مقابل مخاطرات طبیعی بالاخص زلزله است. ساخت طبیعی کشور ما، زلزله را به عنوان یک از مخرب ترین و تهدید کننده ترین عوامل انهدام حیات انسان بدیل نموده است و بررسی های تاریخ نشان می دهد که هر از چند گاه نقاط یا مناطق وسیع از کشورمان توسط این بلای طبیعی منهدم شده و آسیب های جانی و مالی بسیار برجای مانده است. از سوی دیگر عدم بکارگیری صحیح تکنیک های مقابله با زلزله در شهرها و روستاها، کشور را در خطرآسیب پذیری شدید قرار داده است. بر اساس آمارهای تهیه شده پتانسیل زلزله خیزی شهرهای ایران با توجه به فاصله آنها از گسل ها به شرح زیر است: حدود ۱۶/۶درصد از شهرهای ایران بر روی خط گسل و یا در امتداد آن واقع شده و به جز یک یا دو مورد اکثر آنها زلزله های بیش از ۶ ریشتر را تجربه کرده اند. تقریبا ۶۸ درصد از شهرهای کشور در حریم یک تا ۳۰ کیلومتری گسل ها قرار داشته و این به آن معنا است که این گروه از شهرها به علاوه گروه قبلی از نظر پهنه بندی خطر نسبی در پهنه با شتاب های بالا واقع اند (Zareh and Mohammadi,2023). در این میان شهرها به عنوان متمرکز ترین سکونتگاه های انسانی اهمیت ویژه ای می یابند چراکه به علت دارا بودن حجم بالای سرمایه گذاری و مکان گزینی بسیاری از تاسیسات و لوازم اقتصادی و

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

اجتماعی جامعه،خسارات بیشتری را در مواجه با زلزله متحمل می شوند. امروزه آسیب پذیری شهرها در همه جا، از زیرساخت ها و ساختمان ها تا تأسیسات و خدمات شهری در زندگی انسان محسوس است ؛ بنابراین به دنبال رشد مداوم جمعیت شهرنشین و همچنین افزایش مخاطرات طبیعی، تقویت تاب آوری شهرها امری ضروری بوده و می بایست به منظور کاهش آسیب پذیری به عنوان بخشی مهم در طرح های توسعه شهری لحاظ گردد؛ یکی از راه های کاهش ریسک و آسیب پذیری در سکونتگاه های انسانی توجه به رویکرد تاب آوری می باشد. تاب آوری شهری به عنوان مهارت یک جامعه برای پیشگیری و پرداختن به هرگونه مسئله اجتماعی و زیست محیطی عمده از مخاطرات طبیعی و تأثیرات تغییر اقلیم گرفته تا فقر تعریف می شود .یک شهر زمانی به عنوان یک شهر تاب آور توصیف می شود که با ساخت پاسخ های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی جدید قادر به ایستادگی طولانی مدت در برابر تنش های محیط زیست و گذشت زمان باشد، لذا تاب آوری شهری بنا بر ماهیت اصلی خود؛ یعنی جذب اختلال و هضم آن قبل از تخریب عمده، می تواند در برنامه ریزی شهری هم به شکل یک هدف دیده شود و هم یک ابزار برای رسیدن به شهری مقاوم تر، مطلوب تر و با کیفیت زندگی بیشتر. نکته مهمی که باید مدنظر قرار گیرد این است که تاب آوری کالبدی بسیار پیچیده تر از صرفاً بازسازی است. هنگامی که تاب آوری مدنظر ماست می دانیم شهرهای تاب آور چیزی بیش از مجموع ساختمان های تاب آور هستند. بزرگراه های شکسته قابل اصلاح هستند، ساختمان ها ترمیم شده و بلندتر از گذشته بازسازی می شوند، سیستم های ارتباطی به هم وصل میشوند اما تاب آوری کالبدی به صورت شبکه های به هم پیوسته عناصر کالبدی یک شهر معنا می یابد. این امر ضرورت توجه به مفهوم تاب آوری در شهرها را به روشنی بیان می کند. یکی از این سکونتگاه های حاشیه نشین، شهید معقول در منطقه شش شهر مشهد می باشد. این مجموعه با مساحت ٦٤.٢ هکتار به دلیل استقرار تعداد زیادی از شهروندان درون خود و به دلیل عدم برخورداری مناسب از خدمات شهری، وضعیت نامطلوب و کیفیت پایین زندگی، یکی از چالش انگیزترین محلات به لحاظ تاب آوری شهری می باشد. از این رو ضرورت و اهمیت موضوع تاب آوری سکونتگاه غیررسمی در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) بیشتر از پیش خود را نمایان می کند.برای بررسی تاب آوری سکونت گاههای غیر رسمی سه سناریو مطرح گردیدیه و جهت بررسی سناریو ها از تکنیک FCMاستفاده شده است.

پیشینه پژوهش

در مورد تاب آوری سکونت گاه های غیر رسمی در برابر زلزله مطالعات زیادی صورت گرفته است که در زیز تعدادی از آنها مورد بررسی قرار گرفته اند.

Hermandez and Martin(2022)، در مقاله ای به بررسی تاب‌آوری شهری در زمینه سکونتگاه‌های غیررسمی و آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر زلزله پرداخته اند. نویسندگان بر اهمیت تاب‌آوری شهری تمرکز دارند و تحلیل می‌کنند که چگونه سکونتگاه‌های غیررسمی می‌توانند بهبود یابند تا در برابر زلزله‌ها مقاوم‌تر شوند. همچنین نویسندگان به ارزیابی چالش‌های خاصی که سکونتگاه‌های غیررسمی در مواجهه با زلزله‌ها با آن‌ها روبرو هستند، ارزیابی نموده و به بررسی روش‌های بهبود تاب‌آوری در این زمینه پرداخته اند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

Khan and Ahmad(2020)، در پژوهشی به مرور ابزارهای ارزیابی تاب‌آوری زلزله در سکونتگاه‌های غیررسمی پرداخته اند و ابزارهای مختلفی که برای ارزیابی تاب‌آوری زلزله استفاده می‌شوند، تحلیل و مقایسه نموده اند تا مزایا و محدودیت‌های هر یک را مشخص کنند. در کل هدف این تحقیق ارائه یک نمای کلی از ابزارهای موجود و پیشنهادات برای بهبود دقت و قابلیت‌های این ابزارها در ارزیابی تاب‌آوری زلزله در سکونتگاه‌های غیررسمی است.
Miller and Morphy(2022)، استراتژی‌های مختلف برای بهبود تاب‌آوری زلزله در سکونتگاه‌های غیررسمی بررسی کرده اند. نویسندگان به تحلیل انواع استراتژی‌های مدیریتی، طراحی، و برنامه‌ریزی که می‌توانند تاب‌آوری سکونتگاه‌های غیررسمی را در برابر زلزله‌ها افزایش دهند، پرداخته و مطالعات موردی از مناطق مختلف را بررسی نموده اند.

Nakamura and Shimizu (2023)، رویکردهای مختلف کاهش ریسک زلزله در سکونتگاه‌های غیررسمی را بررسی و مقایسه نموده، و از یک رویکرد مقایسه‌ای برای تحلیل روش‌های مختلف کاهش ریسک زلزله استفاده کرده اند. همچنین اثربخشی این روش‌ها در زمینه‌های مختلف را بررسی کردند.
O’Conner and Collins(2020)، در مقاله ای به نوآوری‌های طراحی و سیاست‌گذاری برای بهبود تاب‌آوری زلزله در سکونتگاه‌های غیررسمی پرداخته اند و ایده‌های نوآورانه در زمینه طراحی شهری و زیرساخت‌ها، و همچنین سیاست‌های جدید که می‌توانند به تقویت تاب‌آوری در سکونتگاه‌های غیررسمی کمک کنند، بررسی نموده اند.
Park and Kim(2021) ، آسیب‌پذیری و تاب‌آوری سکونتگاه‌های غیررسمی در زمینه زلزله‌ها را بررسی نموده و تأثیرات زلزله‌های اخیر بر سکونتگاه‌های غیررسمی و نقاط قوت و ضعف این سکونتگاه‌ها را مشخص کرده اند و در آخر در مورد بهبود تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری در سکونتگاه‌های غیررسمی بینش هایی را ارائه نموده اند.
Qiao and Li(2022)، رویکردهای مبتنی بر جامعه برای افزایش تاب‌آوری زلزله در سکونتگاه‌های غیررسمی را بررسی کرده اند و روش‌های مختلفی که شامل مشارکت جامعه محلی در برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات کاهش ریسک است، تحلیل نموده اند.
Berhanu et al(2022)هفت اصل اساسی سیستم تاب آوری را پیشنهاد کرده اند که عبارتند از: نیرومند، افزونه، مدبر، منعطف، انعکاس دهنده، ترکیب شده و مشمول. تحت حوزه ی تشابهات و رویکردهای غالبا ناشناخته ی اصول تاب آوری، بر چهار اصل اساسی متمرکز می باشد که عبارتند از: (۱) مقاومت، (۲) قابل اطمینان بودن، (۳) افزونگی و (٤) پاسخ یا ترمیم.
Smith et al(2020)، بر اساس یک بررسی بیان نموده اند که در یک تراز، تاب‌آوری شهری (بومی) به توانایی فیزیکی برای به عقب جهیدن از موانع خاص اشاره دارد.Sargolzaee and Hadiyani(2017) ، به این اشاره کرده اند که به منظور تاب‌آور شدن شهرها، جاده‌ها و سایر سیستم‌های زیرساختی آن‌ها باید طوری طراحی شده باشند تا تحت شرایط مخاطره‌آمیز شدید به عملکرد خود ادامه دهند.

Li and Zhang (2021)،در مقاله ای به تحلیل فضایی آسیب‌پذیری زلزله در مناطق شهری غیررسمی پرداخته اند و از تکنیک‌های تحلیل فضایی و داده‌های جغرافیایی برای بررسی نحوه توزیع آسیب‌پذیری زلزله در سکونتگاه‌های غیررسمی استفاده کرده و الگوهای جغرافیایی آسیب‌پذیری را شناسایی نموده اند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

Asghari Zamani and Zadvali Khajeh(2022) تاب‌آوری بومی را به عنوان چارچوبی تفسیری که توسط رهبران محلی و ملی پیشنهاد شده و شکل گرفته و توسط شهروندان در رخداد فاجعه پذیرفته شده است،تعریف نموده اند. با توجه به مطالب بالا سکونتگاههای غیر رسمی در برابر زلزله در زمینه های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته اند اما الگوی تاب آوری را ارائه نکرده اند، لذا در تحقیق حاضر به بررسی الگوهای مختلف پرداخته می شود.

روش پژوهش

این پژوهش از نوع کاربردی بوده و با رویکرد توصیفی-تحلیلی و با استفاده از روش مدلسازی معادلات ساختاری **(SEM)**انجام شده است. جامعه آماری تحقیق، ساکنان و متخصصان مرتبط با محله شهید معقول مشهد می‌باشد. داده‌های مورد نیاز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی (پرسشنامه) گردآوری شده‌اند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌های پژوهش از نرم‌افزار **Smart-PLS** استفاده شده است. این نرم‌افزار به دلیل توانایی در مدل‌سازی روابط پیچیده بین متغیرهای مکنون و مشاهده شده، انتخاب گردید. مراحل تحلیل شامل ارزیابی مدل اندازه‌گیری (بررسی پایایی و روایی) و ارزیابی مدل ساختاری (آزمون سناریو ها) بوده است.

در این پژوهش از مدلسازی معادلات ساختاری (SEM) و به کمک نرم‌افزار Smart-PLS استفاده شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از الگوریتم بوت‌استرپ جهت بررسی معناداری ضرایب مسیر) مقدار (t-value و برازش مدل استفاده گردیده است. معیارهای ارزیابی شامل بارهای بیرونی (outer loadings) برای سنجش کیفیت شاخص‌ها، وزن‌های بیرونی (outer weights) برای تعیین سهم هر متغیر، و شاخص CV-Red برای سنجش کیفیت کلی مدل می باشد(Arefi,2018). داده‌ها همچنین با نرم‌افزارهای SPSS و Microsoft Office مدیریت و تحلیل شده‌اند. پس از مشخص شدن کمیّت الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله، براساس نوع وماهیت داده ها آزمون مناسب آماری استفاده شده است. و بر این اساس، اقدامات مدیریتی انجام شده در طی این سالها می‌تواند بطور موثری مورد مقایسه قرار گیرد.

بحث

در این بخش با استفاده از الگوریتم بوت استارپ به محاسبه آماره T پرداخته شد. در صورتی که مقدار آماره T از ۱/۹۶ بیشتر شود، نشان از صحت رابطه ی بین سازه ها و در نتیجه تایید سناریو های پژوهش در سطح اطمینان ۹۵٪ است (اعداد معناداری در سطوح اطمینان ۹۹٪ و ۹۹/۹٪ به ترتیب ۲/۵۸ و ۳/۲۷ می باشد).

ضرایب مسیر

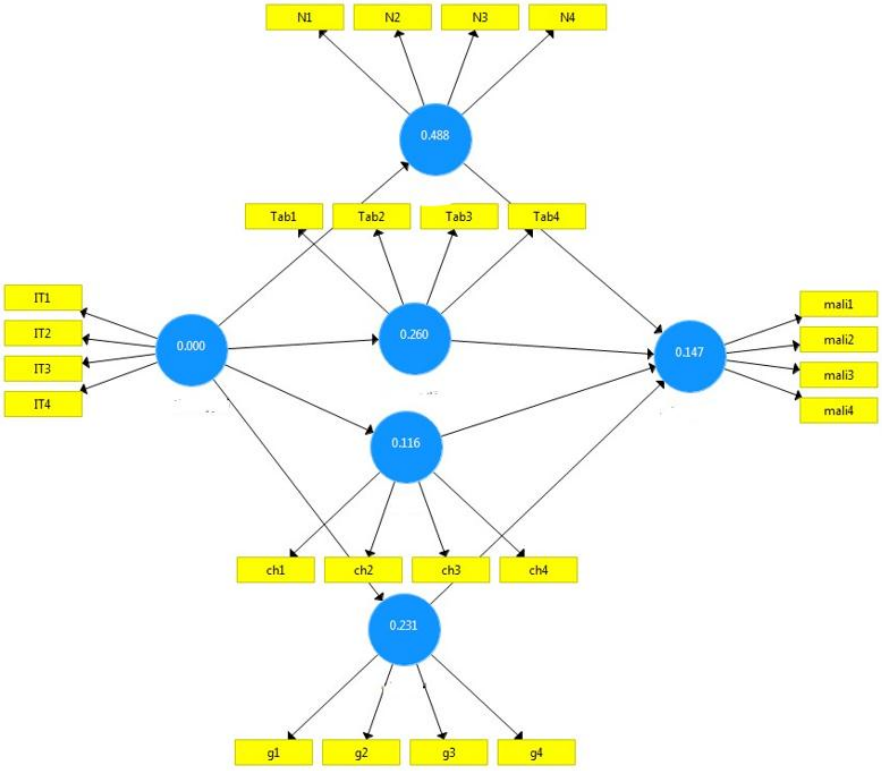
برای محاسبه ضرایب مسیر بین سازه ها باید از الگوریتم PLS استفاده نمود. ضرایب استاندارد شده بین متغیر مستقل و وابسته نشان می دهد که متغیر مستقل این میزان درصد از تغییرات متغیر وابسته را تبیین می کند. ضرایب مسیر اگر بالای ۰/۶ باشد بدین معناست که ارتباطی قوی میان دو متغیر وجود دارد ؛ اگر بین ۰/۳ تا ۰/۶ باشد، ارتباط متوسط و اگر زیر ۰/۳ باشد، ارتباط ضعیفی وجود دارد. برای تحلیل عوامل موثر بر تاب آوری سکونتگاه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

های غیر رسمی در بابر مخاطرات ناشی از زلزله سه سناریو مطرح شده است که در زیر به ترتیب مورد بررسی قرار گرفته اند.

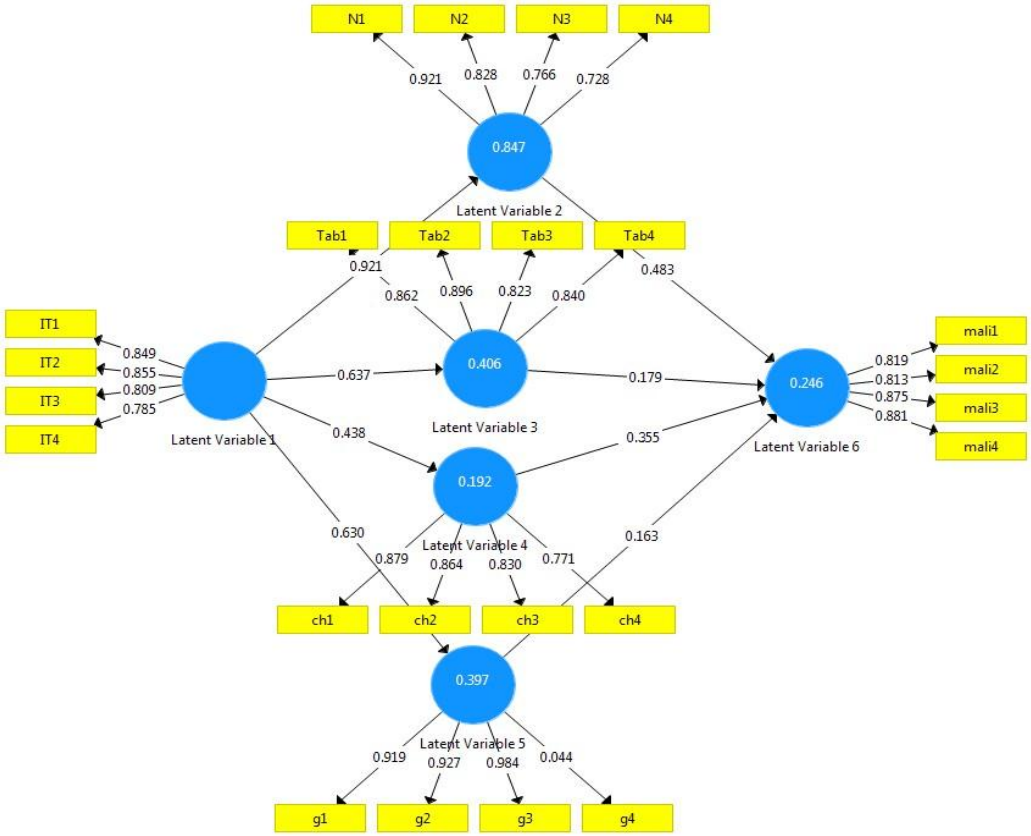
آزمون سناریوی اول: تأثیر مؤلفه ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه‌های غیررسمی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله معنادار است.



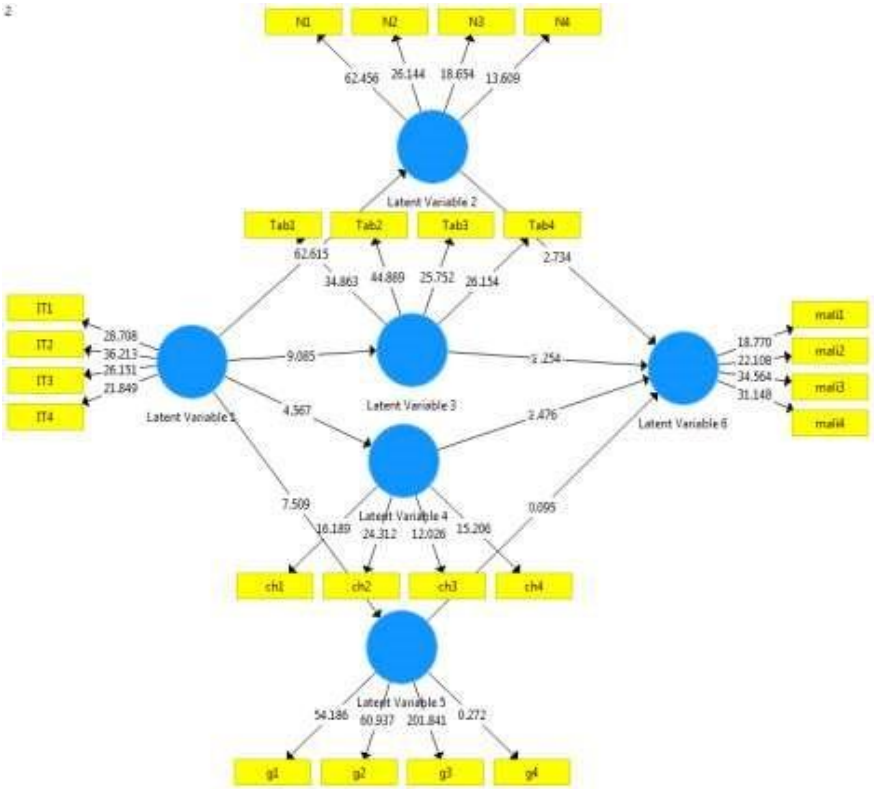
شکل۱: ارزیابی اعتبار مدل تاثیر ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]



شکل ۲: ضرائب مسیر تاثیر ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله



شکل ۳: آماره t -val ue تاثیر تاثیر ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

جدول ۱- ضریب مسیر و آماره t تاثیر ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله

از	به	ضریب مسیر	آماره T	نتیجه آزمون
ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی	سرمایه اجتماعی	۰/۹۱۹	٦٨/٢٠٩	تایید
ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی	مولفه های توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی	۰/٦٤٠	۹/۸۵۹	تایید
ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی	مولفه های بستر قانونی لازم	۰/٤٣٨	٤/٨١٢	تایید

مقدار ضریب مسیر در اثر غیر مستقیم از ضرب دو اثر مستقیم تشکیل دهنده آن حاصل می شود. جدول (۲) ضرب ضریب مسیر دو مسیر تاثیر ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی روی سه رویکرد عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله را نشان می دهد.

جدول ۲- نتایج سناریوی اول

مستقل	وابسته	ضریب مسیر	نتیجه آزمون
ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی	سرمایه اجتماعی	۰/٤٤٣	تایید
ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی	توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی	۰/۱۱٤	تایید
ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی	مولفه های بستر قانونی لازم	۰/۱۵۵	تایید

نتایج آزمون سناریوی اول

با توجه به جدول (۱) به این نتیجه می رسیم که ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی بر رویکرد های چهارگانه عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله با اطمینان ۹۵٪ تاثیر مستقیم و معنی داری دارد، زیرا عدد آماره t متغیرها بیشتر از ۱/۹٦ است.

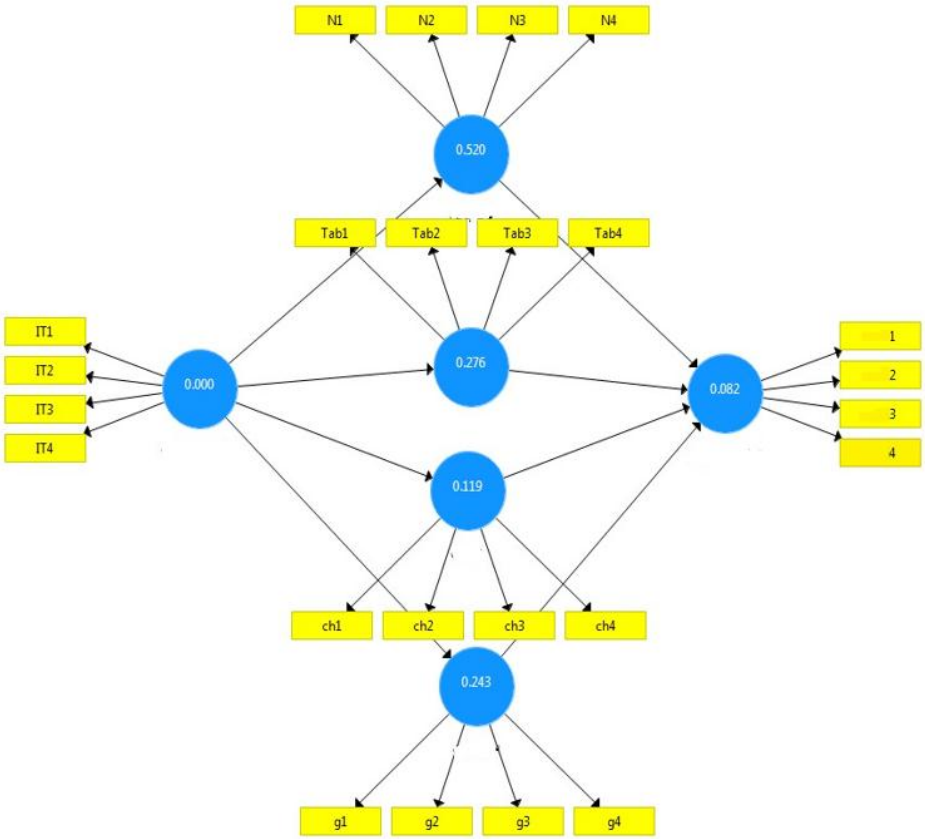
همچنین با توجه به شکل(۲) مربوط به ارزیابی اعتبار، اعداد مربوط به متغیرهای نامشهود شاخص CV-Red هستند که باید بزرگتر از صفر باشند. اعداد مثبت نشانگر کیفیت مناسب مدل هستند. همانطور که در این نمودار مشاهده شده است همه اعداد مثبت هستند، بنابراین مدل از کیفیت مناسب برخوردار است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

سناریوی دوم

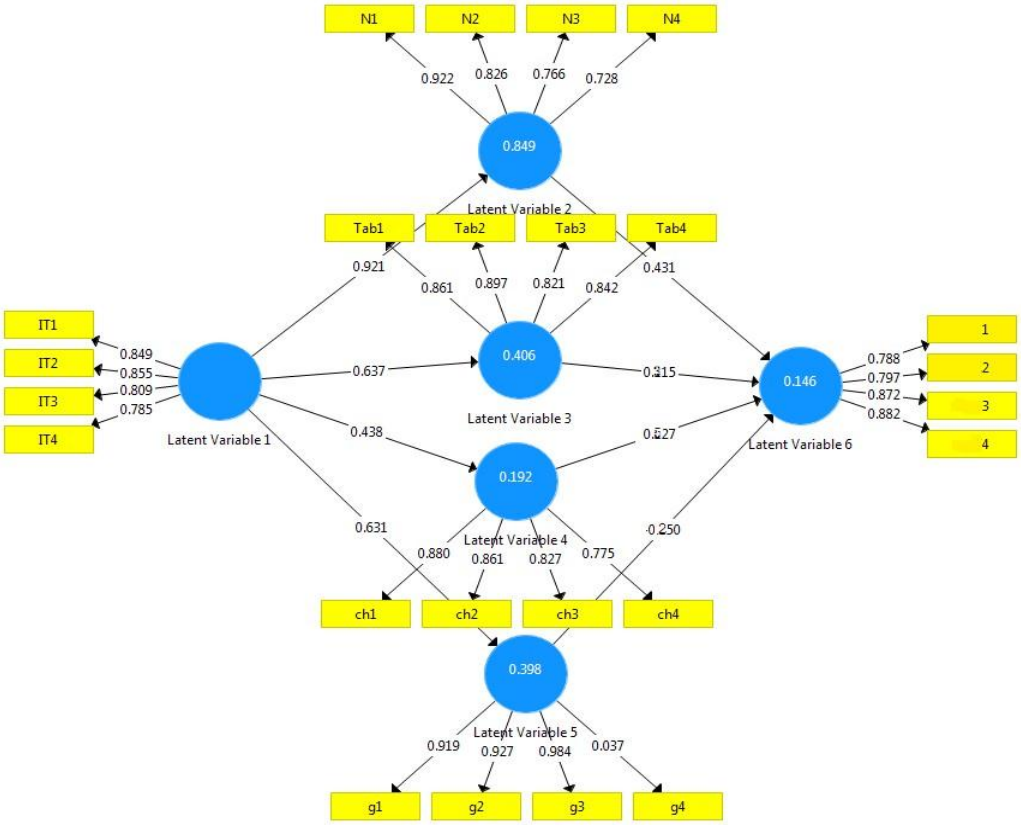
تأثیر مؤلفه سرمایه اجتماعی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله معنادار است.



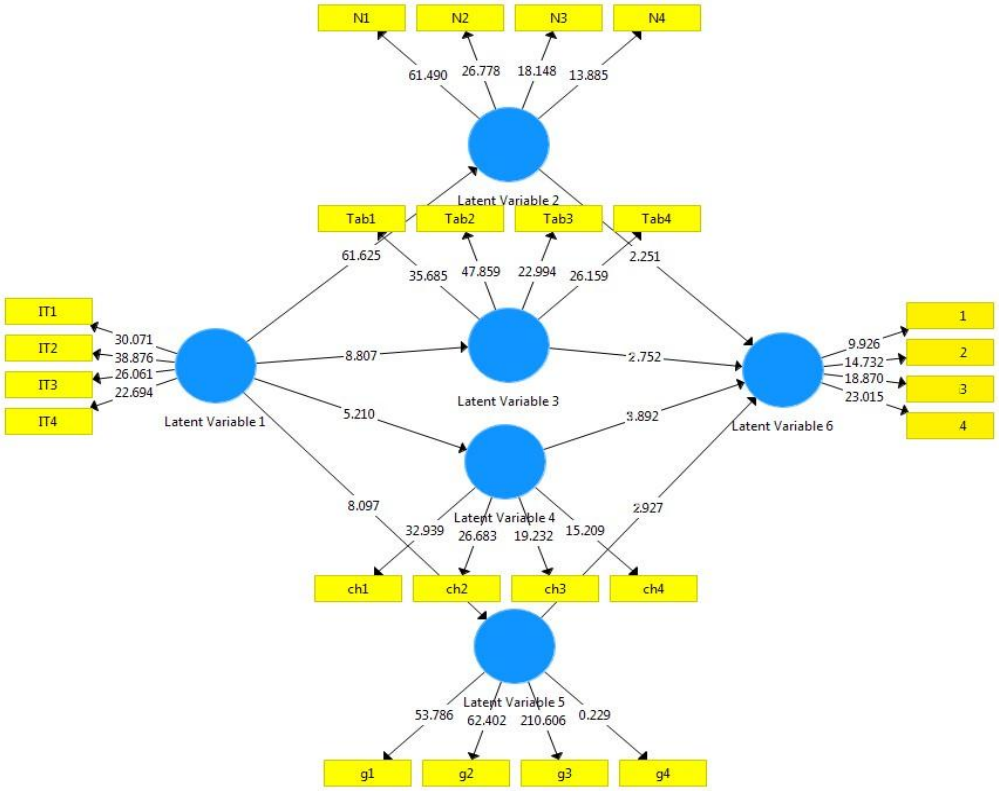
شکل ٤: ارزیابی اعتبار مدل تاثیر سرمایه اجتماعی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]



شکل ۵: ضرائب مسیر تاثیر سرمایه اجتماعی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله



شکل ٦: آماره t -val ue تاثیر سرمایه اجتماعی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

جدول ۳- ضریب مسیر و آماره t تاثیر سرمایه اجتماعی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله

از	به	ضریب مسیر	آماره T	نتیجه آزمون
سرمایه اجتماعی	ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی	۰/۹۱۹	٦٨/٢٠٩	تایید
سرمایه اجتماعی	مولفه های توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی	۰/٦٤٠	۹/۸۵۹	تایید
سرمایه اجتماعی	مولفه های بستر قانونی لازم	۰/٤٣٨	٤/٨١٢	تایید

مقدار ضریب مسیر بطور غیر مستقیم از ضرب دو اثر مستقیم تشکیل دهنده آن حاصل می شود. جدول (٤) ضرب ضریب مسیر دو مسیر تاثیر سرمایه اجتماعی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله را نشان می دهد.

جدول ٤- نتایج سناریوی دوم

مستقل	وابسته	ضریب مسیر	نتیجه آزمون
سرمایه اجتماعی	ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی	۰/۳۹٦	تایید
سرمایه اجتماعی	مولفه های توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی	۰/۲۰۲	تایید
سرمایه اجتماعی	مولفه های بستر قانونی لازم	۰/٤	تایید

نتایج آزمون سناریو دوم

با توجه به جدول (۳) به این نتیجه می رسیم که سرمایه اجتماعی بر رویکرد های عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله با اطمینان ۹۵٪ تاثیر مستقیم و معنی داری دارد، زیرا عدد آماره t متغیرها بیشتر از ۱/۹٦ است.

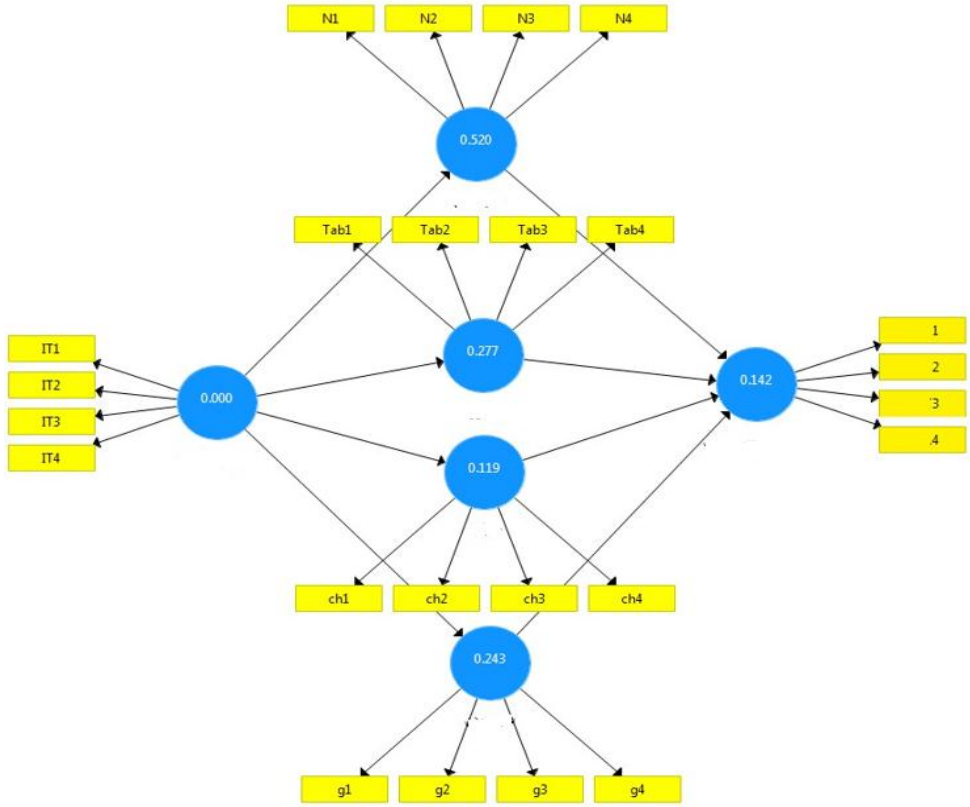
همچنین با توجه به شکل (۵) مربوط به ارزیابی اعتبار مدل، اعداد مربوط به متغیرهای نامشهود شاخص CV-Red هستند که باید بزرگتر از صفر باشند. اعداد مثبت نشانگر کیفیت مناسب مدل هستند. همانطور که مشاهده شده است همه اعداد مثبت هستند، بنابراین مدل از کیفیت مناسب برخوردار است.

سناریوی سوم

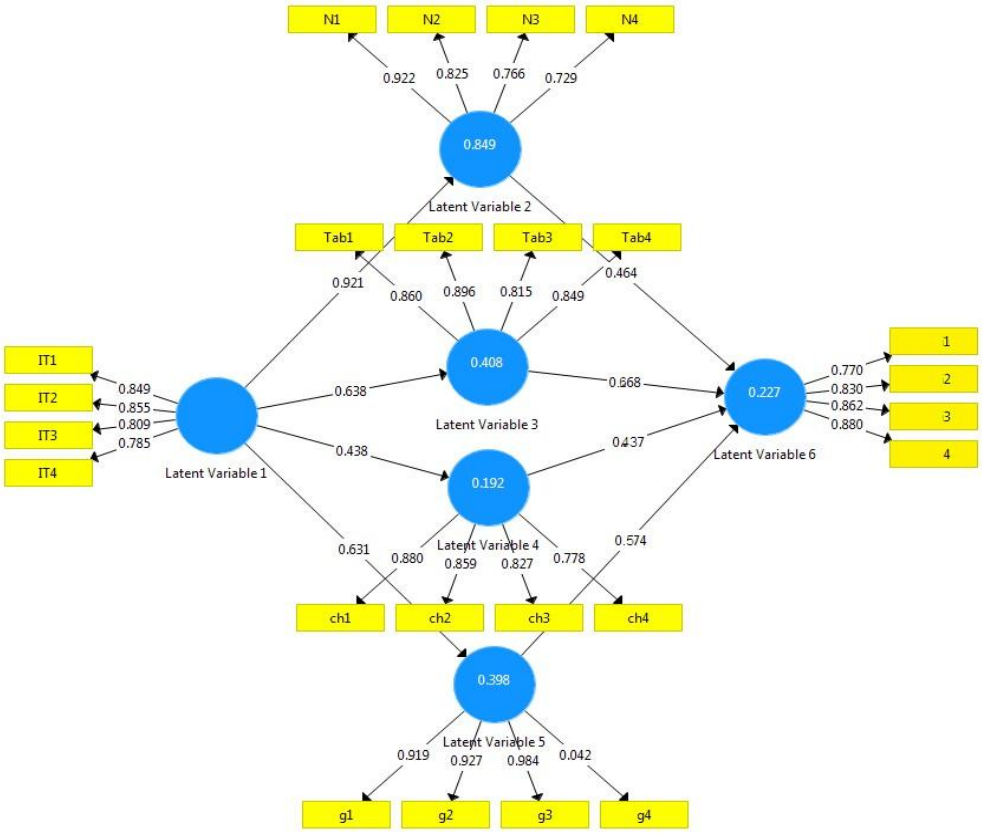
تأثیر مؤلفه عوامل توانایی نهادی (دولتی-عمومی) مداخله در بافت‌های اسکان غیررسمی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله معنادار است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]



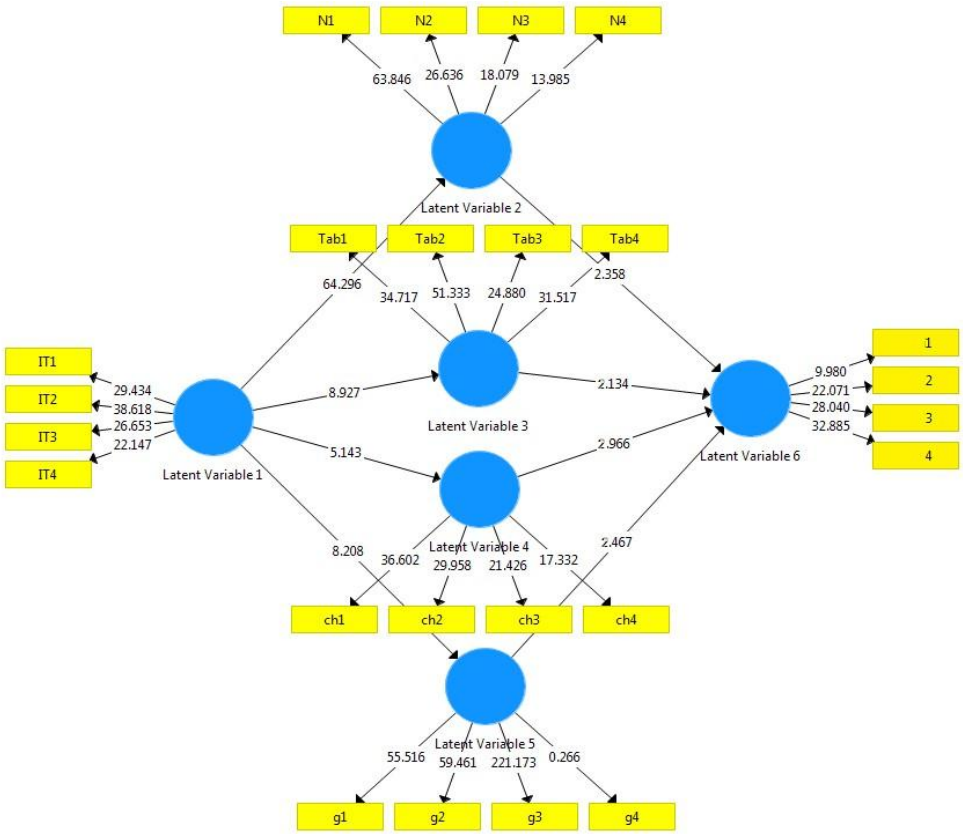
شکل ۷: ارزیابی اعتبار مدل تاثیر عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله



شکل ۸: ضرائب مسیر تاثیر عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]



شکل ۹: آماره t -val ue تاثیر عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی بر عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله

جدول ۵- ضریب مسیر و آماره t تاثیر عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله

از	به	ضریب مسیر	آماره T	نتیجه آزمون
عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی	عوامل اقتصادی	۰/۹۱۹	٦٨/٢٠٩	تایید
عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی	ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی	۰/٦٤٠	۹/۸۵۹	تایید
عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی	مولفه های بستر قانونی لازم	۰/٤٣٨	٤/٨١٢	تایید

مقدار ضریب مسیر بطور غیر مستقیم از ضرب دو اثر مستقیم تشکیل دهنده آن حاصل می شود. جداول (٤-٥) ضرب ضریب مسیر دو مسیر تاثیر عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله را نشان می دهد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

جدول ٦- نتایج سناریوی سوم

مستقل	وابسته	ضریب مسیر	نتیجه آزمون
عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی	سرمایه اجتماعی	۰/٤۲٦	تایید
عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی	ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی	۰/٤۲۸	تایید
عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی	مولفه های بستر قانونی لازم	۰/۱۹۱	تایید

نتایج سناریوی سوم

با توجه به جدول (۵) به این نتیجه می رسیم که عوامل توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی بر رویکرد های چهارگانه عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله با اطمینان ۹۵٪ تاثیر مستقیم و معنی داری دارد، زیرا عدد آماره t متغیرها بیشتر از ۱/۹٦ است

همچنین با توجه به شکل(۸) مربوط به ارزیابی اعتبار مدل، اعداد، مربوط به متغیرهای نامشهود شاخص CV-Red هستند که باید بزرگتر از صفر باشند. اعداد مثبت نشانگر کیفیت مناسب مدل هستند. همانطور که مشاهده شده است همه اعداد مثبت هستند، بنابراین مدل از کیفیت مناسب برخوردار است.

آزمون تعدیل گری رویکردهای عوامل ایجاد و الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله

در اینجا با استفاده از نرم افزار warp pls که از خانواده نرم افزارهای pls است به بررسی نقش تعدیل گری پرداخته شد. به دلیل آن که روش و نتایج حاصل از نرم افزار warp pls در بررسی روایی و پایایی و به طور کلی بررسی برازش مدل با نرم افزار smart pls یکی است، لذا تنها به بررسی نقش تعدیل گری پرداخته شده است. در نرم افزار Warp PLS بر خلاف Smart PLS ، برازش مدل را به طور کلی محاسبه کرده که با توجه به خروجی نرم افزار این مقدار برابر است با:

(GoF)=۰/٤۹۸, small >= ۰/۱, medium >= ۰/۲۵, large >= ۰/۳٦

با توجه به اینکه مقدار این شاخص ۰/٤۹۸ بدست آمده بنابراین مدل تحقیق حاضر از برازش مناسبی برخوردار است. همچنین جهت سنجش برازش مدل سه شاخص دیگر نیز مورد بررسی قرار گرفت: ضرائب متوسط مسیر (APC)، ضریب تعیین تعدیل شده (ARS) و متوسط عوامل تورم واریانس (AVIF). بر طبق فرضیات تناسب مدل ارائه شده توسط کوک (۲۰۱۹) که در قالب جدول شماره (۱۱) نمایش داده شده است، مدل مفهومی تحقیق حاضر از تناسب خوبی برخوردار است.

جدول ۹- شاخص های برازش مدل تعدیل گری

مقدار قابل قبول	مقدار بدست آمده
Good if p<0.05	APC = 0.149 , P=0.011
Good if p<0.05	ARS = 0.344, P < 0.001
Good if AVIF< 5 Ideally <= 3.3	AVIF = 2.291

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

نتیجه گیری

از نتایج برازندگی مدل و تعیین مولفه های ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی در حالت استاندارد، معنی داری و برآوردی است می توان نتیجه گرفت: مولفه های یکپارچگی، انعطاف پذیری، هم راستایی و مدیریت به خوبی تبیین کننده ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی در مدل الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله "مورد پژوهی محله شهید معقول شهر مشهد" می باشند. یافته های این قسمت با نتایج O'Connor & Collins (2020) و Park & Kim (2021) همراستا می باشد.

از نتایج برازندگی مدل و تعیین مولفه های متغیر سرمایه اجتماعی در حالت استاندارد، معنی داری است می توان نتیجه گرفت: مولفه های انعطاف در هزینه، انعطاف در اجرا، قابلیت انطباق و بازگشت(بهبود) تبیین کننده متغیر سرمایه اجتماعی در مدل الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله "مورد پژوهی محله شهید معقول شهر مشهد" می باشند. یافته های این قسمت با نتایج Nakamura & Shimizu (2023) و Georgiadou & Loggia (2021) همراستا می باشد.

از نتایج برازندگی مدل و تعیین مولفه های متغیر توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی مدل الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله "مورد پژوهی محله شهید معقول شهر مشهد" در حالت استاندارد، معنی داری و برآوردی است می توان نتیجه گرفت مولفه های برنامه ریزی، بهبود مستمر، ارتباط متقابل و منابع انسانی به خوبی تبیین کننده متغیر توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی در مدل الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله "مورد پژوهی محله شهید معقول شهر مشهد" می باشند. یافته های این قسمت با نتایج Berhanu et al (2022) و Membele et al (2022) همراستا می باشد.

از نتایج برازندگی مدل و تعیین مولفه های متغیر مولفه های بستر قانونی لازم در حالت استاندارد، معنی داری و برآوردی است می توان نتیجه گرفت: مولفه های میزان گستردگی، بهبود مستمر، ارتباط متقال و منابع انسانی تبیین کننده متغیر مولفه های بستر قانونی لازم در مدل الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله "مورد پژوهی محله شهید معقول شهر مشهد" می باشند. یافته های این قسمت با نتایج Li & Zhang (2021) و Georgiadou & Loggia (2017) همراستا می باشد.

این پژوهش، طی سه مرحله انجام شد به طوری که در مرحله اول از تکنیک FCM برای به دست آوردن ماتریس نهایی موفقیت استفاده شد و در مرحله دوم ماتریس نهایی موفقیت وارد نرم افزار FCMapper شده و با توجه به نتایج این نرم افزار به بررسی سه سناریو پرداخته شده و در مرحله نهایی با استفاده از نرم افزار متلب نمودار نقشه شناختی فازی رسم شده است.

نتایج حاصل از به کارگیری نرم افزار FCMapper در قسمت بررسی سناریوها نشان می دهد که:

✓ در سناریوی اول اگر شاخص سرمایه اجتماعی صفر شود، شاخص ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی و توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی در جهت مثبت و شاخص بستر قانونی لازم و ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی در جهت منفی به طور قابل توجهی تغییر می کنند. در واقع نتایج حاصل از این سناریو نشان می دهد که عدم کنترل پرورش افتخار سازمانی منجر به گزارش بیش از حد مشکلات و مسائل جدید برای انطباق با مشکلات پیچیده و جدید می شود و از طرفی منجر به کاهش بیش از حد شاخص بستر قانونی لازم و در

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

✓ نهایت باعث کاهش شاخص ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی در مقابل مشکلات منطقه مورد نظر می شود.

✓ در سناریوی دوم وقتی که شاخص توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی صفر می شود، شاخص سرمایه اجتماعی در جهت مثبت و سایر عوامل در جهت منفی به طور قابل توجهی تغییر می کنند. نتایج حاصل از این سناریو نشان می دهد عدم انطباق و شاخص توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی در مقابل مشکلات منطقه منجر به کاهش بیش از حد شاخص ظرفیت پذیرش ساکنان سکونتگاه های غیر رسمی و بستر قانونی لازم در مقابل مخرب های الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله "مورد پژوهی محله شهید معقول شهر مشهد" می شود.

✓ در سناریوی سوم شاخص انعطاف پذیری صفر می شود و شاخص سرمایه اجتماعی یک در نظر گرفته می شود.

✓ نتایج حاصل از سناریوی سوم نشان می دهد که با صفر شدن شاخص توانایی نهادی (دولتی- عمومی) مداخله در بافت های اسکان غیررسمی و ثابت ماندن شاخص سرمایه اجتماعی، سایر عوامل الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله "مورد پژوهی محله شهید معقول شهر مشهد" در جهت منفی به مقدار زیادی تغییر می کنند.

با توجه به نتایج حاصل از این سه سناریو، میزان با اهمیت بودن عامل اقتصادی و شدت تاثیرگذاری و تاثیرپذیری این عامل نسبت به سایر عوامل در مدل الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله "مورد پژوهی محله شهید معقول شهر مشهد" قابل مشاهده است.

در الگوریتم پیشنهادی می‌توان از مزایای زیر برای تحقیق نام برد:

این مدل دارای نظام بندی مناسب بوده و دارای مراحل مشخص وتعریف شده و ورودی‌های معلوم می‌باشد این مشخصه کارفرما، پیمانکاران و نهادهای زیربط را از حالت سردر گمی برای اجرای آن خارج کرده واین اطمینان را می‌دهد که خروجی مناسبی پس از اجرای کار وجود دارد.

مدل پیشنهادی منجر به رتبه بندی معنادار گزینه‌ها می‌شود لذا نهادهای زیربط این فرصت را می‌یابد تا با توجه به درجه اهمیت و اولویت بندی، گزینه‌های اولی‌تر را برای پروژه های اجرایی انتخاب نماید.

به منظور بهبود کاربرد الگوریتم پیشنهادی، رعایت موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

در مرحله تشکیل تیم تصمیم گیرنده باید کلیه افراد کلیدی و آشنا به عوامل اثرگذار بر مدل الگوی تاب آوری کالبدی سکونتگاه غیررسمی در برابر زلزله "مورد پژوهی محله شهید معقول شهر مشهد" شناسایی شده و به عنوان اعضای تیم تعالی (تصمیم‌گیری) در نظر گرفته شوند. طبیعی است که این افراد باید از قدرت تحلیل قابل قبولی برخوردار باشند. معمولاً مدیران ارشد وروسای بخش‌ها وسرپرستان کاندیدای اصلی این تیم خواهند بود. انتخاب افراد غیر کلیدی موجب خواهد شد تا این الگوریتم از ابتدا به صورت غلط اجرا گردد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

References

-Arefi, M. (2018). Informal settlements and urban management in Iran. In Learning from informal settlements in Iran (pp. 23–37). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69799-9_2
-Asghari Zamani, A., & Zadvali Khajeh, S. (2022). Model of empowerment of informal settlements based on the approach of participation and facilitation: Case study, Tabriz metropolis. Geographical Planning of Space, 12(1), 135–150. https://doi.org/10.30488/gps.2020.207771.3133
- Berhanu, G., Woldemikael, S. M., & Beyene, E. G. (2022). The interrelationships of sustainable livelihood capital assets deprivations and asset-based social policy interventions: The case of Addis Ababa informal settlement areas, Ethiopia. Research in Globalization, 4, 100081. https://doi.org/10.1016/j.resglo.2022.100081
- Charlton, S., & Klug, N. (2017). Pressures on practice: How ‘RDP housing’ and other factors have shaped informal settlement upgrading in eThekwini municipality. In Upgrading informal settlements in South Africa: Pursuing a partnership-based approach (p. 56). UCT Press. ISBN: 9781775820833
- Georgiadou, M. C., & Loggia, C. (2017). Project management and skills enhancement in informal settlements upgrading in Durban, South Africa. AMPS Proceedings Series, 10, 596–603. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:73631141

- Hernandez, J., & Martin, A. (2024). Urban resilience in the context of informal settlements and earthquake vulnerability. Urban Studies, 61 (6), 1120–1137. https://doi.org/10.1177/00420980211000000
- Jones, P. (2017). Formalizing the informal: Understanding the position of informal settlements and slums in sustainable urbanization policies and strategies in Bandung, Indonesia. Sustainability, 9 (8), 1436. https://doi.org/10.3390/su9081436
- Khan, N., & Ahmad, S. (2020). Evaluating earthquake resilience in informal settlements: A review of assessment tools. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 49 (10), 1582–1600. https://doi.org/10.1002/eqe.3282
- Li, T., & Zhang, Y. (2021). Spatial analysis of earthquake vulnerability in informal urban areas. Journal of Geographical Systems, 23 (3), 417–433. https://doi.org/10.1007/s10109-020-00340-4
- Miller, L., & Murphy, T. (2022). Strategies for enhancing seismic resilience in informal settlements. -International Journal of Urban and Regional Research, 46 (2), 271–288. https://doi.org/10.1111/1468-2427.13025

- Membele, G. M., Naidu, M., & Mutanga, O. (2022). Using local and indigenous knowledge in selecting indicators for mapping flood vulnerability in informal settlement contexts. International Journal of Disaster Risk Reduction, 71, 102836. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.102836
- Nakamura, T., & Shimizu, Y. (2023). Comparative analysis of earthquake risk reduction strategies in informal urban settlements. International Journal of Disaster Risk Reduction, 85, 103456. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103456

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

- O’Connor, R., & Collins, B. (2020). Design and policy innovations for improving seismic resilience in informal settlements. Journal of Infrastructure Systems, 26 (4), 04020043. [https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000564](https://doi.org/10.1061/%28ASCE%29IS.1943-555X.0000564)
- Park, C., & Kim, S. (2021). Seismic vulnerability and resilience of informal settlements: Insights from recent earthquake events. Natural Hazards, 107 (2), 1347–1363. https://doi.org/10.1007/s11069-021-04611-3
- Qiao, L., & Li, X. (2022). Community-based approaches to enhancing earthquake resilience in informal settlements. Journal of Environmental Management, 299, 113446. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113446
- Sargolzaee Javan, T., & Hadyani, Z. (2017). Investigating the feasibility of empowering the informal settlements quarters by increasing the social capital (Case study: Shir-Abad Quarter of Zahedan). Social Welfare Quarterly, 16 (63), 185–214.
- Shayan, S., Zare, G., & Haqpanah, Y. (2013). Seismicity of Iran and school resilience. Journal of Geography Education Development, 3,* 19–25. https://lib.isfahan.ir/dL/search/default.aspx?Term=29969&Field=0&DTC=113
- Smith, H., Coupé, F., Garcia-Ferrari, S., Rivera, H., & Castro Mera, W. E. (2020). Toward negotiated mitigation of landslide risks in informal settlements: Reflections from a pilot experience in Medellín, Colombia. Ecology and Society, 25 (1), 19. https://doi.org/10.5751/ES-11337-250119

- Zare, K., & Mohammadi, A. (2023). Analysis and evaluation of structural resilience of informal settlements against earthquakes. Urban Planning and Management Journal, 22 (2), 95–112

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

A Structural Equation Modeling Approach to the Physical Resilience Pattern of Informal Settlements against Earthquakes: A Case Study of Shahid Ma'ghoul Neighborhood in Mashhad

Mahdi Taleb-Elm – Ph.D. Candidate,
Department of Urban Planning, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Iran
Seyed Moslem Seyed-al-Hossein*[5]
Department of Urban Planning, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Iran
* Amid-ol-Eslam Seqat-ol-Eslami
Department of Urban Planning, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Iran
Maryam Daneshvar
Department of Urban Planning, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Iran

Abstract
With the expansion of urbanization and the increase in the number of large cities, especially in developing countries such as Iran, the concentration of population and the increase of environmental and economic burdens have led to the acceptance of diverse roles and functions for cities. The threat of earthquake as one of the main problems of cities in these countries, especially in urban areas, is facing an increasing trend. In recent years, the approach of resilience instead of vulnerability has become more important. The purpose of resilience is to reduce the vulnerability of communities and strengthen their abilities to deal with risks caused by natural disasters. Analyzing the relationship between resilience and reducing the effects of earthquakes is very important, and its main emphasis is on strengthening resilience. This research aims to analyze the factors affecting the resilience of informal settlements against natural hazards such as earthquakes in the neighborhood of Shaheed Bosh, and focuses on reducing long-term vulnerability and its relationship with development. The infrastructural and physical dimensions of resilience are examined in this research and solutions are provided to achieve its goals. For data analysis, Smart_PLS software was used to evaluate and model structural equations. The results show that as the institutional capacity decreases, the physical resilience indices change significantly.
Key words: informal settlement, physical resilience, vulnerability, urbanization

Introduction
Unplanned and irregular physical expansion of cities is one of the major challenges of urbanization in the Third World in contemporary times. Over a continuous process, the physical boundaries and built-up spaces of a city expand both vertically and horizontally in terms of quantity and quality, and if this growth is rapid and unplanned, it leads to a disproportionate combination of problematic urban spaces (Charlton & Klug, 2017).(
Cities, as the most concentrated human settlements, gain special importance because, due to the high volume of investment and the concentration of numerous economic and social facilities, they incur greater losses when faced with earthquakes.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

One of the marginalized settlements in Mashhad is Shahid Ma'ghoul in District 6. Covering an area of 64.2 hectares, this neighborhood is home to a large number of residents and suffers from inadequate urban services and low quality of life, making it one of the most challenging neighborhoods in terms of urban resilience. Therefore, the necessity and importance of studying the resilience of informal settlements against natural hazards, particularly earthquakes, becomes increasingly evident.

Materials and Methods

This research is applied in nature and follows a descriptive-analytical approach, employing Structural Equation Modeling (SEM). The statistical population includes the residents and experts related to Shahid Ma'ghoul neighborhood in Mashhad. Data were collected through both library studies and fieldwork (questionnaires). Smart-PLS software was used to analyze the data and test the research hypotheses. This software was chosen due to its capability to model complex relationships between latent and observed variables. The analysis procedure included evaluating the measurement model (reliability and validity assessment) and the structural model (scenario testing).In this study, Structural Equation Modeling (SEM) was employed using Smart-PLS. For data analysis, the bootstrapping algorithm was applied to examine the significance of path coefficients (t-value) and model fit. Evaluation criteria included outer loadings to assess the quality of indicators, outer weights to determine the contribution of each variable, and the CV-Red index to measure overall model quality (Arefi, 2018). The data were also managed and analyzed using SPSS and Microsoft Office. After determining the quantitative pattern of physical resilience of the informal settlement against earthquakes, appropriate statistical tests were applied based on the type and nature of the data. Accordingly, management interventions carried out over the years can be effectively compared.

Discussion and results

In this section, the T-statistic was calculated using the bootstrapping algorithm. If the T-statistic exceeds 1.96, it indicates the validity of the relationship between constructs and, consequently, confirms the research scenarios at a 95% confidence level (the significance thresholds at 99% and 99.9% confidence levels are 2.58 and 3.27, respectively.
Path Coefficients To calculate the path coefficients between constructs, the PLS algorithm is used. Standardized coefficients between independent and dependent variables indicate the percentage of variance in the dependent variable explained by the independent variable. Path coefficients above 0.6 indicate a strong relationship between the two variables; coefficients between 0.3 and 0.6 indicate a moderate relationship, and coefficients below 0.3 indicate a weak relationship.
To analyze the factors affecting the resilience of informal settlements against earthquake-induced hazards, three research scenarios were proposed.

Conclusion

Based on the model fit results and the evaluation of the standardized components of the social capital variable, it can be concluded that the components of cost flexibility, implementation flexibility, adaptability, and recovery (resilience) explain the social capital variable in the physical

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]

resilience pattern model of informal settlements against earthquakes: a case study of Shahid Ma’ghoul neighborhood in Mashhad Similarly, based on the model fit results and the evaluation of the standardized components of the necessary legal infrastructure variable, it can be concluded that the components of extent, continuous improvement, effective communication, and human resources explain the necessary legal infrastructure variable in the physical resilience pattern model of informal settlements against earthquakes: a case study of Shahid Ma’ghoul neighborhood in Mashhad. This research was conducted in three stages. In the first stage, the FCM technique was used to obtain the final success matrix. In the second stage, the final success matrix was imported into FCMapper software, and based on its results, three scenarios were analyzed. In the final stage, the fuzzy cognitive map diagram was drawn using MATLAB software.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.83252/geospa.2025.2.4163]