Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر

فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

دوره بیست و ششم، شماره‌ی ۹۳

بهار ۱۴۰۵، صفحات ۴۸-۲۶

مهیار امین فرقانی[۱]
سهیل دادخواه*[۲]
محسن دادرس[۳]

تدوین مدلی برای شناسایی و ساختاردهی پروژه‌های ساختمانی بر اساس رویکرد توسعه پایداربا توجه به ویژگی های جغرافیایی جزیره قشم

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۰۵ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۱**

چکیده

این پژوهش مدلی برای شناسایی و ساختاردهی پروژه‌های ساختمانی با رویکرد توسعه پایدار ارائه می‌دهد و بر جزیره قشم در ایران متمرکز است. تحقیق حاضر با تلفیق نظرات خبرگان، مدل‌سازیANFIS ، روش‌های ANP و TOPSIS به ارزیابی راهبردهای ارتقای پایداری در زنجیره تأمین پروژه‌های ساختمانی می‌پردازد. راهبردهای کلیدی شناسایی‌شده عبارت‌اند از: مدیریت تأمین مواد، مدیریت تأمین نیروی کار و ایمنی، مدیریت طراحی و مهندسی، و مدیریت ساخت و تولید. مدل ارائه‌شده بر همسوسازی اهداف پروژه با معیارهای پایداری محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی تأکید دارد تا ضمن کاهش آثار نامطلوب زیستمحیطی، مشارکتی مثبت در جامعه محلی ایفا کند. مدل بومی‌سازی‌شده، شرایط خاص جغرافیایی، آب‌وهوایی و اقتصادی-اجتماعی جزیره قشم را در نظر گرفته و محرک‌ها و ریسک‌های ویژه منطقه را یکپارچه می‌سازد. یافته‌ها بر اهمیت مشارکت ذینفعان و نوآوری‌های فناورانه تأکید کرده و توصیه‌های عملی برای بهبود شیوه‌های مدیریت ساخت و ترویج توسعه شهری پایدار ارائه می‌دهد.

واژگان کلیدی: زنجیره تأمین، زنجیره تأمین پایدار، توسعه پایدار، عملکرد پایداری، مدیریت ساخت.

[1] گروه مهندسی عمران ، واحد قشم ، دانشگاه آزاد اسلامی، قشم ، ایران
[2] گروه مدیریت ، دانشگاه علم و فرهنگ، تهران ، ایران
[3] گروه مهندسی عمران ، واحد بندرعباس ، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس ، ایران

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

مقدمه

امروزه سازمان‌های تجاری با محیطی پیچیده‌تر و رقابتی‌تر نسبت به گذشته مواجه هستند. موفقیت در کسب‌وکار دیگر تنها به تحلیل‌های درونی شرکت‌های منفرد وابسته نیست، بلکه به زنجیره‌های تأمین و تحویل سازمان‌ها نیز گسترش یافته است. مدیریت همکاری چندجانبه در زنجیره تأمین، به دلیل حضور شرکای متعدد با منافع و اهداف متنوع، کاری بسیار چالش‌برانگیز است. اعضای سازمان‌ها در زنجیره تأمین باید با شرکای تجاری خود همکاری کنند تا خواسته‌های مشتریان را برآورده سازند و سود را به حداکثر برسانند. در میان اعضای زنجیره تأمین هیچ قدرت مطلقی وجود ندارد؛ همکاری از طریق مذاکره و نه کنترل و مدیریت متمرکز صورت می‌پذیرد. وابستگی متقابل فرآیندهای چندمرحله‌ای، مستلزم همکاری سریع در تصمیم‌گیری در وظایف، حوزه‌های عملکردی و مرزهای سازمانی مختلف برای مواجهه با عدم قطعیت‌ها و مشکلات است (Tootian et al., 2022).

در سال‌های اخیر، پایداری به عنوان یک موضوع حیاتی برای سازمان‌هایی که برای کسب مزیت رقابتی در محیط جهانی در حال تغییر تلاش می‌کنند، ظهور کرده است. مفهوم پایداری در سراسر ساختارهای اجتماعی، از جمله دولت‌ها، دانشگاه‌ها، مؤسسات آموزشی، سازمان‌ها، تعاونی‌ها، زنجیره‌های تأمین و نهادهای محلی نهادینه شده است. پایداری به عنوان فرآیند رشد و توسعه‌ای تعریف می‌شود که نیازهای حال حاضر را بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای برآوردن نیازهای خود، تأمین می‌کند. به نظر بسیاری از صاحب‌نظران، پایداری از مفاهیم فناورانه فراتر رفته و به سمت سیاست‌های پایدار محیط زیستی مبتنی بر مفاهیم کسب‌وکار خاص حرکت می‌کند (Ogunmakinde et al., 2022). سازمان‌ها پایداری را به عنوان روندی شتابنده در نظر می‌گیرند که باید با سایر فعالیت‌های سازمانی مانند بهبود مستمر و فناوری اطلاعات همسو شود. از زمان انتشار گزارش برانتلند توسط کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه، پایداری به مفهومی جهانی، سیاسی و دارای اهمیت تجاری تبدیل شده است (Brinkmann و Brinkmann، 2020).

رشد فزاینده جمعیت و در نتیجه افزایش شهرنشینی، منجر به جهش در تعداد پروژه‌های ساختمانی در مناطق کلان‌شهری شده است. اجرا و مدیریت پروژه‌های مختلف، به ویژه پروژه‌های ساختمانی، با ابهامات و ناشناخته‌های فراوانی همراه است. با توجه به ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر پروژه و شرایط حاکم بر شهرداری‌ها، ریسک‌های پروژه تأثیر قابل‌توجهی بر اهداف آن دارند (Nadali et al., 2021). مدیریت پروژه‌های ساختمانی با عدم قطعیت‌های زیادی همراه است که می‌تواند به نتایجی بهتر یا بدتر از حد انتظار منجر شود. پروژه‌های ساختمانی که با تعاملات پیچیده میان ذینفعان متنوع و فعالیت‌های درون و برون پروژه شناخته می‌شوند، از پیچیدگی، چالش‌ها و عدم قطعیت بالایی برخوردارند (Lima et al., 2021). بنابراین، برای دستیابی به اهداف کمی و کیفی این پروژه‌ها، با در نظر گرفتن فعالیت‌ها و ارتباطات پیچیده، عدم قطعیت‌های متعدد و پتانسیل ریسک بالا، ایجاد سیستمی برای شناسایی منابع ریسک، نظارت و کنترل آن‌ها ضروری است.

از سوی دیگر، پایداری مستلزم مفهومی قابل درک و عملی است. پژوهشگران حوزه پایداری سه دسته هدف را دنبال می‌کنند: اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی. پایداری زمانی محقق می‌شود که فرآیندها، محصولات و خدمات سازمانی به گونه‌ای همسو شوند که نیازهای جامعه‌ای، اقتصادی و محیط زیستی را برآورده سازند. در پاسخ به فرصت‌های تجاری محیط زیستی، سازمان‌ها باید تلاش کنند تا نیازها و محرک‌های محیط زیستی را با دیدگاه‌های ذینفعان، زنجیره‌های تأمین و سایر سازمان‌ها هماهنگ کنند. علاوه بر این، برای افزایش سودآوری اقتصادی، سازمان‌ها باید روابط مناسب با محیط زیست و جوامع محلی را تقویت کنند (Nusraningrum et al., 2021). در نتیجه، سازمان‌ها باید ارتباطی بین فعالیت‌های عملیاتی داخلی و تأمین‌کنندگان برقرار کنند تا زنجیره تأمین را در دستیابی به استانداردهای محیط زیستی یاری رسانده و ایمنی مشتری را تضمین کنند؛ بدین ترتیب انتظارات جامعه به‌طور بهینه برآورده می‌شود. هرگونه عدم رعایت استانداردهای محیط زیستی توسط تأمین‌کنندگان، تأثیری منفی بر شرکت و بسیاری از سازمان‌های وابسته خواهد گذاشت.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

روندهای توسعه در جزیره قشم، فعالیت‌های ساختمانی اعم از عمدی و غیرعمدی را طلب می‌کند که باید در چارچوب مدیریت زنجیره تأمین پایدار مبتنی بر ملاحظات محیط زیستی محقق شوند. برخی از سازندگان در قشم نسبت به رعایت مقررات ملی ساختمان سهل‌انگاری یا بی‌توجهی نشان می‌دهند که منجر به بروز مشکلات و مخاطراتی برای ساکنان می‌شود. تسریع فعالیت‌های ساخت‌وساز، حل مسائل و تسریع در فعال‌سازی پروژه‌ها برای بهبود خدمات و ارتقای کیفیت زندگی ساکنان و گردشگران در قشم حیاتی است. عواملی چون آب‌وهوای نامساعد و شرایط کارفرمایان و پیمانکاران، از دلایل اصلی تأخیر در پروژه‌های این منطقه محسوب می‌شوند که لزوم اصلاح ساختارها و نگرش‌های مدیریت شهری را برای برنامه‌ریزی شهری بهتر در مسیر توسعه پایدار شهر ایجاب می‌کند. بنابراین، تجزیه و تحلیل زنجیره تأمین برای به حداقل رساندن مشکلات ناشی از شرایط مختلف - از جمله عوامل محیطی و اقلیمی مانند خوردگی و دوام کم مصالح ساختمانی، ساختمان‌ها و زیرساخت‌های فنی در قشم - امری حیاتی است. به عنوان مثال، به کارگیری فناوری‌های نوین ساخت، مصالح ساختمانی دارای گواهی از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، نظارت مستمر بر پروژه‌های ساختمانی و زیرساخت فنی برتر تحت نظارت و کنترل سخت‌گیرانه همان مرکز تحقیقات از طریق قراردادهای مستقل با سازمان منطقه آزاد قشم، از راهکارهای مؤثر برای ارتقای مدیریت زنجیره تأمین هستند که نیازمند توجه هستند.

با توجه به استقرار منطقه آزاد تجاری، جمعیت قشم به طور قابل توجهی افزایش یافته که لزوم تمرکز بر زنجیره تأمین آن را برای بهبود کیفیت زندگی و ارائه خدمات در آینده پررنگ می‌سازد. با در نظر گرفتن محدودیت‌های فضایی-طبیعی و فضایی-انسانی قشم، مسائل زنجیره تأمین مرتبط با پروژه‌های ساختمانی برای ارائه‌دهندگان و دریافتندگان خدمات مبهم باقی مانده است. پروژه‌های ساختمانی در این شهر، همراه با مفاهیم و ابعاد آن در سراسر زنجیره تأمین، بر آماده‌سازی پروژه‌های مسکونی و تجاری متمرکز هستند که دامنه عملکردی این مطالعه را تشکیل می‌دهند. به عبارت دیگر، فعالیت‌ها و پروژه‌های ساخت و ساز در یک زنجیره تأمین نامناسب که شرایط محیطی را نادیده می‌گیرد، می‌تواند آسیب‌های جدی به شهر وارد کند. از این رو، تعیین ساختار زنجیره تأمین و عوامل مؤثر بر فرآیندهای زنجیره تأمین پایدار در قشم یک دغدغه اساسی است. مسئله محوری در این تحقیق، شناسایی مدلی منسجم و یکپارچه بر اساس ابعاد زنجیره تأمین است. این امر شامل شناسایی مکانیسم‌های ابعاد زنجیره تأمین، روابط متقابل آن‌ها، تخصیص وزن اهمیت به هر بعد در یک ساختار شبکه‌ای و شناسایی ریسک‌های مرتبط با هر بعد زنجیره تأمین در پروژه‌های ساختمانی قشم می‌باشد.

در حال حاضر، بخش قابل توجهی از سرمایه‌های ملی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، به پروژه‌های عمرانی و زیرساختی اختصاص می‌یابد. موفقیت این پروژه‌ها محرک اصلی رشد و توسعه اقتصادی است. تأخیرها و عدم پیشرفت در پروژه‌های عمرانی شهری که مدیریت پایدار شهری را مختل می‌کنند، نشان‌دهنده موانع و مشکلات ریشه‌ای در اجرای برنامه‌های ارزشمند شهری بوده و بازسازی و توسعه شهری را به طور جدی تهدید می‌کنند. این پدیده غالباً به عنوان «بحران پروژه‌های عمرانی» شناخته می‌شود (Hussein et al., 2021). یکی از اهداف اصلی صنعتی‌سازی عملیات ساخت‌وساز، افزایش سرعت، بهبود کیفیت ساخت و دستیابی به مدیریت مالی دقیق است. در ایران، به دلیل مدیریت مالی ناکافی در پروژه‌های ساختمانی، شرکت‌ها اغلب در حین اجرای پروژه از روش‌های برآورد هزینه استفاده می‌کنند که از استحکام علمی برخوردار نبوده و منجر به هزینه‌های نادیده گرفته شده یا محاسبه نشده می‌گردد. بنابراین، برآورد دقیق هزینه، بررسی کامل منابع مالی، برنامه‌ریزی مالی مناسب و کنترل پروژه، از مؤثرترین رویکردها برای پیشبرد صنعتی‌سازی در بخش ساخت‌وساز و تضمین تکمیل و تحویل به موقع پروژه‌ها محسوب می‌شود (Alam Tabriz et al., 2011). بنابراین، ضروری است که مدلی برای شناسایی و ساختاردهی زنجیره تأمین پروژه‌های ساختمانی بر اساس رویکرد توسعه پایدار تدوین شود که ابعاد چندگانه‌ای همچون زمان، هزینه و کیفیت در پروژه‌های عمرانی را در نظر گیرد. این مدل باید بتواند توصیه‌های عملی برای بهبود روش‌های مدیریت ساخت ارائه دهد. در صورت تمایل، می‌توانم در قالب‌بندی این متن بر اساس دستورالعمل‌های ژورنال خاص یا در نگارش بخش‌هایی مانند چکیده، روش‌شناسی یا نتیجه‌گیری نیز به شما کمک کنم.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

به طور کلی، این پژوهش یک مدل مفهومی توسعه می‌دهد تا بررسی کند چگونه سازمان‌های درون یک زنجیره تأمین که وابستگی متقابل دارند، می‌توانند به هر سه بُعد پایداری اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی دست یابند. علاوه بر این، این مطالعه علاوه بر این موضوع، به پرسش‌های زیر نیز خواهد پرداخت:

- فشارهای محیط‌زیستی و فرهنگ ایجادشده توسط مدیران ارشد درون یک سازمان چگونه می‌توانند بر جهت‌گیری استراتژیک به سوی پایداری تأثیر بگذارند؟
- جهت‌گیری استراتژیک به سوی پایداری چه تأثیری بر مؤلفه‌های مدیریت زنجیره تأمین درون یک سازمان دارد؟
- آیا مؤلفه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار تأثیر مثبتی بر عملکرد پایداری زنجیره تأمین از ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی آن دارند؟
- سطح ریسک مرتبط با مؤلفه‌های تعریف‌شده در مدل زنجیره تأمین پایدار چیست؟

این مطالعه در پی آن است تا بررسی کند سازمان‌ها چگونه می‌توانند به‌طور مؤثر پایداری را در استراتژی‌های زنجیره تأمین خود ادغام کنند، و در عین حال اهمیت و ریسک مؤلفه‌های درون مدل پیشنهادی را ارزیابی نمایند.

۱. مرور ادبیات

زنجیره تأمین به شبکه‌ای از فرآیندها اشاره دارد که هدف نهایی آن ارائه کالاها و خدمات به مشتریان است. این شبکه شامل تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان، عمده‌فروشان و خرده‌فروشانی است که به صورت منسجم همکاری می‌کنند تا نیازهای مشتری را برآورده سازند (Zakarian, 2023). زنجیره‌های تأمین، شبکه‌هایی از مؤسسات هستند که از منابع و قابلیت‌های خود برای ارائه ارزش به مشتریان نهایی استفاده می‌کنند (Brusset and Teller, 2017). زنجیره تأمین ساخت‌وساز، فعالیت‌های مرتبط با خدمات ساخت و پس از ساخت ساختمان‌ها را در بر می‌گیرد که شامل طراحی، ساخت، تأمین مواد و تجهیزات، و نگهداری ساختمان می‌شود (Hugos, 2024). این زنجیره معمولاً شامل متخصصان مختلفی مانند مهندسان عمران، معماران و مدیران ساخت، پیمانکاران، تولیدکنندگان مصالح ساختمانی، تأمین‌کنندگان تجهیزات و شرکت‌های خدماتی است. به عنوان یکی از بزرگترین صنایع جهانی، زنجیره تأمین ساخت‌وساز نقش مهمی در اقتصاد جهانی ایفا می‌کند و مستقیماً با صنایعی مانند فولاد، سیمان و مواد شیمیایی در ارتباط است (Hussein et al., 2021).

تقاضای مشتریان، چرخه عمر کوتاه محصولات، افزایش رقابت و جهانی‌سازی از جمله پدیده‌هایی هستند که تغییرات سریع در محیط کسب‌وکار را پیش می‌برند. مشتریان به طور مستمر به دنبال ارزش بالاتر از نظر مکان، زمان، فرم و کاربرد دارایی هستند که سازمان‌ها را وادار می‌سازد تا برای حفظ رقابت‌پذیری خود سازگار شوند. فشارهای محیطی در سال‌های اخیر، مدیریت زنجیره تأمین را به عاملی حیاتی برای موفقیت در بازارهای رقابتی تبدیل کرده و به عنوان یک مزیت رقابتی برای شرکت‌ها عمل می‌کند. زنجیره‌های تأمین، شبکه‌هایی از مؤسسات هستند که از منابع خود برای خلق ارزش برای مشتریان نهایی استفاده می‌کنند (Altekar, 2023). مدیریت زنجیره تأمین با اهدافی مانند بهبود رضایت مشتری، بهینه‌سازی مدیریت موجودی و افزایش سودآوری، در پی کاهش ریسک‌ها در زنجیره تأمین است (Kadkhodazadeh and Marvati Sharif Abadi, 2013).

در عصر حاضر، شرکت‌ها باید بر شایستگی‌های اصلی و منابع خود متمرکز شوند تا مزیت رقابتی کسب کرده و موقعیت بازار خود را ارتقا بخشند. در این راستا، مدیریت زنجیره تأمین به عنوان ابزاری قدرتمند برای تقویت رشد شرکت و ایجاد مزیت‌های رقابتی در نظر گرفته می‌شود. عملیات زنجیره تأمین نقشی حیاتی در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی ایفا می‌کند و تأثیر بسزایی بر سودآوری و موفقیت عملیاتی دارد (Shahraki and Nikzadi Panah, 2023).

تضمین توسعه پایدار در هر کشوری به حفظ و بهینه‌سازی استفاده از منابع محدود و غیرقابل جایگزین وابسته است. مدیریت زنجیره تأمین، شاخه‌ای کلیدی از مدیریت پروژه است که بر یافتن راه‌هایی برای کاهش چرخه‌های تولید و بهبود ارائه خدمات، همراه با ارتقای کیفیت و برآوردن استانداردهای مطلوب متمرکز است. این حوزه شامل فرآیند برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل عملیات

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

مرتبط با پروژه به کارآمدترین شکل ممکن است که هدف آن بهبود کیفیت محصول ضمن کاهش زمان و هزینه‌های تولید است (Fernie, 2023). این رشته به طور جدایی‌ناپذیری با زندگی انسان‌ها، به ویژه در شرکت‌های تولیدی، ساختمانی و سازمان‌ها گره خورده و به کاهش هزینه‌ها، رضایت مشتریان، برنامه‌ریزی مؤثر، حفظ رقابت‌پذیری و دستیابی به پیشرفت سازمانی کمک می‌کند (Salehpoush Dehghi M, Rowshanadnia, 2022). مدیریت زنجیره تأمین پایدار به طور مداوم در گزارش‌های آینده مدیریت زنجیره تأمین در سراسر جهان به عنوان حوزه‌ای کلیدی از تمرکز آکادمیک، پژوهشی و عملی برجسته شده است (Shahi Beik, 2021).

زنجیره تأمین ساخت‌وساز شامل فرآیندهای زیر است (Dainty et al., 2001):

- تأمین مواد اولیه، شامل مصالح ساختمانی مانند بتن، آجر، شیشه و فولاد.
- طراحی و مهندسی، شامل طراحی ساختمان، محاسبات سازه‌ای و تهیه نقشه‌های سازه‌ای، مکانیکی و الکتریکی.
- تولید و ساخت، شامل فرآیندهایی مانند تولید قطعات سازه‌ای، مونتاژ و نصب سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی.
- پیمانکاری ساخت، شامل مدیریت قرارداد، مدیریت پروژه و کنترل کیفیت در حین ساخت.
- تجارت، شامل داد و ستد محصولات ساختمانی و واردات/صادرات مصالح ساختمانی.

مدیریت زنجیره تأمین، یک رویکرد یکپارچه برای کنترل جریان مواد و اطلاعات از تأمین‌کنندگان تا مشتریان است. نقش آن مدیریت و هماهنگی جریان‌های مختلف داخلی درون زنجیره است. در بسیاری از بازارها، تغییر و اختلال به بخش ذاتی کسب‌وکار تبدیل شده است (Khodamati and Moghaddamnia, 2023). بنابراین، مدیران زنجیره تأمین باید عدم قطعیت را بپذیرند و در عین حال استراتژی‌هایی را بر اساس پنج فرآیند ذکرشده توسعه دهند تا عرضه و تقاضا را در سطح هزینه‌های قابل قبول متعادل سازند.

این مرور، مطالعات کلیدی در حوزه ایمنی، مدیریت ریسک و بهینه‌سازی زنجیره تأمین در پروژه‌های ساختمانی را ترکیب می‌کند. Sounuga et al. (2002) مسائل مالی، پرداخت‌های معوق، تغییرات طراحی و روش‌های منسوخ را به عنوان دلایل اصلی کاهش ایمنی شناسایی کردند. Frimpong et al. (2003) بر تسلط عوامل انسانی بر عوامل بیرونی در ریسک‌های ایمنی تأکید کردند. زیسکو (۲۰۰۸) یک مدل یکپارچه را معرفی کرد که عوامل ساختاری، اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی را برای ارزیابی عملکرد ساختمان‌های بلندمرتبه تحلیل می‌کند. Zisko (2008) یک مدل ریاضی برای همسوسازی استراتژی‌های واکنش به ریسک با ویژگی‌های پروژه و به حداقل‌رسانی هزینه‌ها توسعه دادند.

Shiliang et al. (2012) با تأکید بر شیوع حوادث مرتبط با سقوط، سیستم ترکیبی «انسان-ماشین-محیط-مدیریت» را پیشنهاد کردند. Fang et al. (2013) با به‌کارگیری ماتریس ساختار طراحی، مدلی پیشرفته برای انتخاب استراتژی‌های واکنش به ریسک مبتنی بر ورودی‌های بودجه و هزینه ارائه نمودند. Perlman et al. (2014) مسائل سازمانی، تجهیزاتی و آموزشی را به‌عنوان نگرانی‌های اصلی ایمنی شناسایی کردند. Torp et al. (2016) و Chen and Tang (2019) بر مدیریت هزینه در مراحل طراحی متمرکز شده و بر تحلیل هزینه چرخه عمر تأکید کردند.

Mossalam and Arafa (2017) از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پایش قابل اعتماد پروژه استفاده کردند. Adem et al. (2018) با ترکیب تحلیل SWOT و منطق فازی، ریسک‌های چرخه عمر توربین‌های بادی را ارزیابی کرده و مراحل بحرانی را شناسایی نمودند. Ma et al. (2021) با به‌کارگیری یادگیری ماشین، ریسک‌های شکست آبشاری را استخراج کرده و دقت تحلیل ایمنی را بهبود بخشیدند. Mohandes et al. (2022) شاخص ایمنی جرثقیل را برای ساخت‌وساز مدولار تعریف کرده و عوامل و فناوری‌های کلیدی را شناسایی کردند. Boadu et al. (2022) چارچوبی برای ارتقای سلامت و ایمنی در کشورهای در حال توسعه از طریق رویه‌های تأمین پیشنهاد دادند.

Shou et al. (2022) نشان دادند که مدیریت ریسک زنجیره تأمین (SCRM) تأثیر مثبتی بر کارایی عملیاتی و عملکرد مالی دارد. Waqar et al. (2023) شش عامل موفقیت برای پذیرش هوش مصنوعی در سیستم‌های ایمنی ساخت‌وساز را شناسایی

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

کردند. Ada et al. (2023) به بررسی نقش فناوری دیجیتال در زنجیره‌های تأمین غذایی چرخشی با تمرکز بر ابعاد پایداری پرداختند. باتاچارجی و همکاران (۲۰۲۴) با تحلیل شیوه‌های ایمنی در مقیاس‌های مختلف پروژه، نیاز به رویکردهای سفارشی‌شده در پروژه‌های کوچک‌تر را برجسته ساختند.

۲. مواد و روش ها

۳-۱. معرفی چالش‌های پروژه‌های توسعه شهری قشم

موفقیت پروژه‌های ساختمانی بر اساس کیفیت، هزینه و زمان تکمیل پروژه ارزیابی می‌شود. عامل کلیدی تعیین‌کننده این پارامترها، عملکرد و همکاری پیمانکاران و تأمین‌کنندگان درون شرکت‌های بزرگ ساختمانی، یا به عبارت دیگر، عملکرد زنجیره‌های تأمین آن‌ها است. بنابراین، شرکت‌های ساختمانی باید ابزارهای علمی و فناورانه مدرن را برای بهبود این پارامترها درون زنجیره تأمین خود به کار گیرند (Wuni and Shen, 2020). در این زمینه، پایداری که به ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی می‌پردازد به یک موضوع بنیادی در مدیریت ساخت تبدیل شده است. این مطالعه بر مدیریت زنجیره تأمین در پروژه‌های ساختمانی تمرکز کرده و با اتخاذ دیدگاه توسعه پایدار، مسئله محوری این تحقیق را شکل می‌دهد. در این پژوهش، از رویکردی منسجم برای بررسی محرک‌ها، راهبردها، مؤلفه‌های عملیاتی و عملکرد پایداری در پروژه‌های ساختمانی قشم استفاده شده است. بررسی‌های میدانی و تحلیل گزارش‌ها و اسناد پروژه‌های ساختمانی قشم، چالش‌های عمده زیر را آشکار می‌سازد:

- کمبود شدید نیروی کار در شش ماهه نخست سال: قشم با آب‌وهوای گرم و مرطوب با میانگین دمای سالانه حدود ۲۶ درجه سانتی‌گراد مواجه است. دوره اوج گرما از اواخر خرداد تا اوایل شهریور باعث کمبود قابل‌توجه نیروی کار، به ویژه نیروهای متخصص می‌شود که بر کیفیت ساخت تأثیر گذاشته و هزینه‌ها را افزایش می‌دهد. شرایط جوی نامساعد نیز کیفیت ساخت را کاهش داده و هزینه‌های بیشتری برای جبران اثرات محیطی تحمیل می‌کند.
- کاهش کیفیت ساخت: دمای بالای بتن‌ریزی نیازمند افزودن یخ برای کاهش دما و جلوگیری از هیدراتاسیون سریع است. این امر هزینه‌ها را افزایش داده و در صورت بی‌توجهی، منجر به افت کیفیت ساخت می‌شود.
- دسترسی محدود به مصالح مرغوب: ترکیب زمین‌شناسی قشم، خاک محلی را به دلیل محتوای بالای سولفات و آهک، برای ساخت‌وساز نامناسب می‌کند. مصالح باکیفیت باید از طریق دریا وارد شوند که هزینه‌ها را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.
- کمبود آب شیرین: محدودیت دسترسی به آب شیرین، برخی سازندگان را مجبور به استفاده از آب شور می‌کند که باعث آسیب‌های شیمیایی (مانند حمله سولفات و کلرید) می‌شود. این امر عمر ساختمان را کوتاه کرده و ایمنی را به خطر می‌اندازد و به دلیل نظارت ناکافی، نگرانی اصلی بازرسان است.
- کمبود متخصصان ماهر: شرایط سخت زندگی، امکانات محدود و زیرساخت‌های ضعیف، متخصصان ماهر از جمله مهندسان و اپراتورها را از کار در قشم بازمی‌دارد.
- استفاده محدود از مصالح مدرن: طراحی‌های پیچیده، نبود نصابان ماهر و هزینه‌های بالا، مانع از به‌کارگیری مصالح مدرن می‌شود. سازندگان ترجیح می‌دهند از مصالح و طرح‌های در دسترس، علیرغم محدودیت‌های آن‌ها، استفاده کنند.
- عدم برنامه‌ریزی جامع: صدور نامنظم مجوزها، مانند تأسیس مجتمع‌های تجاری فراتر از نیاز منطقه، منجر به رها شدن پروژه‌ها و دلسردی سرمایه‌گذاران شده است. همچنین، اختیارات منطقه آزاد در کاربری زمین، گاهی منجر به تغییرات غیرمجاز مانند تبدیل فضای سبز یا مناطق اداری به واحدهای مسکونی برای فروش می‌شود.
- مشکلات گمرکی و حمل‌ونقل: علیرغم وضعیت منطقه آزاد، دسترسی به مصالح خارجی باکیفیت به دلیل تحریم‌ها محدود است. واردات از چین ممکن است، اما اغلب کیفیت پایین‌تری نسبت به مصالح داخلی دارد. انزوای جغرافیایی و وابستگی به حمل‌ونقل دریایی، هزینه مصالح داخلی را به‌طور قابل‌توجهی نسبت به مراکز تولید افزایش می‌دهد.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

این چالش‌ها لزوم تدوین راهبردهای پایدار زنجیره تأمین را برای رفع ناکارآمدی‌ها و بهبود نتایج در صنعت ساخت‌وساز قشم آشکار می‌سازد.

۳-۲. آماده‌سازی داده‌ها

در این پژوهش که رویکردی عملی (پیمایشی) را دنبال می‌کند، هدف بررسی نظرات جامعه هدف در مورد فرضیه‌های تحقیق است. بیشتر مطالعات انجام‌شده در حوزه‌های مدیریتی در این دسته قرار می‌گیرند. در این مطالعه، پارامترهای جامعه مورد بررسی قرار گرفته و با انتخاب نمونه‌های معرف، متغیرهای تأثیرگذار در تحقیق تحلیل می‌شوند. این روش تحقیق، به‌عنوان تکنیک دلفی شناخته می‌شود که برای کشف دیدگاه‌های گروهی از خبرگان در مورد یک موضوع خاص استفاده می‌گردد. این رویکرد در اینجا برای حل مسئله مورد بررسی به کار گرفته شده است. نوع تحقیق توصیفی-استنباطی است. از جنبه توصیفی، به شناسایی و تعیین ساختار زنجیره تأمین پروژه‌های ساختمانی بر اساس رویکرد توسعه پایدار در قشم می‌پردازد. از جنبه استنباطی، روابط بین متغیرها را بررسی کرده و نحوه به‌کارگیری مدل‌های توسعه پایدار در فرآیندهای تصمیم‌گیری را مشخص می‌سازد.

یکی از مهم‌ترین اجزای هر پروژه تحقیقاتی، جمع‌آوری داده‌ها است. در صورت انجام سیستماتیک و دقیق، تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری با سرعت و دقت قابل انجام است. هدف اصلی این مرحله، تکمیل مجموعه داده‌هایی است که در مرحله مطالعات مقدماتی آغاز شده است. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه، یکی از پرکاربردترین ابزارها در تحقیق پیمایشی، استفاده می‌شود. پرسشنامه حاوی سوالاتی هدفمند است که نظرات، دیدگاه‌ها و بینش افراد را با استفاده از مقیاس‌های مختلف ارزیابی می‌کند. بنابراین، روش به کار گرفته شده در این تحقیق، جمع‌آوری داده‌ها از طریق پرسشنامه است. جامعه آماری به مجموعه کامل اندازه‌گیری‌های ممکن یا اطلاعات ثبت‌شده درباره یک ویژگی کیفی مربوط به واحدهایی اشاره دارد که می‌خواهیم درباره آن‌ها استنباط کنیم. جامعه آماری این مطالعه شامل تمامی پیمانکاران فعال در پروژه‌های ساختمانی در جزیره قشم، به ویژه شهر قشم می‌باشد. حجم نمونه از این جامعه انتخاب شده و حداقل ۳۰ شرکت‌کننده برای نرمال بودن داده‌ها مورد نیاز است. در این تحقیق، تعداد ۳۳ پاسخ‌دهنده مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

پیش از اعتماد نهایی به ابزارهای اندازه‌گیری و به‌کارگیری آن‌ها در مرحله اصلی جمع‌آوری داده‌ها، ضروری است که پژوهشگر از لحاظ علمی از روایی (اعتبار) و پایایی (قابلیت اطمینان) ابزارها اطمینان حاصل کند. پیش‌نیاز دستیابی به داده‌های خوب این است که روش اندازه‌گیری پدیده مورد مطالعه، از روایی و پایایی کافی برخوردار باشد. پایایی یکی از ویژگی‌های فنی یک ابزار اندازه‌گیری است که به قابلیت آن برای تولید نتایج هم‌ساز در شرایط یکسان اشاره دارد. به عبارت دیگر، اگر ابزار اندازه‌گیری در بازه زمانی کوتاهی چندین بار بر روی یک گروه از افراد اجرا شود، نتایج باید مشابه باشد. ضریب پایایی نشان می‌دهد که تا چه حد نتایج هم‌سانی به دست می‌آید و بازتاب‌دهنده این است که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد ویژگی‌های پایدار آزمودنی یا صفات موقت و متغیر او را به خوبی ارزیابی می‌کند. دامنه آن از ۰ (عدم همبستگی) تا +۱ (همبستگی کامل) است (Tiira and Lohi, 2014). در این پژوهش، برای تعیین پایایی پرسشنامه از آلفای کرونباخ در نرم‌افزار آماری SPSS 24.0 که برای تحلیل داده‌های پرسشنامه استفاده می‌شود، بهره گرفته شد.

۳-۳. مدلسازی ANFIS

در بخش نخست پرسشنامه، محرک‌های مؤثر بر موفقیت ساختار زنجیره تأمین (متغیرهای مستقل) بر سطح عملکرد ساختار زنجیره تأمین پروژه‌های ساختمانی در شهر قشم (متغیرهای وابسته) در چهار بُعد زیر بررسی شدند: مدیریت تأمین مواد، مدیریت تأمین نیرو و ایمنی، مدیریت طراحی و مهندسی، و مدیریت ساخت و تولید (جدول ۱). برای این منظور، پرسشنامه‌ای ۱۴ گویه‌ای با مقیاس لیکرت (۵ درجه‌ای) طراحی شد تا ریسک‌های مؤثر بر ساختار زنجیره تأمین پروژه‌های ساختمانی در شهر ارزیابی شده و امکان مدل‌سازی ANFIS فراهم گردد. سیستم استنتاج عصبی-فازی تطبیقی (ANFIS) به صورت یک شبکه عصبی پنج لایه

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

ساخته می‌شود، که در آن لایه اول شامل متغیرهای ورودی، لایه دوم شامل عبارات زبانی یا توابع عضویت ورودی‌ها، و لایه سوم بیانگر بخش پیشین قواعد فازی است. لایه چهارم شامل بخش پسین قواعد فازی بوده و لایه پنجم عمل دی‌فازی‌فیکاسیون را برای تولید خروجی انجام می‌دهد.

یک تمایز کلیدی بین شبکه‌های عصبی متعارف و ANFIS این است که در شبکه‌های عصبی معمولی، گره‌ها دارای عملکرد یکسان بوده و به طور کامل بین لایه‌های مجاور به هم متصل هستند. در مقابل، ANFIS از یک رویکرد ساختاریافته استفاده می‌کند که در آن گره‌های لایه اول، درجه عضویت هر ورودی به مجموعه‌های فازی مختلف را با توابع عضویت تعریف‌شده توسط کاربر مشخص می‌کنند. لایه دوم وزن قواعد را با ضرب مقادیر ورودی در وزن‌های متناظر محاسبه می‌کند، در حالی که لایه سوم وزن‌های نسبی قواعد را محاسبه می‌نماید. لایه چهارم عملیات بر روی پیام‌های ورودی را برای تولید خروجی‌های قاعده اجرا می‌کند، و لایه نهایی به دنبال حداقل‌سازی تفاوت بین خروجی شبکه و خروجی واقعی است که در عمل از طریق الگوریتم‌های یادگیری مانند حداقل مربعات ترکیبی و پس‌انتشار، مدل را بهینه می‌سازد. علاوه بر این، توابع عضویت لایه اول، مانند تابع زنگوله تعمیم‌یافته، در طول آموزش پارامترسازی و تنظیم می‌شوند تا روابط غیرخطی را به دقت مدل کنند. این ساختار لایه‌ای به ANFIS امکان می‌دهد تا قابلیت‌های یادگیری شبکه‌های عصبی را با قابلیت تفسیر منطق فازی ترکیب کند و آن را برای مدل‌سازی سیستم‌های غیرخطی پیچیده مناسب ساخته و هزینه‌های محاسباتی مرتبط با سیستم‌های فازی مبتنی بر قاعده را کاهش می‌دهد (Abraham, 2005).

جدول ۱. محرک‌های مؤثر بر موفقیت ساختار زنجیره تأمین پروژه‌های ساختمانی در شهر قشم

محرک (متغیر وابسته)	زیرمعیار (متغیر مستقل)
مدیریت در تأمین مواد	• تأمین مصالح ساختمانی داخلی با کیفیت • تأمین ابزار و تجهیزات ساختمانی • حمل و نقل بهینه • واردات و صادرات محصولات ساختمانی
مدیریت تأمین نیرو و ایمنی	• تأمین قرداد مشاور خبره • تأمین قرداد پیمانکار خبره • تأمین نیروی کارگر و متخصص

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

مدیریت در طراحی و مهندسی	• طراحی بهینه اولیه و پی سازه • روش اجرایی • طراحی سیستم های مکانیکی و الکتریکی
مدیریت در ساخت و تولید	• ساخت و تولید قطعات سازه ای • مونتاژ و نصب سیستم های مکانیکی و الکتریکی • کنترل کیفیت ساخت و ساز • زمان تحویل پروژه

پیش از مراحل آموزش و آزمایش، باید فرآیند استانداردسازی بر روی داده‌ها اعمال شود تا اطمینان حاصل شود که ورودی‌های شبکه در محدوده مشخصی قرار می‌گیرند. با استفاده از یک رویه استانداردسازی، داده‌های پرسشنامه مرتبط با معیارهای مؤثر بر عملکرد زنجیره تأمین پایدار در چهار بُعد اقتصادی، اجتماعی، محیطی و ساختاری، در بازه [۰، ۱] یا بازه [۱-، ۱+] نرمال‌سازی می‌شوند. اگرچه این روش خطر از دست دادن بخشی از اطلاعات داده‌ها را به همراه دارد، اما تضمین می‌کند که داده‌ها همگنی یافته و با سایر مجموعه داده‌ها قابل مقایسه شوند. در این مطالعه، از رابطه ۱ برای استانداردسازی داده‌های ورودی به مدل استفاده شده است.

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (۱)$$

مقدار نرمال‌شده ورودی (Xnorm) با استفاده از داده اصلی(X) ، همراه با مقادیر حداکثر و حداقل مجموعه داده که به ترتیب با Xmaxو Xmin نشان داده می‌شوند، محاسبه شد. در این مطالعه، هر دو پارامتر ورودی و خروجی برای مدل شبکه عصبی در بازه بین صفر و یک نرمال‌سازی شدند. سپس، ۷۰ درصد از داده‌ها برای آموزش (کالیبراسیون (استفاده شد، در حالی که ۳۰ درصد باقی‌مانده برای آزمون (اعتبارسنجی) نگهداری شد.

در محیط ANFIS (سیستم استنتاج عصبی-فازی تطبیقی) درMATLAB ، دو روش موجود است: قطع شبکه و خوشه‌بندی جزئی. تفاوت اصلی بین این دو روش در انتخاب توابع عضویت برای ورودی‌ها است. در این مطالعه، از روش قطع شبکه استفاده شد که در آن نوع تابع عضویت توسط کاربر تعیین می‌گردد. پس از استانداردسازی داده‌ها، فرآیند مدل‌سازی انجام شد.

در این مرحله، داده‌های ورودی متشکل از معیارهای مؤثر بر عملکرد پایدار زنجیره تأمین در سه بُعد اقتصادی، اجتماعی و محیطی با استفاده از سیستم فازی، فازی‌سازی شدند. سپس، خروجی که نمایانگر سطح عملکرد پایدار زنجیره تأمین است، از طریق اعمال توابع عضویت فازی و قواعد اگر-آنگاه در سیستم استنتاج عصبی-فازی تطبیقی به دست آمد

۳-۴. اولویت‌بندی راهکارهای مدیریتی با روش TOPSIS

پس از ارزیابی مدل پیش‌بینی سطح عملکرد در ساختار پروژه‌های ساختمانی، باید یک مدل جامع توسعه یابد که خروجی‌های مرحله پیشین را یکپارچه کرده تا راهکارهای عملی ارائه دهد. مدل TOPSIS با بهره‌گیری از قضاوت خبرگان و بر مبنای معیارهای چندگانه، اولویت‌بندی این راهکارها را تسهیل می‌کند. این روش که در اصل توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ معرفی شد، مناسب‌ترین گزینه را به عنوان گزینه‌ای با کم‌ترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل منفی شناسایی می‌کند. این روش به عنوان یکی از مؤثرترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره شناخته شده که قادر است وابستگی‌های متقابل بین معیارها را هنگام ارزیابی گزینه‌ها در نظر بگیرد. ماتریس تصمیم TOPSIS شامل وزن معیارها، نوع

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

معیارها (سودمند یا غیرسودمند) و گزینه‌های جایگزین می‌باشد (Ciardiello and Genovese, 2023). مراحل روش TOPSISشامل موارد زیر است (Natalia et al., 2020):

- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری
- نرمال‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری
- تعیین بردار وزن معیارها
- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری نرمال‌شده وزنی
- شناسایی راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی
- محاسبه فواصل تا راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی
- محاسبه نزدیکی نسبی به راه‌حل ایده‌آل مثبت

بر اساس پاسخ‌های جمع‌آوری شده از پرسشنامه، یک پایگاه داده ایجاد و تکنیک مدل‌سازی TOPSIS اعمال شد. خروجی مدل TOPSIS، اولویت‌بندی ۱۱ راهبرد پیشنهادی زیر را تسهیل می‌کند.

۱. انتخاب مصالح و منابع پایدار (بازیافتی، محلی، کم‌کربن، با عمر طولانی)
۲. کاهش مصرف انرژی و آب (سیستم‌های خورشیدی، پنل‌های خورشیدی و عایق‌کاری حرارتی، جمع‌آوری و استفاده مجدد آب باران در مصارف ساختمانی)
۳. بهینه‌سازی فرآیندهای حمل‌ونقل (کاهش فاصله، تجمیع سفارشات)
۴. مدیریت پسماندهای ساختمانی (بازیافت و استفاده مجدد)
۵. تقویت تعهدات اجتماعی (ایجاد فرصت‌های شغلی محلی، دستمزد منصفانه، حفظ ایمنی کارگران)
۶. مدیریت ریسک از طریق شناسایی و ارزیابی (کمبود مواد اولیه، نوسانات قیمت، مقررات محیط‌زیستی) و برنامه‌ریزی برای شرایط اضطراری)
۷. ارتباط مؤثر با ذینفعان (پیمانکاران، تأمین‌کنندگان، جامعه محلی) و شفافیت در فعالیت‌ها
۸. آموزش پرسنل پروژه و افزایش آگاهی در جامعه محلی
۹. استفاده از نرم‌افزار مدیریت زنجیره تأمین پایدار (برای ردیابی و مدیریت مواد اولیه و منابع / بهبود کارایی و بهره‌وری)
۱۰. اخذ گواهینامه‌های پایداری
۱۱. بیمه ساختمان

در نهایت تعیین می‌شود کدام راهبرد با در نظر گرفتن محرک‌ها و ریسک‌های شناسایی‌شده، برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار در پروژه‌های ساختمانی شهر قشم مناسب‌تر است. راهبردهای ارزیابی‌شده عبارتند از: (۱) مدیریت تأمین مواد، (۲) مدیریت تأمین نیروی کار و ایمنی، (۳) مدیریت طراحی و مهندسی و (۴) مدیریت ساخت و تولید. در این بخش، وزن‌های چهار محرک، که از رساله دکتری مورد استفاده در این مطالعه به دست آمده‌اند، به ترتیب عبارتند از: ۰.۵۵۳، ۰.۰۵۹، ۰.۲۹۴ و ۰.۰۹۴.

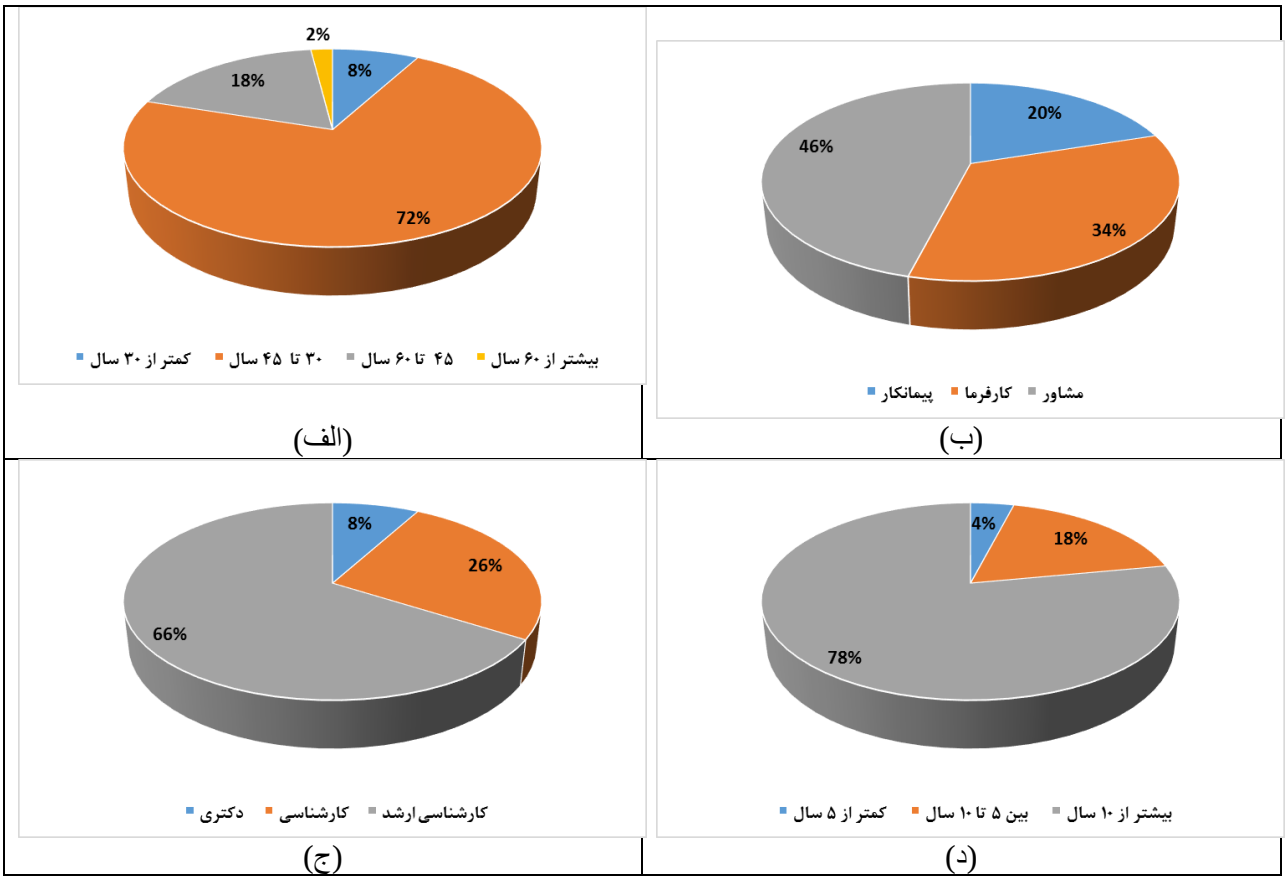
۳. نتایج و بحث

۴-۱. مشخصات جامعه آماری

این بخش، اطلاعات دموگرافیک گروه نمونه را بر اساس نظرات ۳۳ خبره در پروژه‌های ساختمانی، شامل سن، شغل، سطح تحصیلات و سابقه کار ارائه می‌دهد. داده‌ها با استفاده از نمودارهای توزیع فراوانی در شکل‌های ۱ نمایش داده شده‌اند. بر اساس نتایج:

- ۷۲ درصد از پاسخ‌دهندگان در بازه سنی ۴۵ تا ۶۰ سال قرار دارند (الف).
- ۴۶ درصد از پاسخ‌دهندگان دارای شغل مشاور هستند (ب).

- ۶۶ درصد از پاسخ‌دهندگان دارای مدرک کارشناسی ارشد به عنوان بالاترین مدرک تحصیلی می‌باشند (ج).
- ۷۸ درصد از پاسخ‌دهندگان دارای بیش از ۱۰ سال سابقه کار هستند (د).



شکل‌های ۱. ویژگی‌های جامعه آماری

پروفایل جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان نشان می‌دهد که ۷۲ درصد آنان در محدوده سنی ۴۵ تا ۶۰ سال قرار دارند. این امر حاکی از آن است که گروه نمونه متشکل از متخصصانی باتجربه بوده که از دانش عمیق و بینش کاربردی در خصوص پروژه‌های ساختمانی برخوردارند. چنین ترکیب جمعیتی، قابلیت اطمینان و عمق پاسخ‌ها را افزایش می‌دهد، چرا که این افراد به احتمال زیاد در طول دوران حرفه‌ای خود با چالش‌ها و فرصت‌های متنوعی در صنعت مواجه شده‌اند. علاوه بر این، حضور خبرگانی با پیشینه‌های متنوع از مشاغل، سطوح تحصیلی و تجارب کاری مختلف تضمین‌کننده دیدگاهی جامع نسبت به مسائل مطرح شده است. این تنوع برای درک ماهیت چندوجهی توسعه پایدار در پروژه‌های ساختمانی حیاتی است.

۴-۲. ارزیابی پایایی

نتایج آزمون پایایی، دسته‌بندی شده بر اساس معیارها، در جدول ۲ ارائه شده است. این نتایج بر اساس نظرات ۳۳ متخصص حرفه‌ای فعال در پروژه‌های ساختمانی به دست آمده است. به متخصصان، محرک‌های کلیدی مؤثر بر موفقیت ساختار زنجیره تأمین در پروژه‌های ساختمانی شهر قشم ارائه شد و از آنان خواسته شد اهمیت هر معیار را در مقیاس ۱ تا ۵ امتیازدهی کنند. بر اساس یافته‌ها، ضریب آلفای کرونباخ برای معیارها از ۰.۷ فراتر رفته که نشان‌دهنده معتبر بودن پرسشنامه طراحی‌شده است.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

جدول ۲. نتایج آزمون پایایی برای محرک‌های مؤثر بر موفقیت ساختار زنجیره تأمین در پروژه‌های ساختمانی

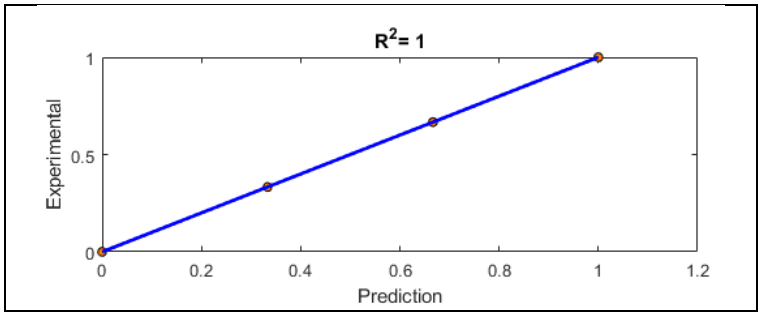
معیار	انحراف معیار	آلفای کرونباخ
مدیریت در تأمین مواد	۰/۴۲۶	۰/۷۷۸
مدیریت تأمین نیرو و ایمنی	۰/۱۱۱	
مدیریت در طراحی و مهندسی	۰/۴۲۱	
مدیریت در ساخت و تولید	۰/۷۶۲	

۴-۳. تحلیل مدل ANFIS

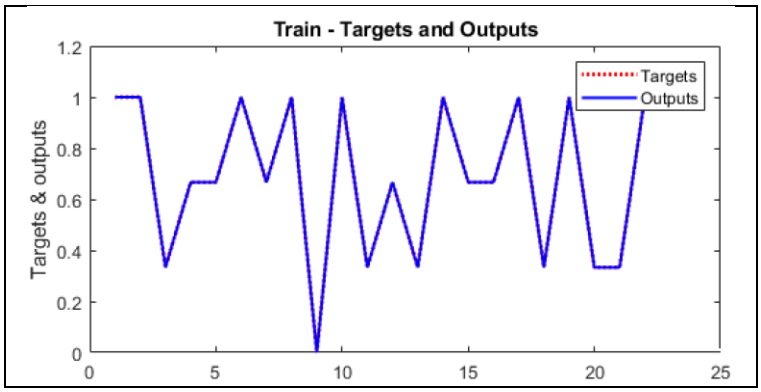
پس از استانداردسازی داده‌ها، مقادیر به‌دست‌آمده از تأثیر زیرمعیارها بر سطح عملکرد ساختار زنجیره تأمین پروژه‌های ساختمانی شهر قشم بر اساس پرسشنامه پنج‌درجه‌ای لیکرت، در جعبه ابزار ANFIS نرم‌افزار MATLAB تعریف شدند. در این مرحله، ۷۰ درصد از داده‌ها برای کالیبراسیون (آموزش) و ۳۰ درصد برای اعتبارسنجی (آزمون) استفاده شدند. سیستم استنتاج عصبی-فازی تطبیقی (ANFIS) با توابع عضویت مثلثی برای پیش‌بینی سطح عملکرد ساختار زنجیره تأمین پروژه‌های ساختمانی قشم به کار گرفته شد. ساختار مورد استفاده شامل ۱۴ لایه ورودی (زیرمعیارهای فهرست‌شده در جدول ۱)، یک لایه خروجی (سطح عملکرد) و یک لایه پنهان بود. تعداد لایه‌های پنهان و تابع انتقال مناسب از طریق آزمون و خطا تعیین شد. از روش بهینه‌سازی ترکیبی برای بهینه‌سازی مدل استفاده گردید. در نهایت، شبکه‌ای با کمترین RMSE و بیشترین R^2 که نشان‌دهنده نزدیک‌ترین نتایج به واقعیت بود، به عنوان شبکه اصلی انتخاب شد. نتایج ارزیابی و دقت مدل ANFIS در جدول ۳ ارائه شده است، در حالی که شکل‌های ۲ و ۳ ضریب تعیین و خروجی‌های پیش‌بینی شده را نشان می‌دهند. نتایج نشان می‌دهد که مدل در مرحله آموزش با کارایی بالا و همبستگی قوی عمل کرده است. با این حال، در مرحله آزمون، زیرمعیارهای ورودی موفق به پیش‌بینی دقیق سطح عملکرد ساختار زنجیره تأمین نشدند که این امر با ضریب تعیین پایین ۰.۰۴۷ و هم‌خوانی ضعیف بین مقادیر پیش‌بینی شده و مشاهداتی مشهود است.

جدول ۳. نتایج مدل‌سازی سیستم استنتاج عصبی-فازی تطبیقی (ANFIS)

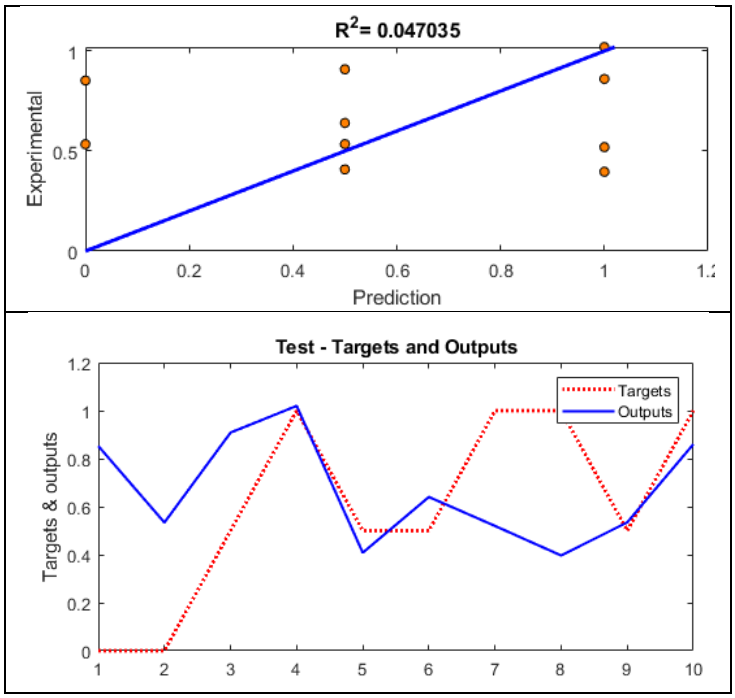
بهینه سازی مدل	آموزش		آزمون	
	MSE	R^2	MSE	R^2
	6.77×10^{-8}	1	0.13501	0.047



Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026



شکل ۲. نمودار ضریب تبیین و پیش‌بینی در مرحله آموزش



شکل ۳. نمودار ضریب تبیین و پیش‌بینی در مرحله آزمون

۴-۴. تحلیل مدل TOPSIS

پس از تعیین وزن محرک‌های مؤثر بر موفقیت ساختار زنجیره تأمین در پروژه‌های ساختمانی شهر قشم با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای(ANP) ، روش TOPSIS در مرحله بعد برای اولویت‌بندی راهبردهای مدیریت زنجیره تأمین به کار گرفته شد. در این مرحله، مدل TOPSIS بر اساس داده‌های پرسشنامه پیاده‌سازی شد که در جدول ۴ نشان داده شده است. این جدول ماتریس تصمیم‌گیری را مطابق با رویکرد TOPSIS ارائه می‌دهد. جدول میانگین هندسی نظرات خبرگان را گزارش می‌کند. همه معیارها به عنوان معیارهای سودمند (مثبت) در نظر گرفته شده‌اند که نشان‌دهنده رابطه مستقیم هر معیار با ساختار زنجیره تأمین پروژه‌های ساختمانی در قشم است. علاوه بر این، وزن محرک‌های تأثیرگذار که پیش‌تر با روش ANP محاسبه شده بود، در چارچوب تصمیم‌گیری گنجانده شده است.

جدول ۴. ارزشگذاری راهکاری مدیریتی بر اساس مدل TOPSIS

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

ماتریس	معیارها (محرک ها)			
	مدیریت ساخت و تولید	مدیریت طراحی و مهندسی	مدیریت تأمین نیرو و ایمنی	مدیریت تأمین مواد
انتخاب مواد و منابع پایدار (بازیافتی، محلی، کم کربن، عمر طولانی)	۷	۸	۳	۹
کاهش مصرف انرژی و آب (سیستم‌های خورشیدی، پنل‌های خورشیدی و عایق‌های حرارتی، ستم‌های جمع‌آوری و تصفیه آب باران و استفاده مجدد از آب در مصارف ساختمانی)	۸	۹	۴	۵
بهینه‌سازی فرآیند حمل و نقل (کاهش مسافت، ترکیب سفارشات،)	۸	۶	۲	۷
مدیریت زباله های ساختمانی (بازیافت و استفاده مجدد)	۹	۵	۴	۶
ارتقای تعهدات اجتماعی (ایجاد فرصت‌های شغلی برای جامعه محلی، پرداخت عادلانه به کارگران، حفظ ایمنی کارگران)	۶	۴	۹	۳
مدیریت ریسک از طریق شناسایی و ارزیابی (کمبود مواد اولیه، نوسانات قیمت و تغییرات در قوانین محیط زیستی) و تهیه برنامه	۸	۷	۷	۸
ارتباط موثر با ذینفعان (پیمانکاران، تامین‌کنندگان و جامعه محلی) و شفافیت در فعالیت‌ها	۷	۶	۶	۷
آموزش به پرسنل پروژه و آگاهی بخشی به جامعه محلی	۶	۵	۸	۴
استفاده از نرم افزارهای مدیریت زنجیره تامین پایدار (با هدف ردیابی و مدیریت مواد اولیه و منابع/ بهبود کارایی و بهره‌وری زنجیره تامین)	۹	۸	۵	۹
گواهینامه‌های پایدارسازی	۶	۷	۴	۸
بیمه ساختمان	۵	۴	۵	۳
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
وزن معیار	۰.۰۹۴	۰.۲۹۴	۰.۰۵۹	۰.۵۵۳

جدول ۵ راه‌حل‌های بهینه برای معیارهای ایده‌آل مثبت و منفی را ارائه می‌دهد. دو گزینه مجازی ایجاد شد که به ترتیب نمایانگر بدترین و بهترین راه‌حل هستند. مشاهده می‌شود که معیار مدیریت تأمین مواد با امتیاز ۰.۲۲۶۵ نقش مهم‌ترین راه‌حل ایده‌آل مثبت را ایفا می‌کند. در مقابل، معیار مدیریت تأمین نیروی کار و ایمنی با امتیاز ۰.۰۰۶۴ به عنوان مؤثرترین راه‌حل ایده‌آل منفی در مدیریت زنجیره تأمین پروژه‌های ساختمانی شهر قشم عمل می‌کند.

جدول ۵. راه‌حل بهینه برای معیارهای مثبت و منفی در مدل TOPSIS

راه‌حل بهینه	مدیریت ساخت و تولید	مدیریت طراحی و مهندسی	مدیریت تأمین نیرو و ایمنی	مدیریت تأمین مواد
+	0.035	0.1232	0.0288	0.2265
-	0.0194	0.0548	0.0064	0.0755

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

جدول ۶ ضریب نزدیکی به راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی و همچنین رتبه‌بندی گزینه‌ها را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که استفاده از نرم‌افزار مدیریت زنجیره تأمین پایدار با ضریب نزدیکی ۰.۸۹۶۲ به عنوان گزینه برتر شناسایی شده است و پس از آن انتخاب مصالح و منابع پایدار با ضریب نزدیکی ۰.۸۶۶۴ قرار دارد. همچنین، بیمه ساختمان و تقویت تعهدات اجتماعی در کمترین اولویت قرار گرفته‌اند. بنابراین، استفاده از نرم‌افزار مدیریت زنجیره تأمین پایدار و انتخاب مصالح و منابع پایدار، مهم‌ترین راهکارهای مدیریتی برای ساختار پروژه‌های ساختمانی بر اساس رویکرد توسعه پایدار در شهر قشم محسوب می‌شوند، در حالی که بیمه ساختمان و تقویت تعهدات اجتماعی کمترین تأثیر را دارند.

جدول ۶. رتبه‌بندی گزینه ها بر اساس محاسبه نزدیکی به راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی

نتیجه	ضریب نزدیکی
استفاده از نرم افزارهای مدیریت زنجیره تامین پایدار	0.8962
انتخاب مواد و منابع پایدار	0.8664
مدیریت ریسک از طریق شناسایی و ارزیابی و تهیه برنامه	0.7791
گواهینامه‌های پایدارسازی	0.7589
ارتباط موثر با ذینفعان	0.6144
بهینه‌سازی فرآیند حمل و نقل	0.604
کاهش مصرف انرژی و آب	0.4575
مدیریت زباله های ساختمانی	0.4536
آموزش به پرسنل پروژه و آگاهی بخشی به جامعه محلی	0.2012
ارتقای تعهدات اجتماعی	0.1202
بیمه ساختمان	0.0543

یکی از اهداف اصلی این مطالعه، شناسایی و ساختاردهی پروژه‌های ساختمانی بر اساس اصول توسعه پایدار بود. نتایج نشان می‌دهد که توسعه پایدار تنها یک مفهوم انتزاعی نیست، بلکه چارچوبی عملی است که می‌تواند در برنامه‌ریزی، اجرا و ارزیابی پروژه‌های ساختمانی ادغام شود. به عنوان مثال، این مطالعه بر اهمیت همسو کردن اهداف پروژه با معیارهای پایداری محیطی، اجتماعی و اقتصادی تأکید می‌کند. این همسویی اطمینان می‌دهد که پروژه‌های ساختمانی ضمن به حداقل رساندن تأثیرات نامطلوب زیست‌محیطی، مشارکتی مثبت در جامعه محلی ایفا می‌کنند.

یافته‌ای قابل توجه، شناسایی چهار راهبرد کلیدی برای مدیریت پایدار زنجیره تأمین در پروژه‌های ساختمانی است: (۱) مدیریت تأمین مواد، (۲) مدیریت تأمین نیروی کار و ایمنی، (۳) مدیریت طراحی و مهندسی و (۴) مدیریت ساخت و تولید. وزن‌دهی این راهبردها بر اساس اهمیت درک‌شده متفاوت است، به طوری که مدیریت تأمین مواد با وزن ۰.۵۵۳ بالاترین اولویت را به خود اختصاص داده است. این امر بر نقش حیاتی تأمین مواد پایدار در کاهش ردپای اکولوژیکی پروژه‌های ساختمانی تأکید می‌کند. با اولویت‌دهی به مصالح سازگار با محیط زیست، پروژه‌های ساختمانی می‌توانند سهم قابل‌توجهی در خنثی‌سازی کربن و حفظ منابع داشته باشند.

راهبرد دوم، مدیریت تأمین نیروی کار و ایمنی، اگرچه با وزن کمتری (۰.۰۵۹) در نظر گرفته شده، اما بر اهمیت منابع انسانی در دستیابی به اهداف پایداری تأکید می‌کند. تضمین ایمنی و رفاه کارگران نه‌تنها با ملاحظات اخلاقی هم‌سو است، بلکه بهره‌وری را افزایش داده و احتمال وقوع حوادث پرهزینه را کاهش می‌دهد. به طور مشابه، مدیریت طراحی و مهندسی (۰.۲۹۴) و مدیریت ساخت و تولید (۰.۰۹۴)، نقش محوری در تلفیق اصول پایداری در تمامی مراحل چرخه عمر پروژه ایفا می‌کنند. این راهبردها در

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

مجموع بر لزوم اتخاذ یک رویکرد سیستمی به توسعه پایدار تأکید دارند، جایی که هر مؤلفه از پروژه با دقت برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود.

این مطالعه با ارائه یک مدل بومی‌سازی شده که متناسب با ویژگی‌های منحصربه‌فرد جزیره قشم طراحی شده، به گسترش ادبیات موجود در زمینه توسعه پایدار در پروژه‌های ساختمانی کمک می‌کند. موقعیت جغرافیایی، شرایط آب‌وهوایی و وضعیت اقتصادی-اجتماعی جزیره، رویکردی سفارشی‌شده برای پایداری را الزامی می‌سازد. به عنوان مثال، آب‌وهوای خشک قشم نیازمند راه‌حل‌های نوآورانه برای صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری انرژی در پروژه‌های ساختمانی است. مدل پیشنهادی، این چالش‌ها را با گنجاندن محرک‌ها و ریسک‌های خاص منطقه در فرآیند تصمیم‌گیری مورد توجه قرار می‌دهد. علاوه بر این، این مطالعه با روندهای جهانی به سوی مدیریت پایدار زنجیره تأمین هم‌سو است، همان‌طور که پژوهش‌های اخیر در این زمینه نشان می‌دهند. با تأکید بر نقش مشارکت ذینفعان و نوآوری فناورانه، مدل حاضر، پیشرفت‌های معاصر در این عرصه را بازتاب می‌دهد. برای نمونه، ادغام هوش مصنوعی و ابزارهای دیجیتال همان‌گونه که Waqar et al. (2023) بر آن تأکید کرده‌اند می‌تواند کارایی و دقت فرآیندهای ارزیابی ریسک و تصمیم‌گیری در پروژه‌های ساختمانی را افزایش دهد. یافته‌های ما در مورد ایمنی نیروی کار و تلفیق اصول طراحی و مهندسی، با کار Boadu et al. (2022) و Chen and Tang (2019) هم‌خوانی دارد و بر ضرورت اتخاذ رویکردی جامع در مدیریت پروژه تأکید می‌کند. پژوهش شما همچنین نقش هوش مصنوعی در ارزیابی ریسک را برجسته می‌سازد که با یافته‌های Waqar et al. (2023) هم‌سو است.

۴. نتیجه گیری

نتایج ارائه شده در این مطالعه، بینش‌های ارزشمندی در مورد توسعه مدلی برای شناسایی و ساختاردهی پروژه‌های ساختمانی بر اساس رویکرد توسعه پایدار ارائه می‌دهد که به‌طور ویژه برای جزیره قشم در ایران تنظیم شده است. یافته‌ها از تحلیل جامع داده‌های جمع‌آوری شده از ۳۳ متخصص در زمینه پروژه‌های ساختمانی حاصل شده‌اند. این بخش به بررسی یافته‌های کلیدی، پیامدهای آن‌ها و اهمیت گسترده‌تر مطالعه در زمینه توسعه پایدار و مدیریت پروژه خواهد پرداخت. در نتیجه، این مطالعه با موفقیت مدلی را برای شناسایی و ساختاردهی پروژه‌های ساختمانی بر اساس رویکرد توسعه پایدار توسعه می‌دهد که تمرکز خاصی بر جزیره قشم دارد. یافته‌ها بر اهمیت اتخاذ یک رویکرد سیستمی و یکپارچه به پایداری تأکید می‌کنند که مدیریت مواد، نیروی کار، طراحی و تولید را در بر می‌گیرد. با پرداختن به چالش‌های خاص منطقه و بهره‌گیری از پیشرفت‌های فناورانه، مدل پیشنهادی چارچوبی عملی برای دستیابی به توسعه پایدار در پروژه‌های ساختمانی ارائه می‌دهد. این مطالعه نه تنها به گفتمان علمی کمک می‌کند، بلکه بینش‌های قابل اجرایی برای دست‌اندرکاران و سیاست‌گذاران فراهم می‌کند. پژوهش‌های آتی باید بر اساس این یافته‌ها، مدل را بیشتر پالایش کرده و قابلیت کاربرد آن را در زمینه‌های متنوع مورد بررسی قرار دهند.

علیرغم بینش‌های ارزشمندی که این مطالعه ارائه می‌دهد، دارای محدودیت‌هایی نیز هست. حجم نمونه ۳۳ نفری متخصصان، اگرچه برای تحلیل کیفی کافی است، ممکن است تعمیم‌پذیری یافته‌ها به جمعیت‌های بزرگ‌تر را محدود کند. مطالعات آتی می‌توانند حجم نمونه را گسترش داده و طیف متنوع‌تری از ذینفعان از جمله مقامات دولتی، جوامع محلی و سازمان‌های بین‌المللی را شامل شوند. علاوه بر این، تمرکز اصلی مطالعه بر جزیره قشم ممکن است قابلیت کاربرد آن را در سایر مناطق با زمینه‌های محیطی و اقتصادی-اجتماعی متفاوت محدود کند. مطالعات تطبیقی در چندین موقعیت جغرافیایی می‌تواند درک جامع‌تری از توسعه پایدار در پروژه‌های ساختمانی ارائه دهد. پژوهش‌های آینده همچنین می‌توانند به بررسی آثار بلندمدت اجرای مدل پیشنهادی بپردازند. برای نمونه، مطالعات طولی می‌توانند ارزیابی کنند که مدل در طول زمان تا چه حد در دستیابی به اهداف پایداری خود مؤثر بوده است. افزون بر این، ادغام فناوری‌های نوظهور مانند بلاکچین و اینترنت اشیا (IoT) در مدل می‌تواند قابلیت‌های آن را بیشتر افزایش دهد. همان‌طور که Salehpoush Dehghi and Rowshanadnia (2022) اشاره کرده‌اند،

کاربرد اینترنت اشیا در زنجیره‌های تأمین ساختمان‌های سبز، پتانسیل قابل‌توجهی برای بهبود بهره‌وری منابع و کاهش تأثیرات محیطی دارد.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

References

Abraham, A. 2005. Adaptation of Fuzzy Inference System Using Neural Learning. In: Nedjah, N., de Macedo Mourelle, L. (eds.) Fuzzy Systems Engineering: Theory and Practice. Studies in Fuzziness and Soft Computing, vol. 181. Germany: Springer Verlag, pp. 53–83.

Ada, E., Sezer, M.D., Khaleel, R. 2023. Towards the Smart Sustainable and Circular Food Supply Chains Through Digital Technologies. International Journal of Mathematical, Engineering & Management Sciences, 8(3).

Adem, A., Çolak, A., Dağdeviren, M. 2018. An integrated model using SWOT analysis and hesitant fuzzy linguistic term set for evaluation occupational safety risks in life cycle of wind turbine. Safety Science, 106: 184-190.

Altekar, R.V. 2023. Supply Chain Management: Concepts and Cases. PHI Learning Pvt. Ltd.

Bhattacharjee, K., Bugalia, N., Mahalingam, A. 2024. An analysis of safety practices for small, medium, and large construction projects: A resilience engineering perspective. Safety Science, 169: 106330.

Boadu, E.F., Sunindijo, R.Y., Wang, C.C., Frimpong, S. 2022. Client-led promotion of health and safety through the procurement process on public construction projects in developing countries. Safety Science, 147: 105605.

Brinkmann, R. and Brinkmann, R. 2020. Connections in Environmental Sustainability: Living in a Time of Rapid Environmental Change. Environmental Sustainability in a Time of Change, pp. 1-8.

Brusset, X., Teller, C. 2017. Supply chain capabilities, risks, and resilience. International Journal of Production Economics, 184: 59-68.

Chen, C., Tang, L. 2019. BIM-based integrated management workflow design for schedule and cost planning of building fabric maintenance. Automation in Construction, 107: 102944.

Ciardiello, F., Genovese, A. 2023. A comparison between TOPSIS and SAW methods. Annals of Operations Research, 325(2): 967-994.

Dainty, A.R., Millett, S.J., Briscoe, G.H. 2001. New perspectives on construction supply chain integration. Supply Chain Management: An International Journal, 6(4): 163-173.

Fang, C., Marle, F., Xie, M., Zio, E. 2013. An integrated framework for risk response planning under resource constraints in large engineering projects. IEEE Transactions on Engineering Management, 60(3): 627-639.

Fernie, J. 2023. Relationships in the Supply Chain. In: Logistics and Retail Management Insights into Current Practice and Trends from Leading Experts. CRC Press, pp. 23-46.

Frimpong, Y., Olywoye, J., Crawford, L. 2003. Causes of safety and cost overruns in construction of groundwater projects in developing countries, Ghana as a case study. International Journal of Project Management, 21: 321-326.

Hugos, M.H. 2024. Essentials of Supply Chain Management. John Wiley & Sons.

Hussein, M., Eltoukhy, A.E., Karam, A., Shaban, I.A., Zayed, T. 2021. Modelling in off-site construction supply chain management: A review and future directions for sustainable modular integrated construction. Journal of Cleaner Production, 310: 127503.

Kadkhodazadeh, H.R., Marvati Sharif Abadi, A. 2013. Supplier Selection Using Fuzzy Inference System. Research in Production and Operations Management, 4(2): 113-132.

Khodamati, M., Moghaddamnia, E. 2023. The Impact of Business Intelligence on Supply Chain Performance with Emphasis on Integration and Agility. First International Conference on Management Capabilities, Industrial Engineering, Accounting, and Economics. Babol, 15 p.

Lima, L., Trindade, E., Alencar, L., Alencar, M., Silva, L. 2021. Sustainability in the Construction Industry: A Systematic Review of the Literature. Journal of Cleaner Production, 289: 125730.

Ma, G., Wu, Z., Jia, J., Shang, S. 2021. Safety Risk Factors Comprehensive Analysis for Construction Project: Combined Cascading Effect and Machine Learning Approach. Safety Science, 143: 105410.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

Mohandes, S.R., Abdelmageed, S., Hem, S., Yoo, J.S., Abhayajeewa, T., Zayed, T. 2022. Occupational Health and Safety in Modular Integrated Construction Projects: The Case of Crane Operations. Journal of Cleaner Production, 342: 130950.

Mossalam, A., Arafa, M. 2017. Using Artificial Neural Networks (ANN) in Projects Monitoring Dashboards' Formulation. HBRC Journal.

Natalia, C., Surbakti, I.P., Oktavia, C.W. 2020. Integrated ANP and TOPSIS Method for Supplier Performance Assessment. Jurnal Teknik Industri, 21(1): 34-45.

Nusraningrum, D., Santoso, S., Gunawijaya, J., Gading, D.K. 2021. Green Operations Management with Green Business and Green Marketing Perspective. Psychology and Education, 58(2): 4526-4535.

Perlman, A., Sacks, R., Barak, R. 2014. Hazard Recognition and Risk Perception in Construction. Safety Science, 64: 22-31.

Salehpoush Dehghi, M., Rowshanadnia, M. 2022. A Systematic Review of Research on the Application of the Internet of Things in Green Building Supply Chain. 7th International Conference on Civil Engineering, Architecture, and Urban Planning with a Sustainable Development Approach. Tehran, 17 p.

Shahi Beik, A. 2021. Identifying and Ranking Critical Success Factors for Sustainable Supply Chain Management in the National Iranian Oil Engineering and Construction Company. 18th International Conference on Industrial Engineering, 12 p.

Shahraki, A., Nikzadi Panah, A. 2023. Identification and Ranking of Supply Chain Risks in Zahedan Industrial Parks Company. First International Conference on Management Capabilities, Industrial Engineering, Accounting, and Economics. Babol, 15 p.

Shiliang, S., Min, J., Yong, L., Runqui, L. 2012. Risk Assessment on Falling from Height Based on AHP-Fuzzy. 2012 International Symposium on Safety Science and Technology, Procedia Engineering, 45: 112-118.

Shou, Y., Kang, M., Park, Y.W. 2022. A Systematic Literature Review of Supply Chain Integration. In: Supply Chain Integration for Sustainable Advantages. Springer, Singapore.

Sounuga, F., Aliboh, O., Olake, D. 2002. Particular Barriers and Issues Associated with Projects in a Developing and Emerging Economy, Case Study of Some Abandoned Water and Irrigation Projects in Nigeria. International Journal of Project Management, 20: 611-616.

Tiira, K., Lohi, H. 2014. Reliability and Validity of a Questionnaire Survey in Canine Anxiety Research. Applied Animal Behaviour Science, 155: 82-92.

Torp, O., Belay, A.M., Thodesen, C., Klakegg, O.J. 2016. Cost Development Over-Time at Construction Planning Phase: Empirical Evidence from Norwegian Construction Projects. Procedia Engineering, 145: 1177-1184.

Waqar, A., Qureshi, A.H., Almujibah, H.R., Tanjung, L.E., Utami, C. 2023. Evaluation of Success Factors of Utilizing AI in Digital Transformation of Health and Safety Management Systems in Modern Construction Projects. Ain Shams Engineering Journal, 14(11): 102551.

Wuni, I.Y., Shen, G.Q. 2020. Critical Success Factors for Modular Integrated Construction Projects: A Review. Building Research & Information, 48(7): 763-784.

Zakarian, A. 2023. Investigating the Structure and Processes of Supply Chain Management and Existing Challenges. 20th International Conference on Information Technology, Computer, and Communications, 12 p.

Zisko, A. 2008. Knowledge-Based Model for Integrated Tall Building Design Factors. University of Illinois at Urbana-Champaign.

Developing a model for identifying and structuring construction projects based on a sustainable development approach, considering the geographical characteristics of Qeshm Island

Mahyar Amin Forghani1, Sohail Dadkhah*2, Mohsen Dadras3

1Department Of Civil Engineering, Qe.c., Islamic Azad University, Qeshm, Iran

*2Department of Management, University of Science and Culture, Tehran, Iran

Corresponding author: Sohail Dadkhah, S.dadkhah@usc.ac.ir

3Department of Civil Engineering, Ba.c., Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

Abstract

This study presents a model for identifying and structuring construction projects using a sustainable development approach, focusing on Qeshm Island in Iran. By integrating expert opinions with ANFIS modeling and the ANP and TOPSIS methods, this research evaluates strategies for enhancing sustainability within the construction project supply chain. The key identified strategies include material supply management, labor supply and safety management, design and engineering management, and construction and production management. The proposed model emphasizes aligning project objectives with environmental, social, and economic sustainability criteria to minimize negative environmental impacts while contributing positively to the local community. The localized model incorporates the unique geographical, climatic, and socio-economic conditions of Qeshm Island, integrating region-specific drivers and risks. The findings highlight the importance of stakeholder engagement and technological innovation and offer practical recommendations for improving construction management practices and promoting sustainable urban development.

Keywords: supply chain, sustainable supply chain, sustainable development, sustainability performance, construction management.

Introduction

Today, organizations operate in an increasingly complex and competitive environment where success is no longer determined solely by internal performance but also by the efficiency and coordination of supply chains. Managing collaboration among supply chain partners is challenging due to the presence of multiple stakeholders with diverse interests and objectives. Effective cooperation, negotiation, and joint decision-making are therefore essential to respond to customer demands and manage uncertainties. In recent years, sustainability has emerged as a critical concern for organizations seeking long-term competitiveness, encouraging them to align their activities with economic, social, and environmental goals. In the construction industry,

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

rapid population growth and urbanization have led to a significant increase in construction projects. Complexity, diverse stakeholders, and numerous risks, making effective project and supply chain management essential, characterize these projects. On Qeshm Island, unique geographical and climatic conditions, along with the development of the free trade zone, have intensified construction activities while also introducing challenges such as weak compliance with building regulations, project delays, material corrosion, and managerial inefficiencies. Accordingly, sustainable supply chain management in construction projects has become particularly important in this region. This study aims to develop a model for identifying and structuring the supply chain of construction projects based on a sustainable development approach. The proposed model examines relationships among supply chain components, evaluates their importance and associated risks, and provides recommendations for improving construction management practices while achieving economic, social, and environmental sustainability.

Methodology

This study analyzes the supply chain challenges of construction projects in Qeshm and develops a model based on a sustainable development approach. First, the research identifies the major challenges facing urban construction projects in Qeshm through field investigations and document analysis. The key issues include shortages of skilled labor during peak heat periods, reduced construction quality due to high temperatures, limited access to high-quality materials, freshwater scarcity, insufficient use of modern construction technologies, weak strategic planning, and transportation and customs constraints. These challenges highlight the need for sustainable supply chain strategies in the region. The researchers collected data using a survey-based method through structured questionnaires distributed among contractors active in Qeshm's construction sector. The analysis includes 33 valid responses. Experts evaluated the content validity of the questionnaire, and the researchers assessed its reliability using Cronbach's alpha in SPSS. For modeling, the study uses the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) to evaluate four key dimensions: material supply management, labor and safety management, design and engineering management, and construction and production management. The researchers normalized the data before modeling in MATLAB. Finally, the study applies the TOPSIS method to prioritize eleven proposed strategies and determine the most suitable approach for achieving sustainable supply chain management in Qeshm's construction projects.

Discussion

The results show that 72% of the experts were between 45 and 60 years old and 78% had more than 10 years of professional experience, indicating a highly experienced and reliable sample group. The reliability test results demonstrated that Cronbach's alpha for all criteria exceeded 0.7, confirming that the research questionnaire had acceptable reliability. In the ANFIS analysis, the model showed very high performance during the training stage ($R^2 = 1$). However, its predictive accuracy decreased during the testing stage with a low coefficient of determination ($R^2 = 0.047$), indicating limitations in the model's generalization capability. In the next step, the

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 8:06 IRDT on Saturday July 4th 2026

weights of the four main strategies were determined using the ANP method. Among them, material supply management received the highest weight (0.553), followed by design and engineering management (0.294), construction and production management (0.094), and labor supply and safety management (0.059). The TOPSIS results revealed that the "use of sustainable supply chain management software" (0.8962) and the "selection of sustainable materials and resources" (0.8664) were the highest-priority strategies, while "building insurance" received the lowest priority. Overall, the findings highlight that achieving sustainable development in construction projects in Qeshm requires a systematic and localized approach that incorporates modern technologies and effective stakeholder engagement.

Conclusion

This study provides important insights into developing a model for identifying and structuring construction projects based on sustainable development principles, with a specific focus on Qeshm Island, Iran. The study analyzes data collected from 33 experts involved in construction projects. The proposed framework integrates sustainability considerations into construction project management by emphasizing four key dimensions: material supply management, labor and safety management, design and engineering management, and construction and production management. The findings highlight the importance of adopting a systematic and integrated approach that aligns environmental, social, and economic objectives within construction activities. By addressing the specific climatic and regional challenges of Qeshm and incorporating technological advancements, the proposed model offers a practical guideline for improving sustainability in construction projects. The study contributes to both academic literature and practical decision-making by providing useful insights for practitioners and policymakers involved in construction management. However, the study also has several limitations. The relatively small sample size of 33 experts may limit the generalizability of the findings. In addition, the focus on Qeshm Island may reduce the applicability of the model to other regions with different environmental and socio-economic conditions. Future research should include larger and more diverse stakeholder groups and conduct comparative studies across different regions. Long-term studies may also evaluate the effectiveness of the proposed model and examine the integration of emerging technologies such as the Internet of Things (IoT) and blockchain to improve sustainable construction supply chains.