



بررسی و ارزیابی صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی با رویکرد توسعه پایدار با استفاده از تحلیل SWOT

غلامرضا هروی*، ماهر لایقه

دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخچه داوری:

دریافت: ۲۹ بهمن ۱۳۹۵
بازنگری: ۸ فروردین ۱۳۹۶
پذیرش: ۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۶
ارائه آنلاین: ۸ خرداد ۱۳۹۶

کلمات کلیدی:

ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی
صنعت ساخت
صنعتی‌سازی ساختمان
توسعه پایدار
تحلیل SWOT

چکیده: با توجه به رشد جمعیت کشور و افزایش تقاضای مسکن، استفاده از سیستم‌های ساختمانی صنعتی به منظور ارتقای کیفیت ساخت صنعتی‌سازی ساختمان، غیر قابل اجتناب است. در صورت حرکت به سمت صنعتی‌سازی ساختمان با استفاده از مدل علمی و کاربردی موثر، نه تنها توانایی پاسخگویی به تقاضای فعلی جامعه وجود خواهد داشت، بلکه بر سرعت ساخت، کیفیت و قیمت تمام شده ساختمان نیز تأثیرات مثبت بسیاری خواهد گذاشت. صنعتی‌سازی ساختمان از جمله عوامل مهم در افزایش تولید و برقرارکننده تعادل میان عرضه و تقاضا در بازار است. روش‌های متعددی برای تولید صنعتی ساختمان وجود دارد، که رایج‌ترین این روش‌ها، صنعت پیش‌ساخته به خصوص پیش‌ساخته بتنی است. توسعه صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی در راستای صنعتی‌سازی ساختمان از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. هدف از این مقاله شناخت وضع موجود این صنعت در کشورهای در حال توسعه و انطباق آن با معیارهای مرتبط با ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی توسعه پایدار برای گزینش و هدایت مسیر گسترش در راستای توسعه پایدار است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، بتن پیش‌ساخته در مقایسه با بتن درجا، با توجه به شاخص‌های توسعه پایدار از مطلوبیت بالاتری به ترتیب در ابعاد زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی برخوردار است. همچنین بتن پیش‌ساخته، می‌تواند فرصت‌های بیشتری جهت توسعه در کشور، پیش رو داشته باشد. در این مقاله، با استفاده از تحلیل SWOT با دو رویکرد متفاوت، علاوه بر شناسایی فرصت‌ها و تهدیدهایی که متوجه این صنعت است، راهبردهای مناسب برای توسعه، بهبود و ارتقای صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی در کشور تدوین گردید.

۱- مقدمه

پیش‌ساخته‌سازی ساختمان‌های بتنی به عنوان یکی از روش‌های صنعتی‌سازی ساختمان، خواسته‌های جدید مهندسی را با کمترین زمان به دلیل پیش ساخته بودن فراهم می‌کند [۱]. امروزه فناوری پیش‌ساختگی در سازه‌ها مخصوصاً سازه‌های بتنی، توسعه چشمگیری یافته است. از مزایای پیش‌ساختگی می‌توان به سرعت اجرا، امکان اجرای آسان‌تر کار در شرایط نامناسب جوی، کاهش هزینه‌های تجهیز کارگاه، کنترل کیفیت، تولید انبوه، اقتصادی بودن ساخت، انعطاف‌پذیری زیاد در تقسیم‌بندی فضاهای داخلی و قابلیت اجرای طرح‌های متنوع اشاره کرد. از سوی دیگر، می‌توان به محدودیت‌های این روش در مقابل روش‌های بتن درجا به شرح زیر اشاره نمود: نیاز به ماشین‌آلات سنگین به‌ویژه جرثقیل جهت ساخت، حمل، انبار و نصب قطعات؛ مشکل ساخت در مناطقی که کارخانه تولید قطعات پیش‌ساخته موجود نبوده، یا ظرفیت تولید کارخانه تکمیل باشد، و یا محل ساخت پروژه‌ها در شعاع عمل اقتصادی کارخانجات موجود واقع نباشد؛ نیاز به اقلامی نظیر قلاب، پیچ و مهره، جوش و تمهیدات آن برای حمل قطعات، اتصال آن‌ها به یکدیگر؛ و طراحی قطعات برای تحمل بارهای ناشی از بلند کردن و حمل که منجر به استفاده از میلگردهای اضافی

می‌شود [۲].

در صد سال گذشته، پس از وقوع زمین‌لرزه‌هایی که منجر به خرابی‌های گسترده می‌شدند، نیاز بود که ساختمان‌ها به‌خصوص بیمارستان‌ها و مدارس در اسرع وقت ساخته و مورد بهره‌برداری قرار گیرند. هم‌چنین مشکلات موجود در ساخت‌وساز درجا، از جمله گرانی استفاده از اسکلت فولادی و نیروی کارگر ماهر به‌خصوص در زمینه‌ی جوشکاری، مشکل بودن نظارت دقیق بر ساخت و اجرای بتن درجا و عدم رعایت دقیق استانداردهای ساختمانی در ساخت‌وساز درجا، باعث شد که متصدیان امر ساخت‌وساز، روش‌های قدیمی و موجود را تغییر دهند و روش‌های متعددی را برای تولید صنعتی ساختمان به وجود آورند که رایج‌ترین این روش‌ها، صنعت پیش‌ساخته به‌خصوص پیش‌ساخته بتنی بوده است. در کشور ایران، در سال‌های اخیر به صنعت پیش‌ساخته‌سازی، توجه بیشتری شده است، که برای بهبود و پیشرفت آن نیاز به مطالعات و تحقیقات بیشتری است [۳].

روش‌های متعددی برای تولید صنعتی ساختمان به وجود آمده که رایج‌ترین این روش‌ها، صنعت پیش‌ساخته به خصوص پیش‌ساخته بتنی است. در این صنعت، مراحل بتن ریزی و عمل‌آوری تمام و یا تعدادی از اجزای سازه‌ای از جمله فونداسیون، ستون، تیر، دال و دیوار برشی در کارخانه انجام شده و قطعات پیش‌ساخته پس از انتقال به محل کارگاه به یکدیگر متصل

*نویسنده عهده‌دار مکاتبات: heravi@ut.ac.ir

شده و سازه کامل خواهد شد [۴]. جایلون و پون^۱ در سال ۲۰۰۹ نشان دادند که کاهش ضایعات ساخت و محافظت از محیط زیست یکی از مزایای عمده در هنگام استفاده از پیش‌ساخته‌سازی است. براساس تحقیق آن‌ها، متوسط میزان کاهش اتلافات و ضایعات حدود ۵۲٪ بود [۵] چن^۲ و همکاران تاکید نمودند پیش‌ساخته سازی می‌تواند مزایای قابل توجهی از جمله کاهش هزینه‌های کلی، کاهش زمان ساخت‌وساز، بهبود کیفیت، افزایش ایمنی در سایت و کاهش تولید ضایعات را به همراه داشته باشد [۶]. جایلون و پون مجدداً در سال ۲۰۱۴ با استفاده از پرسش‌نامه، مصاحبه و مشاهدات میدانی مهم‌ترین مزایای پیش‌ساختگی را به شرح زیر ارزیابی نمودند: کاهش ضایعات ساخت و ساز، بهبود کیفیت، کاهش مصرف مواد اولیه، بهبود موارد زیست محیطی در سایت، کاهش میزان آلودگی‌های صوتی، بهبود ایمنی و بهداشت، کاهش تعداد کارگران، بهبود بهره‌وری، بهبود مدیریت سایت و فعالیت‌ها، سهولت و سادگی ساخت و ساز، کاهش زمان ساخت و ساز، و صرفه جویی در هزینه‌های پروژه. از سوی دیگر این محققان مهم‌ترین معایب و موانع استفاده از قطعات پیش‌ساخته را به شرح زیر ارزیابی کردند: نیاز بیشتر به انبار، محدودیت ابعاد سایت باتوجه به نیاز به مکان مناسب برای انبار قطعات، بالا بودن هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه، عدم انعطاف پذیری کافی و مقاومت در مقابل تغییرات، بالا بودن هزینه‌های کلی، مشکلات حمل و نقل، نقص کارشناسی، کمبود تامین کنندگان و تجربه ناکافی و سابقه امر در صنعت ساخت [۷]. طی دهه‌های اخیر پیش‌ساخته سازی به طور فزاینده در ساختمان‌های مسکونی مورد استفاده قرار گرفته است و به این ترتیب، بارهای زیست محیطی در کارگاه کاهش یافته و بهره‌وری و ایمنی در سایت را افزایش داده است [۸]. جایلون و شیانگ^۳ جهت کمی کردن پتانسیل کاهش ضایعات در استفاده از پیش‌ساختگی در ساخت و ساز ساختمان‌های مسکونی با انجام مطالعه موردی در کشور هنگ کنگ نشان دادند که صنعت ساخت مقدار قابل توجهی از ضایعات ساخت و ساز را تولید می‌کند. این ضایعات ساختمانی مخلوطی از مواد بی اثر و مضر ناشی از ساخت و ساز یا حفاری یا نوسازی یا تخریب می‌باشد. با توجه به نظر پاسخ دهندگان، بیشترین اجزای کار که ضایعات ساختمان را تولید می‌کنند به ترتیب نزولی عبارت بودند از: قالب، بسته بندی و حفاظت، کارهای تکمیلی و نهایی، کار بنایی و بلوک، داربست، کارهای بتنی، و حمل و نقل و جابجایی مواد و مصالح. مقدار متوسط حجم ضایعات با توجه به زیر بنای ساختمان، در ساختمان‌های سنتی حدود ۰/۳ تن بر متر مربع و در پیش‌ساخته حدود ۰/۱۴ تن بر متر مربع بوده است. به این ترتیب کاهش ضایعات می‌تواند یکی از مزایای عمده در استفاده از پیش‌ساختگی در مقایسه با روش ساخت و ساز سنتی باشد. یافته‌ها اشاره می‌کند که پیش‌ساخته سازی در ساختمان‌های بلند در هنگ کنگ دارای مزایای قابل توجهی از جمله کاهش ضایعات، کاهش زمان ساخت، افزایش کیفیت و ایمنی در سایت و مدیریت بهتر سایت

از طریق کنترل کیفیت می‌باشد [۹].

توسعه پایدار، در جوامع امروز به یک موضوع مهم در میان تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران در حرکت به سوی محیط زیست سالم، اجتماعی پیشرفته و اقتصادی توسعه یافته تبدیل شده است. مفهوم توسعه پایدار، از جمله مفاهیمی است که در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران قرار گرفته است. در ارتقای شرایط اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی هر جامعه یکی از صنایعی که توجه بسیاری را به خود جلب نمود است، صنعت ساختمان بوده است [۱۰]. اورتیز^۴ و همکاران به ارزیابی چرخه‌ی حیات ساختمان براساس شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی توسعه پایدار پرداختند. با به کارگیری ارزیابی چرخه‌ی حیات بهینه‌سازی این ابعاد، از استخراج مواد خام گرفته تا دفع نهایی مواد زائد مصالح ساختمانی، امکان پذیر می‌شود [۱۱]. والانس^۵ و همکاران، طرحی سه‌تایی در زمینه پایداری در صنعت ساخت شامل پایداری در توسعه، ارتباط و نگهداری ارائه نمودند [۱۲]. هم‌چنین زانگ و پنگ^۶ در بررسی چالش‌های صنعتی سازی در ساختمان‌های مسکونی با مطالعه موردی در کشور چین و ارزیابی محدودیت استفاده از صنعتی سازی در ساختمان‌های مسکونی، نتیجه گرفتند که صنعتی سازی به دلیل توانایی خود برای بهبود کیفیت و بهره‌وری و ایمنی و پایداری، نقش مهمی در صنعت احداث ساختمان‌های مسکونی در کشور چین دارد [۱۳]. رشد و توسعه صنعت احداث ساختمان‌های پیش ساخته بتنی نیازمند مدیریت بهینه و حرکت در راستای توسعه پایدار است. رشد این صنعت بدون استراتژی، طرح و برنامه مشخص امکان پذیر نبوده و شناخت دقیق آن اولین اقدام در این زمینه است [۷]. ارزیابی صنعت احداث ساختمان‌های پیش ساخته بتنی، نیاز به استفاده از مدل و روشی مناسب دارد. تلاش این تحقیق در راستای معرفی مدل و روش مناسب به منظور شناخت شرایط وضع موجود این صنعت در کشورهای در حال توسعه و انطباق آن با استانداردهای و معیارهای مرتبط با ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی توسعه پایدار است. اطلاعات جمع آوری شده جهت نیل به اهداف این تحقیق با استفاده از تحلیل SWOT^۷ مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. این روش براساس قوت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها بنا گردیده است و یکی از ابزارهای تدوین راهبرد است که با استفاده از آن، وضعیت داخلی و بیرونی پدیده مورد نظر، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مبنای تصمیمات راهبردی قرار می‌گیرد. این روش، هم‌چنین ابزاری برای شناخت تهدیدها و فرصت‌های ناشی از ضعف‌ها و قوت‌های صنعت احداث ساختمان‌های پیش ساخته بتنی با توجه به ابعاد اجتماعی و اقتصادی و زیست محیطی توسعه پایدار به منظور ارزیابی وضعیت و تدوین راهبرد برای بهبود عملکرد و ارتقاء جایگاه آن است [۱۴].

4 Ortiz

5 Vallance

6 Zhang and Peng

7 Strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT)

1 Jaillon and Poon

2 Chen

3 Jaillon and Chiang

۲- فرضیات و محدودیت‌های پژوهش

مشکلات موجود در ساخت‌وساز درجا، از جمله هزینه‌های بالا، مشکلات نظارت، و عدم رعایت دقیق استانداردهای ساختمانی باعث شده پیش‌ساخته سازی در صنعت ساخت توسعه یابد [۱۵]. در این صنعت، مراحل بتن‌ریزی و عمل‌آوری قطعات تولیدشده از جمله فونداسیون، ستون، تیر، تیرچه، سقف و دال در کارخانه انجام شده و پس از انتقال به محل کارگاه به یکدیگر متصل شده و سازه کامل خواهد شد. این تحقیق با محوریت پروژه‌های ساختمانی پیش‌ساخته متشکل از قطعات سازه‌ای و جداکننده در ساختمان‌های مسکونی معمولی حداکثر تا پنج طبقه در کشورهای در حال توسعه انجام می‌شود. در این پژوهش عوامل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی معیارهای اصلی توسعه پایدار مرتبط با صنعت ساخت در نظر گرفته شده، و از عوامل دیگر مانند معیارهای فرهنگی، سیاسی و سایر عوامل صرف نظر گردیده است. محدوده و جامعه آماری انجام پژوهش شامل کشورهای در حال توسعه می‌باشد که از میان آن‌ها کشورهای ایران، سوریه، مصر، قطر و عربستان به صورت نمونه هدفمند انتخاب شده‌اند.

۳- روش انجام پژوهش

روش این تحقیق مشتمل بر هفت گام اصلی به شرح زیر است:

۱. مطالعات کتابخانه‌ای جهت شناسایی مزایا و معایب صنعت احداث ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته.
۲. مرور تحقیقات گذشته جهت شناسایی و تعیین شاخص‌های کلیدی توسعه پایدار مرتبط با صنعت ساخت با توجه به ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی.
۳. مطالعات میدانی (پرسش‌نامه) جهت شناسایی نقاط قوت و ضعف صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی با توجه به شاخص‌های کلیدی توسعه پایدار.
۴. مطالعات میدانی (پرسش‌نامه) جهت تعیین میزان اهمیت هر یک از شاخص‌های توسعه پایدار از منظر فعالان در بخش صنعت ساخت و ساز.
۵. محاسبه‌ی میزان اهمیت شاخص‌ها و تعیین اولویت آن‌ها، و شناسایی و بررسی فرصت‌ها و تهدیدهای ناشی از نقاط قوت و ضعف صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی در مقایسه با ساختمان‌های بتنی در جا با استفاده از تحلیل SWOT با رویکرد مبتنی بر شناسایی ریسک.
۶. ارزیابی صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی با استفاده از تحلیل SWOT با رویکرد مبتنی بر تحلیل وضعیت.

جدول ۱: شاخص‌های کلیدی بعد اقتصادی توسعه پایدار

Table 1: Key criteria of economic aspect of sustainability

مرجع	شاخص‌های بعد اقتصادی
[۵]	Eco1 افزایش امکان اجرای هم‌زمان چند پروژه بر اساس سرمایه‌گذاری اولیه
[۱۳]	Eco2 نیاز کمتر به سرمایه‌گذاری اولیه اجرای پروژه
[۱۶]	Eco3 امکان اجرای حجم عملیات بالاتر و امکان ساخت‌وساز بیشتر در یک دوره زمانی مشخص
[۱۷]	Eco4 کاهش هزینه‌های ساخت پروژه (ساخت، حمل‌ونقل و ...)
[۳]	Eco5 افزایش طول عمر و استحکام ساختمان
[۱۸]	Eco6 قابلیت استفاده مجدد از اجزا ساخته شده ساختمان
[۱۹]	Eco7 ایجاد شغل و اشتغال مستمر (درآمد مناسب و پایدار)
[۲۰]	Eco8 کاهش نیاز به کارگران در سایت و نیروی کار کمتر و کاهش نیاز به تخصص‌های متعدد
[۲۱]	Eco9 کاهش خطرات و احتمال آسیب‌دیدگی قطعات و مصالح در حین جابجایی و انبار کردن
[۱۶]	Eco10 کاهش نیاز به انبار در محل کارگاه ساختمانی
[۲۲]	Eco11 کاهش مدت زمان اجرای پروژه (استفاده از مزایای صنعتی سازی، کاهش خطاهای اجرایی)
[۲۳]	Eco12 انعطاف‌پذیری در ساخت‌وساز و رویکرد انعطاف‌پذیر نسبت به تغییرات
[۲۴]	Eco13 بهبود وضعیت مدیریت پروژه و فعالیت‌های اجرایی
[۲۵]	Eco14 کاهش دوباره‌کاری‌ها
[۲۶]	Eco15 بهبود و ارتقای کیفیت محصول نهایی (ساختمان)
[۲۷]	Eco16 کاهش تأثیر عوامل محیطی و جوی در طول دوره ساخت

گذشته استفاده شد. سپس شاخص‌های شناسایی شده که به صورت عمومی مربوط به همه زمینه‌ها و صنایع هستند، با مسائل و موضوعات مرتبط با صنعت ساخت تطبیق داده شدند. در نهایت جهت بررسی صحت شاخص‌های تعیین شده از آرای خبرگان بهره گرفته شد. بدین منظور برای درک بهتر و تأیید شاخص‌ها، نظرات کارشناسی از طریق نظرسنجی درباره شاخص‌های توسعه پایدار صنعت ساخت در سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی جمع‌آوری شد.

در این راستا شاخص‌های کلیدی ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی توسعه پایدار مرتبط با صنعت ساخت، و مراجع مربوط به هر یک آن‌ها به ترتیب در جداول ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است.

۷. بررسی و تدوین راهبردهای استفاده از فرصت‌ها و مقابله با تهدیدها به منظور ارتقاء جایگاه صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی با توجه به توسعه پایدار.

۴- تعریف و تعیین شاخص‌های توسعه پایدار

چرخه حیات ساختمان با استخراج مصالح خام، عمل‌آوری و تولید آن‌ها آغاز شده، سپس مرحله ساخت، بهره‌برداری، نگهداری، نوسازی و در نهایت تخریب صورت می‌گیرد. شاخص‌های توسعه پایدار را می‌توان در هر مرحله از چرخه حیات تعیین کرد. برای استخراج شاخص‌های توسعه پایدار در سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی از مطالعه ادبیات و پژوهش‌های

جدول ۲: شاخص‌های کلیدی بعد اجتماعی توسعه پایدار

Table 2: Key criteria of social aspect of sustainability

مرجع	شاخص‌های بعد اجتماعی
[۲۸]	Soc1 افزایش نرخ اشتغال و ایجاد شغل مستمر (کاهش آسیب‌های اجتماعی)
[۶]	Soc2 افزایش احساس رضایت، آسایش و راحتی ساکنان شامل تهویه، روشنایی، فضای کافی (مرغوبیت و مطلوبیت بیشتر)
[۱۲]	Soc3 افزایش سطح مهارت و آموزش افراد تیم ساخت‌وساز
[۲۹]	Soc4 افزایش رضایت و اطمینان از کیفیت و پایداری محصول نهایی (ساختمان)
[۳۰]	Soc5 کاهش میزان آلودگی‌های صوتی، گردوخاک و غبار در محل کارگاه ساختمانی
[۲۷]	Soc6 امکان کار در شرایط جوی متفاوت و حذف محدودیت‌های فصلی
[۲۲]	Soc7 افزایش رقابت‌پذیری در بازار کار
[۳۱]	Soc8 افزایش سلامت، بهداشت و ایمنی (ارتقای ایمنی در مقابل حوادث محتمل) کارگران
[۳۲]	Soc9 افزایش سلامت، بهداشت و ایمنی عمومی

جدول ۳: شاخص‌های کلیدی بعد زیست‌محیطی توسعه پایدار

Table 3: Key criteria of environmental aspect of sustainability

مرجع	شاخص
[۲۷]	Env1 کاهش مصرف منابع طبیعی و مواد اولیه و استفاده بهینه از قالب
[۳۱]	Env2 کاهش آلودگی صوتی و گردوغبار
[۲۶]	Env3 کاهش میزان مصرف انرژی در دوره ساخت
[۳۲]	Env4 کاهش مصرف آب در دوره ساخت (استفاده مجدد از آب، مانند آب مصرفی در عمل‌آوری بتن)
[۳۳]	Env5 کاهش مواد زائد قابل بازیافت و غیر قابل بازیافت که منجر به آلودگی زمین و آب می‌شود
[۳۴]	Env6 کاهش تلفات و پرت مصالح، کاهش ضایعات مواد اولیه و استفاده بهتر از منابع ملی
[۳۵]	Env7 کاهش انتشار ضایعات در کارگاه

۵- شناسایی نقاط قوت و ضعف ساختمان‌های پیش ساخته بتنی

جهت شناسایی مهم‌ترین نقاط قوت و ضعف صنعت احداث ساختمان‌های پیش ساخته بتنی با توجه به شاخص‌های کلیدی توسعه پایدار از نظرات افراد با سابقه در صنعت پیش ساخته بتنی و بازدید میدانی از خط تولید کارخانه‌های تولید قطعات پیش ساخته بتنی کمک گرفته شد. از این رو جمع‌آوری اطلاعات از طریق مشاهده، مطالعه میدانی و پرسش‌نامه انجام شد.

در این راستا با توزیع پرسشنامه‌ی بسته و بهره‌گیری از سه گزینه (مطلوبیت بتن پیش ساخته با وزن ۱؛ مطلوبیت یکسان با وزن ۰/۵؛ و مطلوبیت بتن درجاریخته با وزن صفر)، نقاط قوت و ضعف بتن پیش ساخته و بتن درجا مقایسه شده و مهم‌ترین نقاط قوت و ضعف ساختمان‌های پیش ساخته بتنی با توجه به شاخص‌های کلیدی توسعه پایدار تعیین گردیدند. جامعه آماری این تحقیق، متخصصین صنعت احداث ساختمان در کشورهای ایران، سوریه، مصر، قطر و عربستان بوده و جهت نمونه‌گیری از روش هدفمند و ملاک محور استفاده شده است. بنابراین، ۹۹ خبره فعال در صنعت ساخت اعم از کارفرما، مشاور، و پیمانکار با حداقل ۱۰ سال سابقه کار انتخاب شده و مورد پرسش قرار گرفتند. در این راستا، جهت ارزیابی اولیه صحت انجام کار، پرسش‌نامه تهیه شده در جامعه آماری کوچکتر به طور نمونه توزیع شد و پس از ارزیابی پاسخ‌های محدود جمع‌آوری شده و رفع اشکالات جزئی، در جامعه آماری مورد مطالعه توزیع گردید. در کل، ۹۵ پرسش‌نامه به صورت صحیح تکمیل و دریافت گردید؛ افراد متصدی در کارخانه پیش ساخته بتنی، درباره مطلوبیت نسبی هر یک از بتن‌های پیش ساخته و درجاریخته با توجه به شاخص‌های کلیدی توسعه پایدار، به تفکیک در مراحل مختلف تولید (قالب‌سازی، قالب‌بندی، آرماتوربندی، انتقال شبکه‌ی آرماتورها به قالب، ساخت و نصب قطعات الحاقی، بتن‌سازی، حمل بتن، عمل‌آوری بتن و مسطح‌سازی، حمل برای دیو و دیو) مورد پرسش قرار گرفته‌اند. در جدول ۴ اطلاعات مربوط به پاسخ‌دهندگان، تعداد پرسش‌نامه‌های توزیع و تکمیل شده و کشور محل کار پاسخ‌دهندگان، ارائه شده است.

جدول ۴: مشخصات پاسخ‌دهندگان، تعداد پرسش‌نامه‌های توزیع و تکمیل شده و کشور محل کار پاسخ‌دهندگان

Table 4: The profile of respondents, number of distributed and completed questionnaires and respondents' workplace

پاسخ‌دهندگان	سازنده	طراح	ناظر	مالک	کل
میانگین سابقه کار (سال)	۱۳	۱۷	۱۲	۱۴	۱۴
تعداد پرسش‌نامه توزیع شده	۳۶	۳۱	۲۱	۱۱	۹۹
تعداد پرسش‌نامه تکمیل شده	۳۵	۳۰	۲۰	۱۰	۹۵
کشور محل کار پاسخ‌دهندگان	ایران	سوریه	مصر	قطر	عربستان
تعداد پرسش‌نامه توزیع شده	۵۸	۱۹	۹	۵	۸
تعداد پرسش‌نامه تکمیل شده	۵۸	۱۸	۸	۴	۷

پرسش‌نامه تدوین شده از چهار بخش زیر تشکیل شده است:

- بخش اول: اطلاعات مربوط به پاسخ‌دهندگان.
- بخش دوم: شاخص‌های بُعد اقتصادی توسعه پایدار.
- بخش سوم: شاخص‌های بُعد اجتماعی توسعه پایدار.
- بخش چهارم: شاخص‌های بُعد زیست‌محیطی توسعه پایدار.

با در نظر گرفتن ضرایبی که در جدول ۵ ارائه شده است، بر اساس پاسخ‌های دریافتی، شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته برای هر کدام از شاخص‌ها بر اساس تفاوت مطلوبیت نسبی بتن پیش ساخته و مطلوبیت نسبی بتن درجا، محاسبه گردیده است.

جدول ۵: جدول محاسبات اهمیت نسبی بتن پیش ساخته و بتن درجا

Table 5: Table of calculations the relative importance of prefabricated concrete and cast in place concrete

اهمیت نسبی بتن پیش ساخته	اهمیت نسبی بتن درجا
ضریب بتن پیش ساخته ۱	ضریب بتن پیش ساخته ۰
ضریب یکسان ۰/۵	ضریب یکسان ۰/۵
ضریب بتن درجا ۰	ضریب بتن درجا ۱

برای محاسبه مطلوبیت نسبی از روش محاسبه میانگین ساده وزنی استفاده شده است. با استفاده از رابطه‌های ۱ تا ۳ به ترتیب مطلوبیت نسبی بتن پیش ساخته، مطلوبیت نسبی بتن درجا و شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته به دست می‌آید.

$$I_{pr} = (Pr * 1 + Eq * 0.5 + In * 0) / N \quad (1)$$

$$I_{in} = (Pr * 0 + Eq * 0.5 + In * 1) / N \quad (2)$$

$$DI_{pr} = I_{pr} - I_{in} \quad (3)$$

در روابط فوق، پارامترهای به کار رفته به شرح زیر هستند:

I_{pr} : مطلوبیت نسبی بتن پیش ساخته

I_{in} : مطلوبیت نسبی بتن درجا

DI_{pr} : شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته

Pr : تعداد کسانی که در شاخص مربوطه، بتن پیش ساخته را بر بتن درجا ترجیح داده‌اند.

In : تعداد کسانی که در شاخص مربوطه، بتن درجا را بر بتن پیش ساخته ترجیح داده‌اند.

Eq : تعداد کسانی که امتیاز برابری را برای بتن پیش ساخته و بتن درجا قائل شده‌اند.

N : تعداد کل افرادی که به پرسش‌نامه پاسخ داده‌اند.

جدول ۷: مطلوبیت نسبی بتن پیش ساخته و بتن درجا و شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته (بعد اجتماعی)

Table 7: Relative utility of prefabricated concrete and cast in place concrete and utility index of prefabricated concrete (social aspect)

شاخص اجتماعی	مطلوبیت نسبی بتن پیش ساخته	مطلوبیت نسبی بتن درجا	شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته
Soc 1	۰/۸۶	۰/۱۴	۰/۷۳
Soc 2	۰/۲۰	۰/۸۰	-۰/۶۰
Soc 3	۰/۸۲	۰/۱۸	۰/۶۴
Soc 4	۰/۸۱	۰/۱۹	۰/۶۲
Soc 5	۰/۶۱	۰/۳۹	۰/۲۲
Soc 6	۰/۹۱	۰/۰۹	۰/۸۱
Soc 7	۰/۸۵	۰/۱۵	۰/۷۱
Soc 8	۰/۸۸	۰/۱۲	۰/۷۷
Soc 9	۰/۷۳	۰/۲۷	۰/۴۵
متوسط	۰/۷۴	۰/۲۶	۰/۴۸

جدول ۸: مطلوبیت نسبی بتن پیش ساخته و بتن درجا و شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته (بعد زیست محیطی)

Table 8: The relative utility of prefabricated concrete and cast in place concrete and utility index of prefabricated concrete (environmental aspect)

شاخص زیست محیطی	مطلوبیت نسبی بتن پیش ساخته	مطلوبیت نسبی بتن درجا	شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته
Env 1	۰/۹۴	۰/۰۶	۰/۸۷
Env 2	۰/۸۲	۰/۱۸	۰/۶۴
Env 3	۰/۲۳	۰/۷۷	-۰/۵۴
Env 4	۰/۸۴	۰/۱۶	۰/۶۷
Env 5	۰/۷۴	۰/۲۶	۰/۴۸
Env 6	۰/۹۴	۰/۰۶	۰/۸۷
Env 7	۰/۸۸	۰/۱۲	۰/۷۷
متوسط	۰/۷۷	۰/۲۳	۰/۵۴

مطلوبیت نسبی بتن پیش ساخته، مطلوبیت نسبی بتن درجا و شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته بر مبنای هر یک از شاخص های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی به ترتیب در جداول ۶، ۷ و ۸ ارائه شده است.

جدول ۶: مطلوبیت نسبی بتن پیش ساخته و بتن درجا و شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته (بعد اقتصادی)

Table 6: The relative utility of prefabricated concrete and cast in place concrete and utility index of prefabricated concrete (economic aspect)

شاخص اقتصادی	مطلوبیت نسبی بتن پیش ساخته	مطلوبیت نسبی بتن درجا	شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته
Eco 1	۰/۸۸	۰/۱۲	۰/۷۶
Eco 2	۰/۰۹	۰/۹۱	-۰/۸۲
Eco 3	۰/۸۷	۰/۱۳	۰/۷۴
Eco 4	۰/۷۱	۰/۲۹	۰/۴۱
Eco 5	۰/۷۳	۰/۲۷	۰/۴۶
Eco 6	۰/۸۹	۰/۱۱	۰/۷۹
Eco 7	۰/۵۳	۰/۴۷	۰/۰۶
Eco 8	۰/۵۵	۰/۴۵	۰/۰۹
Eco 9	۰/۰۶	۰/۹۴	-۰/۸۷
Eco 10	۰/۱۶	۰/۸۴	-۰/۶۸
Eco 11	۰/۹۲	۰/۰۸	۰/۸۴
Eco 12	۰/۰۷	۰/۹۳	-۰/۸۵
Eco 13	۰/۷۴	۰/۲۶	۰/۴۷
Eco 14	۰/۵۵	۰/۴۵	۰/۱۱
Eco 15	۰/۸۶	۰/۱۴	۰/۷۳
Eco 16	۰/۸۱	۰/۱۹	۰/۶۲
متوسط	۰/۵۹	۰/۴۱	۰/۱۸

۶-۲- مهم‌ترین نقاط قوت و ضعف صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته در بُعد اجتماعی توسعه پایدار

مهم‌ترین نقاط قوت به ترتیب اولویت عبارتند از (جدول ۷):

- امکان کار در شرایط جوی متفاوت، حذف محدودیت‌های فصلی و ایجاد تداوم کاری (۰/۸۱)؛
 - افزایش سلامت، بهداشت و ایمنی برای کارگران به دلیل مدیریت مطلوب‌تر سایت (۰/۷۷)؛
 - افزایش نرخ اشتغال و ایجاد شغل مستمر، که این موضوع باعث کاهش آسیب‌های اجتماعی می‌شود (۰/۷۳)؛
 - افزایش رقابت‌پذیری در بازار کار (۰/۷۱)؛
 - بالا رفتن سطح مهارت و آموزش افراد به علت تبحر در عملکرد خاص (۰/۶۴)؛ و
 - افزایش رضایت از کیفیت و پایداری ساختمان (۰/۶۲).
- مهم‌ترین نقطه ضعف عبارتست از (جدول ۷):
- کاهش احساس رضایت، آسایش و راحتی ساکنان شامل تهویه، روشنایی، فضای کافی (مرغوبیت و مطلوبیت کمتر) (۰/۶۰).

۶-۳- مهم‌ترین نقاط قوت و ضعف صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته در بُعد زیست‌محیطی توسعه پایدار

مهم‌ترین نقاط قوت به ترتیب اولویت عبارتند از (جدول ۸):

- کاهش مصرف منابع طبیعی و مواد اولیه و میزان مصرف مصالح در سطحی بهینه قرار می‌گیرد (۰/۸۷)؛
 - کاهش تلفات و پرت مصالح و کاهش ضایعات مواد اولیه و استفاده بهتر از منابع ملی به دلیل تولید انبوه و تولید محصولات معیوب کمتر (۰/۸۷)؛
 - کاهش انتشار ضایعات در کارگاه و در نتیجه سازگاری بیشتر با محیط‌زیست (۰/۷۷)؛
 - کاهش مصرف آب در دوره ساخت به دلیل استفاده مجدد از آب مانند آب مصرفی در عمل‌آوری بتن (۰/۶۷)؛
 - کاهش آلودگی صوتی و غبار، به دلیل اینکه کلیه مراحل ساخت و تولید در محیطی خارج از محیط شهری انجام می‌شود و عملیات اجرایی در محل عموماً مربوط به نصب قطعات می‌باشد (۰/۶۴).
- مهم‌ترین نقطه ضعف عبارتست از (جدول ۸):
- افزایش مصرف انرژی در دوره ساخت (۰/۵۴)، به دلیل انجام فرایندها در کارخانه نیاز بیشتری به مصرف انرژی است، اما نکته مثبت آن است که بخش بیشتری از انرژی مصرفی، صرف‌بالاترین کیفیت قطعات پیش‌ساخته مصرفی می‌شود.

برای سنجش قابلیت اعتماد و پایایی پرسش‌نامه‌های جمع‌آوری‌شده از آزمون کرونباخ^۱ استفاده شده است [۳۶]. آلفای کرونباخ محاسبه شده، ۰/۸۳۴ بوده و بیشتر از ۰/۷ است. این موضوع نشان می‌دهد که پاسخ‌های جمع‌آوری‌شده از قابلیت اعتماد بالایی برخوردارند [۳۷].

۶-۴- ارزیابی نقاط قوت و ضعف ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی

با توجه به نتایج ارائه شده در جداول ۶ و ۷ و ۸ و با در نظر گرفتن مقادیر شاخص مطلوبیت بیشتر از (۰/۵) و کمتر از (۰/۵)-، مهم‌ترین نقاط قوت و ضعف برای صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته به شرح زیر تعیین می‌شوند.

۶-۱- مهم‌ترین نقاط قوت و ضعف صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته در بُعد اقتصادی توسعه پایدار

مهم‌ترین نقاط قوت به ترتیب اولویت عبارتند از (جدول ۶):

- کاهش مدت زمان اجرای پروژه به دلیل سرعت اجرا در ساخت‌وساز با استفاده از قطعات بتنی پیش‌ساخته نسبت به بتن درجا (۰/۸۴)؛
- قابلیت استفاده مجدد از اجزا ساخته شده ساختمان که باعث صرفه‌جویی در انرژی می‌شود (۰/۷۹)؛
- افزایش امکان اجرای هم‌زمان چند پروژه بر اساس سرمایه‌گذاری اولیه، که باعث بازگشت سریع‌تر سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری سریع‌تر از پروژه می‌شود (۰/۷۶)؛
- امکان اجرای حجم عملیات بالاتر و امکان ساخت‌وساز بیشتر را در یک دوره زمانی مشخص فراهم می‌آورد که این امر باعث افزایش تولید ناخالص ملی می‌گردد (۰/۷۴)؛
- بهبود و ارتقای کیفیت محصول نهایی که علاوه بر افزایش دوره کارکرد باعث حذف هزینه‌های مربوط به ترمیم و بازسازی‌های احتمالی در دوره بهره‌برداری خواهد شد (۰/۷۳)؛ و
- کاهش تأثیر عوامل محیطی و جوی در طول دوره ساخت که پیشرفت و اجرای عملیات را از دمای محیط و شرایط آب و هوایی منطقه مستقل می‌نماید (۰/۶۲).

مهم‌ترین نقاط ضعف به ترتیب اولویت عبارتند از (جدول ۶):

- افزایش خطرات و احتمال شکستگی و آسیب‌دیدگی قطعات پیش‌ساخته در حین جابجایی و انبار کردن و مشکلات در حمل و نقل (۰/۸۷)-؛
- انعطاف‌ناپذیر بودن ساخت‌وساز و عدم انعطاف نسبت به تغییرات (۰/۸۵)-؛
- نیاز بیشتر به سرمایه‌گذاری اولیه اجرای پروژه (۰/۸۲)-؛ و
- افزایش نیاز به انبار در محل کارگاه ساختمانی و احیاناً نبودن مکان مناسب برای انبار قطعات با توجه به ابعاد سایت (۰/۶۸)-.

جدول ۹: شاخص اهمیت-مطلوبیت بتن پیش ساخته (بعد اقتصادی)

Table 9: The importance-desirability index of prefabricated concrete (economic aspect)

شاخص اهمیت-مطلوبیت بتن پیش ساخته	شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته	ضریب اهمیت شاخص	شاخص
۰/۶۱	۰/۷۶	۰/۸۰	Eco 1
-۰/۷۴	-۰/۸۲	۰/۹۰	Eco 2
۰/۶۴	۰/۷۴	۰/۸۷	Eco 3
۰/۳۸	۰/۴۱	۰/۹۲	Eco 4
۰/۴۱	۰/۴۶	۰/۸۸	Eco 5
۰/۷۰	۰/۷۹	۰/۸۹	Eco 6
۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۷۶	Eco 7
۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۴۸	Eco 8
-۰/۳۹	-۰/۸۷	۰/۴۵	Eco 9
-۰/۵۴	-۰/۶۸	۰/۸۰	Eco 10
۰/۷۹	۰/۸۴	۰/۹۳	Eco 11
-۰/۶۳	-۰/۸۵	۰/۷۴	Eco 12
۰/۲۲	۰/۴۷	۰/۴۶	Eco 13
۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۹۴	Eco 14
۰/۶۷	۰/۷۳	۰/۹۲	Eco 15
۰/۳۸	۰/۶۲	۰/۶۲	Eco 16

۷- شناسایی و ارزیابی مهم ترین فرصت ها و تهدیدهای صنعت احداث ساختمان های پیش ساخته بتنی

هدف این مرحله، بررسی و شناسایی تهدیدهای ناشی از نقاط ضعف، و فرصت های ناشی از نقاط قوت صنعت احداث ساختمان های پیش ساخته با توجه به ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی توسعه پایدار در مقایسه با ساختمان های بتن درجا است. روش مورد استفاده برای شناسایی مهم ترین فرصت ها و تهدیدها، تحلیل SWOT با رویکرد مبتنی بر شناسایی ریسک است.

با در نظر گرفتن تعریف استاندارد PMBOK^۱، مدیریت نقاط قوت و ضعف سازمان ها با رویکرد افزایش فرصت ها و کاهش تهدیدها مبتنی بر مدیریت ریسک صورت می گیرد. در این روش تمرکز بر روی شناسایی نقاط قوت و ضعف سازمان ها به منظور شناسایی فرصت ها و تهدیدهای برخاسته از آن ها است [۳۸]. فرصت ها از نقاط قوت سازمان و تهدیدها از نقاط ضعف سازمان منشا می گیرند که این موضوع مبنای تحلیل SWOT است [۳۹]. در واقع تحلیل SWOT ساز و کاری را ارائه می کند که ارتباط برقرار کردن بین نقاط قوت و ضعف از یکسو و تهدیدها و فرصت ها از سوی دیگر تسهیل شده و زمینه برای تعریف استراتژی های سازمانی فراهم می شود.

در این تحقیق، برای ارزیابی میزان اهمیت شاخص ها توسط پاسخ دهندگان، از سه گزینه اهمیت کم (وزن ۱)، اهمیت متوسط (وزن ۲)، و اهمیت زیاد (وزن ۳)، بهره گرفته شد و با استفاده از رابطه ۴ ضریب کالیبره شده اهمیت شاخص ها به دست آمد.

$$F_i = (L_i * 1 + M_i * 2 + H_i * 3) / (3 * N) \quad (4)$$

در رابطه فوق، پارامترهای به کار رفته به شرح زیر هستند:

F_i : ضریب اهمیت شاخص i ؛

L_i : تعداد کسانی که برای شاخص i ، اهمیت کم قائل شده اند؛

M_i : تعداد کسانی که برای شاخص i ، اهمیت متوسط قائل شده اند؛

H_i : تعداد کسانی که برای شاخص i ، اهمیت زیاد قائل شده اند؛

N : تعداد کل افرادی که به پرسش نامه پاسخ داده اند.

باتوجه شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته (رابطه ۳)، و ضریب اهمیت شاخص ها (رابطه ۴)، شاخص اهمیت-مطلوبیت بتن پیش ساخته را از رابطه ۵ محاسبه می شود.

$$ImDipr = F * Dipr \quad (5)$$

در رابطه فوق، پارامترهای به کار رفته به شرح زیر هستند:

$ImDipr$: شاخص (اهمیت-مطلوبیت) بتن پیش ساخته؛

F : ضریب اهمیت شاخص؛ و

$Dipr$: شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته.

نتایج ارزیابی میزان اهمیت شاخص های توسعه پایدار، شاخص مطلوبیت، و شاخص اهمیت-مطلوبیت بتن پیش ساخته، برای شاخص های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی، به ترتیب در جداول ۹، ۱۰ و ۱۱ ارائه شده اند.

1 Project Management Body of Knowledge

جدول ۱۰: شاخص اهمیت-مطلوبیت بتن پیش ساخته (بعد اجتماعی)

Table 10: The importance-desirability index of prefabricated concrete (social aspect)

شاخص اهمیت-مطلوبیت بتن پیش ساخته	شاخص مطلوبیت بتن پیش ساخته	ضریب اهمیت شاخص	شاخص
۰/۶۱	۰/۷۳	۰/۸۵	Soc 1
-۰/۵۲	-۰/۶۰	۰/۸۷	Soc 2
۰/۵۲	۰/۶۴	۰/۸۲	Soc 3
۰/۴۹	۰/۶۲	۰/۸۰	Soc 4
۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۶۲	Soc 5
۰/۷۰	۰/۸۱	۰/۸۷	Soc 6
۰/۶۱	۰/۷۱	۰/۸۷	Soc 7
۰/۶۳	۰/۷۷	۰/۸۲	Soc 8
۰/۳۷	۰/۴۵	۰/۸۲	Soc 9

جدول ۱۲: مهم‌ترین فرصت‌های صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته (بعد اقتصادی)

Table 12: The most important opportunities for the Prefabricated Concrete Buildings Industry (economic aspect)

فرصت‌های شناسایی شده	نقطه قوت اقتصادی
پتانسیل موجود و قابلیت پیش‌بینی بخش خصوصی از لحاظ مالی و مدیریتی، به معنی وجود شرکت‌های بزرگ عمرانی باتجربه و تخصص بالا و سرمایه کافی است، که فرصت خوبی برای ارتقای صنعت پیش‌ساخته فراهم می‌آورد؛ استفاده از تأمین‌کنندگان متعدد؛ وجود بازارهای داخلی و خارجی؛ افزایش فعالیت پیمانکاران خارجی و جذب سرمایه خارجی؛ اعتبارات و حمایت‌های بین‌المللی؛ مانند وام بانک‌ها و صندوق‌های خارجی؛ سوددهی کم پروژه‌های پیش‌ساخته خارجی، پیمانکاران و سرمایه‌گذاران را به سرمایه‌گذاری در داخل کشور تشویق می‌نماید؛ سود بالاتر نسبت به سرمایه‌گذاری در بانک.	افزایش امکان اجرای هم‌زمان چند پروژه بر اساس سرمایه‌گذاری اولیه، که امکان اجرای حجم عملیات بالاتر و امکان ساخت‌وساز بیشتر را در یک دوره زمانی مشخص فراهم می‌آورد
امکان جدا کردن اجزای ساختمان و بازسازی در محل جدید و استفاده مجدد از آن‌ها در مکان‌های دیگر؛ تجارب موفق و مفید سایر کشورها؛ پروژه‌های موفق که در سایر کشورها اجرا شده، می‌تواند الگوی مناسبی جهت استفاده مجدد ارائه نماید؛ منازل با قابلیت جابه‌جایی؛ امکان جمع‌آوری و استفاده مجدد از قطعات؛ قابلیت دمونتاز و جمع‌آوری قطعات در سازه‌های موقت و برپایی مجدد آن سازه در مکانی دیگر، یا تغییر ابعاد سازه با اضافه کردن قطعات پیش‌ساخته فونداسیون، تیر، ستون، دال و سقف.	قابلیت استفاده مجدد از اجزای ساخته شده ساختمان
کاهش هزینه‌ها برای فرد و جامعه (تأثیر بر روی قیمت تمام‌شده ساختمان‌ها و تأثیر بر اقتصاد کلان)، اسخگویی به تقاضای فعلی جامعه و ایجاد تعادل میان عرضه و تقاضا در بازار؛ کاهش تأثیر تورم بر هزینه‌های اجرا در طول زمان ساخت؛ کاهش اتلاف زمانی پروژه.	کاهش مدت زمان اجرای پروژه
امکان صادرات به کشورهای همسایه؛ امکان کاهش هزینه‌های مربوط به شکست یا دوباره‌کاری و بازسازی؛ رشد مناسب صنعت احداث ساختمان‌ها در آینده؛ رونق گرفتن محصولات؛ پروژه در طول عمر مفید خود، به تعمیرات کمتری نیاز پیدا می‌کند؛ امکان تأمین بارگذاری‌های دلخواه؛ کاهش یا حذف تلفات و افزایش ارزش از دیدگاه مشتری؛ فضای مناسب رسانه‌ای و شبکه اینترنت برای اطلاع‌رسانی و تبلیغات.	بهبود و ارتقای کیفیت محصول نهایی

جدول ۱۱: شاخص اهمیت-مطلوبیت بتن پیش‌ساخته (بعد زیست محیطی)

Table 11: The importance-desirability index of prefabricated concrete (environmental aspect)

شاخص	ضریب اهمیت شاخص	شاخص مطلوبیت بتن پیش‌ساخته	شاخص اهمیت-مطلوبیت بتن پیش‌ساخته
Env 1	۰/۸۵	۰/۸۷	۰/۷۴
Env 2	۰/۷۲	۰/۶۴	۰/۴۶
Env 3	۰/۸۷	۰/۵۴	۰/۴۷
Env 4	۰/۹۲	۰/۶۷	۰/۶۲
Env 5	۰/۸۵	۰/۴۸	۰/۴۱
Env 6	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۷۹
Env 7	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۶۶

با توجه به نتایج ارائه شده در جداول ۹، ۱۰ و ۱۱ و با در نظر گرفتن مقادیر شاخص اهمیت-مطلوبیت، مهم‌ترین فرصت‌ها از مهم‌ترین نقاط قوت صنعت احداث ساختمان‌های بتن پیش‌ساخته، و مهم‌ترین تهدیدها از مهم‌ترین نقاط قوت صنعت احداث ساختمان‌های بتن درجا به ترتیب زیر استخراج می‌شوند:

- مهم‌ترین فرصت‌ها بر اساس مقادیر شاخص اهمیت-مطلوبیت بیشتر از $(+0/5)$ برای بتن پیش‌ساخته؛ و
- مهم‌ترین تهدیدها بر اساس مقادیر شاخص اهمیت-مطلوبیت کمتر از $(-0/5)$ برای بتن پیش‌ساخته.

۷-۱- مهم‌ترین فرصت‌ها و تهدیدهای صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته در بُعد اقتصادی

مهم‌ترین فرصت‌ها و تهدیدهای صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بر مبنای نقاط قوت و ضعف این صنعت در بُعد اقتصادی (جدول ۹)، به ترتیب در جداول ۱۲ و ۱۳ ارائه شده است.

جدول ۱۳: مهم‌ترین تهدیدهای صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته (بعد اقتصادی)

Table 13: The most important threats to the Prefabricated Concrete Buildings Industry (economic aspect)

نقطه ضعف اقتصادی	تهدیدهای شناسایی شده
نیاز بیشتر به سرمایه‌گذاری اولیه اجرای پروژه	سخت‌گیری بانک‌های دولتی و خصوصی در اعطای وام و عدم رغبت بانک‌های داخلی به اعطای وام به پروژه‌های پیش‌ساخته بتنی، به دلیل وجود تردید و ابهام در سوددهی پروژه‌ها؛ وابستگی به فناوری‌های وارداتی؛ تأثیر اقتصاد جهانی؛ بروز مشکلات در اقتصاد جهانی می‌تواند به لحاظ تأمین اعتبارات بین‌المللی، تأمین تجهیزات پروژه‌ها و کاهش توان پیمانکارانی که با خارج از کشور در ارتباط‌اند، انجام پروژه‌ها را تهدید نماید؛ تأثیر تحریم‌های بین‌المللی را به لحاظ استفاده از تخصص، تأمین مالی و ایجاد اشکال در تأمین تجهیزات خارجی، می‌توان تهدید بشمار آورد.
انعطاف‌ناپذیر بودن ساخت‌وساز و عدم انعطاف نسبت به تغییرات	ورود رقبای جدید به عرصه تولید و وجود رقبای هم‌مزیت در منطقه؛ ارتباط ضعیف با مشتریان و بازارها؛ ورود یا رونق گرفتن محصولات قابل جایگزین با محصولات موجود؛ بدبینی فرهنگ عمومی نسبت به پروژه‌های پیش‌ساخته بتنی و دید منفی به پیمانکاران، سرمایه‌گذاران را به موفقیت پروژه در اجرا و بهره‌برداری امیدوار نمی‌کند.
افزایش نیاز به انبار در محل کارگاه ساختمانی	مشکل ساخت در مناطقی که کارخانه پیش‌ساختگی وجود نداشته باشد؛ نبودن مکان مناسب برای انبار قطعات با توجه به ابعاد سایت؛ ممکن است محل ساخت پروژه‌ها در شعاع عمل اقتصادی کارخانجات موجود واقع نباشد؛ کوچک بودن ابعاد سایت؛ بالا بودن هزینه‌های آغازی.

جدول ۱۴: مهم‌ترین فرصت‌های صنعت احداث ساختمان‌های

پیش‌ساخته (بعد اجتماعی)

Table 14: The most important opportunities for the Prefabricated Concrete Buildings Industry (social aspect)

Table 15: The most important threats to the Prefabricated Concrete Buildings Industry (social aspect)

نقاط ضعف اجتماعی	تهدیدهای شناسایی شده
عدم وجود خوش‌بینی در عموم مردم نسبت به ساختمان‌های مسکونی پیش‌ساخته بتنی، که منجر به عدم وجود تمایل برای سکونت در این نوع ساختمان‌ها می‌شود؛ تمایل عمومی جامعه به روش‌های موجود، موجب مقابله با نفوذ و نشر فناوری‌های صنعتی می‌شود؛ عدم اطمینان به فناوری‌های صنعتی ساختمانی؛ فناوری‌های نوین صنعتی، مانند هر پدیده‌ی نوین دیگری در ابتدای راه به دلیل عدم شناخت کامل جامعه نسبت به آن‌ها، با مقاومت از سوی مصرف‌کنندگان مواجه هستند؛ وابستگی به مشتری؛ ورود روش‌های نوین و ظهور فناوری‌های جدید و محصولات جایگزین در عرصه صنعت ساخت‌وساز که نیازهای مردم را بیشتر تأمین می‌نماید، مقبولیت بیشتری در بین آحاد جامعه دارند؛ فرهنگ نادرست و دید منفی مصرف‌کنندگان نسبت به ساختمان‌های پیش‌ساخته.	کاهش احساس رضایت، آسایش و راحتی ساکنان

۷-۲- مهم‌ترین فرصت‌ها و تهدیدهای صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته (بعد اجتماعی)

مهم‌ترین فرصت‌ها و تهدیدهای صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بر مبنای نقاط قوت و ضعف این صنعت در بُعد اجتماعی (جدول ۱۰)، به ترتیب در جداول ۱۴ و ۱۵ ارائه شده است.

نقطه قوت اجتماعی	فرصت‌های شناسایی شده
ایجاد شغل	نیاز شدید جامعه به ایجاد اشتغال پایدار.
بالا رفتن سطح مهارت و آموزش	وجود توانایی‌های بالقوه در زمینه‌های فنی در کشور؛ توان علمی و انگیزه بالای دانش‌آموختگان دانشگاهی برای پیشرفت و حل مشکلات کشور؛ واگذاری مسئولیت، افراد را وادار به تمرکز روی فعالیت خاصی می‌کند که به خاطر تکرار زیاد و کسب تجربه این فعالیت را به خوبی انجام می‌دهند؛ ارتقای جایگاه نیروی کار برای افراد تحصیل کرده در صنعت ساختمان؛ کاهش پیچیدگی‌های تعامل افراد و دستگاه‌ها از طریق سیستم‌های تکراری، موجب کاهش خطرات ناشی از خرابی تولید می‌شود؛ وجود فارغ‌التحصیلان رشته‌های دانشگاهی آشنا به مسائل جدید تخصصی و علمی.
حذف محدودیت‌های فصلی	وجود تقاضا و امکان استفاده از نیروی کار دائمی در تمام فصول سال.
افزایش رقابت‌پذیری در بازار کار	افزایش تعداد ساختمان‌های ساخته شده در واحد زمان، کاهش متوسط قیمت مسکن و افزایش امکان خرید برای اقشار ضعیف‌تر جامعه؛ آگاهی از هزینه و خرید محصول به جای خدمات، تأمین بودجه را ساده‌تر می‌کند؛ تقاضای بسیار زیاد برای محصول یا خدمت در کشور؛ وجود صنایع پشتیبان در همان کشور؛ وجود شرکت‌های رقیب بسیار سخت در همان کشور؛ تحریم‌های بین‌المللی را می‌توان به لحاظ اتکالی بیشتر بر توانایی‌های ملی و اجبار پیمانکاران در اتکا به امکانات داخلی، فرصت بشمار آورد.
افزایش سلامت، بهداشت و ایمنی	نیاز شدید جامعه به بهبود وضع بهداشت و سلامت طبقات مولد جامعه.

۷-۳- مهم‌ترین فرصت‌ها و تهدیدهای صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته در بُعد زیست‌محیطی

مهم‌ترین فرصت‌های صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی بر مبنای نقاط قوت این صنعت در بُعد زیست‌محیطی (جدول ۱۶)، در جدول ۱۶ ارائه شده است. شایان ذکر است که از لحاظ بُعد زیست‌محیطی، نقطه ضعف قابل‌توجهی برای این صنعت پیش‌بینی نمی‌شود که بتواند منجر به تهدید اساسی شود.

جدول ۱۶: مهم‌ترین فرصت‌های صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته (بعد زیست‌محیطی)

Table 16: The most important opportunities for the Prefabricated Concrete Buildings Industry (environmental aspect)

نقاط قوت زیست‌محیطی	فرصت‌های شناسایی شده
کاهش مصرف منابع طبیعی و مواد اولیه، که در اثر آن، میزان مصرف مصالح در سطحی بهینه قرار می‌گیرد؛ کاهش مصرف آب در دوره ساخت به دلیل استفاده مجدد از آب، مانند آب مصرفی در عمل‌آوری بتن؛ کاهش تلفات و پرت مصالح، کاهش ضایعات مواد اولیه، استفاده بهتر از منابع ملی به دلیل تولید انبوه و تولید محصولات معیوب کمتر؛ و کاهش انتشار ضایعات در کارگاه	توجه عمومی در کشور و دنیا نسبت به حفظ محیط‌زیست، افزایش بهره‌وری از منابع طبیعی و حفظ سرمایه‌های ملی، کاهش تولید نخاله و ضایعات ساختمانی و بهینه شدن مصرف انرژی در ساختمان‌ها، از مهم‌ترین اثرات صنعتی‌سازی روی محیط‌زیست می‌باشند. این موارد علاوه بر آنکه به استفاده بهینه از منابع طبیعی منجر می‌شوند، حجم ضایعات و هزینه‌های دسته‌بندی و حمل‌ونقل ضایعات را نیز کاهش می‌دهند.

۸- بررسی و تدوین راهبردهای استفاده از فرصت‌ها و مقابله با تهدیدها به منظور ارتقاء جایگاه صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی

برای تدوین راهبردهای مناسب، از تحلیل SWOT مبتنی بر تحلیل وضعیت استفاده می‌شود. برای نمایش بهتر، ماتریس SWOT در جداول ۱۷ و ۱۸ به شرح زیر ارائه شده است:

- راهبردهای مبتنی بر نقاط قوت-فرصت‌ها و نقاط قوت-تهدیدها (جدول ۱۷)؛ و

- راهبردهای مبتنی بر نقاط ضعف-فرصت‌ها و نقاط ضعف-تهدیدها (جدول ۱۸).

- با جمع‌بندی راهبردهای استفاده از فرصت‌ها و مقابله با تهدیدهای صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی که بر مبنای شاخص‌های توسعه پایدار در کشورهای در حال توسعه حاصل گردیده است (جدول ۱۷ و ۱۸)، به طور خلاصه راهبردهای زیر، برای ارتقای جایگاه این صنعت پیشنهاد می‌گردند:

- فعال نمودن مراکز تحقیقاتی پژوهشی کاربردی، تخصیص بودجه

مناسب و کافی به این مراکز، افزایش کیفی و کمی فعالیت‌های تحقیق و توسعه، تعریف پروژه‌های تحقیقاتی برای بررسی تجارب مفید سایر کشورها و ارائه راهکارهایی برای استفاده از تجارب مفید آن‌ها در داخل کشور.

برگزاری همایش‌ها و کنفرانس‌های علمی.

حفظ و توسعه نام و اسم تجاری برای محصولات پیش‌ساخته تولیدی و سعی در معرفی جایگاه و تبلیغ آن در سطح استانداردهای بین‌المللی با افزایش تولید، کیفیت و نفوذ در بازارها.

تدوین ضوابط و نظارت و کنترل کیفیت ساخت و نصب قطعات پیش‌ساخته بتنی.

انطباق‌پذیری بیشتر سیستم‌های ساخت ساختمان‌های پیش‌ساخته با انواع معماری.

فرهنگ‌سازی در جامعه جهت استفاده از خانه‌های پیش‌ساخته بتنی.

فرهنگ‌سازی، اطلاع‌رسانی و تبلیغات عمومی با تأکید و تبلیغات بر روی پروژه‌هایی که به نحو مطلوب در حال بهره‌برداری هستند.

تعریف پروژه‌های تحقیقاتی برای امکان‌سنجی بومی‌سازی و ساخت تجهیزات مورد نیاز توسعه صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته در داخل کشور.

اعتمادسازی و استفاده بیشتر از حمایت‌ها و تسهیلات و سرمایه‌گذاری بین‌المللی.

تعریف پروژه‌های پیش‌ساخته بتنی با ویژگی‌های متنوع در نقاط مختلف کشور.

ایجاد بستر مناسب و الزام مشاوران به ارائه و مقایسه گزینه‌های ساخت پیش‌ساخته با روش‌های سنتی.

تدوین قوانین تشویق‌کننده‌ی استفاده از پیش‌ساخته‌سازی توسط دولت و شهرداری‌ها.

پرداخت یارانه به ازای هر مترمربع احداث ساختمان پیش‌ساخته. اولویت‌بندی پرداخت وام ساخت مسکن جهت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته.

بهره‌گیری از توان علمی و اجرایی نیروهای تحصیل کرده و نخبگان دانشگاهی در کادرسازی، افزایش کیفیت و بهبود مدیریت، کنترل و نظارت پروژه‌های احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته.

بهره‌گیری از سیستم‌های فناوری اطلاعات در تحلیل پروژه‌ها، ثبت تجارب و اطلاعات قابل استفاده در پروژه‌های آتی ساختمان‌های پیش‌ساخته برای پیش‌گیری از تکرار ضعف‌ها در آینده و استفاده مفیدتر از فرصت‌ها.

جدول ۱۷: راهبردهای مبتنی بر ماتریس SWOT (نقاط قوت-فرصت‌ها و نقاط قوت-تهدیدها)

Table 17: The strategies based on SWOT matrix (Strengths-Opportunities and Strength-Threats)

نقاط قوت (S)	نقاط قوت-فرصت‌ها (SO) / نقاط قوت-تهدیدها (ST)
<p>(۱) افزایش امکان اجرای هم‌زمان چند پروژه بر اساس سرمایه‌گذاری اولیه؛ (۲) قابلیت استفاده مجدد از اجزا ساخته شده ساختمان؛ (۳) کاهش مدت زمان اجرای پروژه؛ (۴) بهبود و ارتقای کیفیت محصول نهایی؛ (۵) افزایش نرخ اشتغال و ایجاد شغل مستمر؛ (۶) بالا رفتن سطح مهارت و آموزش؛ (۷) امکان کار در شرایط جوی متفاوت، حذف محدودیت‌های فصلی؛ (۸) افزایش رقابت‌پذیری در بازار کار؛ (۹) افزایش سلامت، بهداشت ایمنی برای کارگران؛ (۱۰) کاهش مصرف منابع طبیعی و مواد اولیه؛ (۱۱) کاهش مصرف آب در دوره ساخت؛ (۱۲) کاهش تلفات و پرت مصالح، کاهش ضایعات مواد اولیه، استفاده بهتر از منابع ملی؛ و (۱۴) کاهش انتشار ضایعات در کارگاه.</p>	<p>فرصت‌ها (O)</p> <ul style="list-style-type: none"> (۱) پتانسیل موجود و قابل پیش‌بینی بخش خصوصی از لحاظ مالی و مدیریتی؛ (۲) استفاده از تأمین‌کنندگان متعدد؛ (۳) وجود بازارهای داخلی و خارجی؛ (۴) افزایش فعالیت پیمانکاران خارجی و جذب سرمایه خارجی؛ (۵) سود بالاتر نسبت به سرمایه‌گذاری در بانک؛ (۶) تجارب موفق و مفید سایر کشورها؛ (۷) کاهش تأثیر تورم بر هزینه‌های اجرا در طول زمان ساخت؛ (۸) پروژه، در طول عمر مفید خود به تعمیرات کمتری نیاز پیدا می‌کند؛ (۹) امکان تأمین بارگذاری‌های دلخواه؛ (۱۰) کاهش یا حذف تلفات و افزایش ارزش از دیدگاه مشتری؛ (۱۱) نیاز شدید جامعه به ایجاد اشتغال پایدار؛ (۱۲) توان علمی و انگیزه بالای دانش‌آموختگان دانشگاهی برای پیشرفت و حل مشکلات کشور؛ (۱۳) واگذاری مسئولیت، افراد را وادار به تمرکز روی فعالیت خاصی می‌کند؛ (۱۴) وجود تقاضا و امکان استفاده از نیروی کار دائمی در تمام فصول سال؛ (۱۵) آگاهی از هزینه، خرید محصول به جای خدمات؛ و (۱۶) نیاز شدید جامعه به بهبود وضعیت بهداشت و سلامت طبقات مولد جامعه.
<p>تعیین قانون‌های تشویق‌کننده استفاده از روش پیش‌ساختگی توسط دولت و شهرداری‌ها (S8, O2)؛ بهره‌گیری از فرصت‌های توان علمی بالای نیروهای تحصیل‌کرده و دانشگاهی، استخدام نخبگان دانشگاهی برای کادرسازی، افزایش کیفیت و بهبود مدیریت، کنترل و نظارت پروژه‌ها (S6, O13, O12)؛ ایجاد سازوکاری برای استفاده از سیستم‌ها و فناوری‌های فناوری اطلاعات در تحلیل پروژه‌ها، ثبت تجارب و اطلاعات قابل استفاده در پروژه‌های آتی (S12, O9, O3).</p>	<p>تهدیدها (T)</p> <ul style="list-style-type: none"> (۱) سخت‌گیری بانک‌های دولتی و خصوصی در اعطای وام؛ (۲) وابستگی به فناوری‌های وارداتی؛ (۳) تأثیر اقتصاد جهانی؛ (۴) ورود رقبای جدید به عرصه تولید و وجود رقبای هم‌مزیت در منطقه؛ (۵) ارتباط ضعیف با مشتریان و بازارها؛ (۶) ورود یا رونق گرفتن محصولات قابل جایگزین با محصولات موجود؛ (۷) بدبینی فرهنگ عمومی نسبت به پروژه‌های پیش‌ساخته بتنی؛ (۸) عدم وجود خوش‌بینی در عموم مردم نسبت به ساختمان‌های مسکونی پیش‌ساخته بتنی؛ (۹) تمایل عمومی جامعه به روش‌های موجود، موجب مقابله با نفوذ و نشر فناوری‌های نوین می‌شود؛ (۱۰) عدم اطمینان به فناوری‌های نوین ساختمانی (فناوری‌های نوین صنعتی، مانند هر پدیده‌ی نوین دیگری در ابتدای راه به دلیل عدم شناخت کامل جامعه نسبت به آن‌ها، با مقاومت از سوی مصرف‌کنندگان مواجه هستند)؛ (۱۱) وابستگی به مشتری؛ و (۱۲) ورود روش‌های نوین و ظهور فناوری‌های جدید و محصولات جایگزین در عرصه صنعت ساخت‌وساز که نیازهای مردم را بیشتر تأمین نموده، مقبولیت بیشتری در بین آحاد جامعه دارند.

جدول ۱۸: راهبردهای مبتنی بر ماتریس SWOT (نقاط ضعف - فرصت‌ها و نقاط ضعف - تهدیدها)

Table 18: The strategies based on SWOT matrix (Weaknesses - Opportunities and Weaknesses-Threats)

نقاط ضعف (W)	نقاط ضعف-فرصت‌ها (WO) / نقاط ضعف-تهدیدها (WT)
<p>(۱) نیاز بیشتر به سرمایه‌گذاری اولیه اجرای پروژه؛ (۲) افزایش نیاز به انبار در محل کارگاه ساختمانی؛ (۳) انعطاف‌ناپذیر بودن ساخت‌وساز و عدم انعطاف نسبت به تغییرات؛ (۴) کاهش احساس رضایت، آسایش و راحتی ساکنان؛ و (۵) افزایش مصرف انرژی در دوره ساخت.</p>	<p>فرصت‌ها (O)</p> <p>(۱) پتانسیل موجود و قابل پیش‌بینی بخش خصوصی از لحاظ مالی و مدیریتی؛ (۲) استفاده از تأمین‌کنندگان متعدد؛ (۳) وجود بازارهای داخلی و خارجی؛ (۴) افزایش فعالیت پیمانکاران خارجی و جذب سرمایه خارجی؛ (۵) سود بالاتر نسبت به سرمایه‌گذاری در بانک؛ (۶) تجارب موفق و مفید سایر کشورها؛ (۷) پروژه، در طول عمر مفید خود به تعمیرات کمتری نیاز پیدا می‌کند؛ (۸) کاهش یا حذف تلفات و افزایش ارزش از دیدگاه مشتری؛ (۹) نیاز شدید جامعه به ایجاد اشتغال پایدار؛ (۱۰) توان علمی و انگیزه بالای دانش‌آموختگان دانشگاهی برای پیشرفت و حل مشکلات کشور؛ (۱۱) واگذاری مسئولیت، افراد را وادار به تمرکز روی فعالیت خاصی می‌کند؛ (۱۲) وجود تقاضا و امکان استفاده از نیروی کار دائمی در تمام فصول سال؛ (۱۳) آگاهی از هزینه، خرید محصول به جای خدمات؛ و (۱۴) نیاز شدید جامعه به بهبود وضع بهداشت و سلامت طبقات مولد جامعه.</p>
<p>همکاری و انجام پیمان‌های راهبردی با شرکت‌های تولیدکننده قطعات پیش‌ساخته در منطقه، به جای رقابت با آن‌ها (O6, O4, O1, W1).</p> <p>سعی در تولید برخی قطعات بسیار باارزش و مؤثر کاربردی (O12, O11, O7, W3).</p> <p>توانمندسازی بخش خصوصی به عنوان موتور محرک اصلی رشد و توسعه و استفاده کارا از بخش خصوصی (O10, O1, W1).</p> <p>سعی در ایجاد بستر مناسب و الزام مشاوران به ارائه و مقایسه گزینه‌های ساخت سنتی و پیش‌ساخته (O11, O4, W5).</p> <p>تعیین قانون‌های تشویق‌کننده استفاده از روش پیش‌ساختگی توسط دولت، بانک‌ها و شهرداری‌ها (O7, O5, W1).</p> <p>جهت بهره‌گیری از فرصت توان علمی بالای نیروهای تحصیل‌کرده و دانشگاهی، استخدام نخبگان دانشگاهی برای کادرسازی، افزایش کیفیت و بهبود مدیریت، کنترل و نظارت پروژه‌ها (O9, W3).</p>	<p>تهدیدها (T)</p> <p>(۱) سخت‌گیری بانک‌های دولتی و خصوصی در اعطای وام؛ (۲) وابستگی به فناوری‌های وارداتی؛ (۳) تأثیر اقتصاد جهانی؛ (۴) ورود رقبای جدید به عرصه تولید و وجود رقبای هم‌مزیت در منطقه؛ (۵) ارتباط ضعیف با مشتریان و بازارها؛ (۶) ورود یا رونق گرفتن محصولات قابل جایگزین با محصولات موجود؛ (۷) بدبینی فرهنگ عمومی نسبت به پروژه‌های پیش‌ساخته بتنی؛ (۸) عدم وجود خوش‌بینی در عموم مردم نسبت به ساختمان‌های مسکونی پیش‌ساخته بتنی؛ (۹) تمایل عمومی جامعه به روش‌های موجود؛ (۱۰) عدم اطمینان به فناوری‌های نوین ساختمانی؛ و (۱۱) وابستگی به مشتری.</p>
<p>بررسی روش‌های نوین در مسائل اقتصادی پروژه‌ها از قبیل تأمین مالی و بازگشت سود و سرمایه (T4, T3, T1, W1).</p> <p>حفظ و توسعه نام و اسم تجاری برای کل محصولات تولیدی و سعی در معرفی جایگاه و تبلیغ آن در سطح استانداردهای بین‌المللی با افزایش تولید، کیفیت و نفوذ در بازارها (T11, T7, T6, T5, W4).</p> <p>سعی در انطباق‌پذیری زیاد سیستم‌های ساخت ساختمان‌های پیش‌ساخته با انواع معماری (W3, W4, T8, T9, T10).</p> <p>سعی در فرهنگ‌سازی در جامعه درباره استفاده از خانه‌های پیش‌ساخته بتنی (T11, T10, T8, T6).</p> <p>اطلاع‌رسانی عمومی با فرصت‌های سرمایه‌گذاری، اطلاع‌رسانی با جزئیات بیشتر به سرمایه‌گذاران و شرکت‌های عمرانی با تأکید بر نقاط قوت (T11, T10, T8).</p> <p>تعریف پروژه‌های پیش‌ساخته بتنی با ویژگی‌های متنوع در نقاط مختلف کشور (T10, T6, W2).</p>	

۹- تحلیل نتایج

- یک دوره زمانی مشخص.
- بهبود و ارتقای کیفیت محصول نهایی که علاوه بر افزایش دوره کارکرد باعث حذف هزینه‌های مربوط به ترمیم و بازسازی‌های احتمالی در دوره بهره‌برداری خواهد شد.
 - امکان کار در شرایط جوی متفاوت، حذف محدودیت‌های فصلی و ایجاد تداوم کاری.
 - افزایش سلامت، بهداشت و ایمنی برای کارگران به دلیل مدیریت مطلوب‌تر سایت.
 - با توجه به نتایج بدست آمده مهم‌ترین مزایای صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی با توجه به شاخص‌های توسعه پایدار عبارتند از:
 - کاهش مدت زمان اجرای پروژه به دلیل سرعت ساخت و ساز.
 - قابلیت استفاده مجدد از اجزا ساخته شده ساختمان.
 - افزایش امکان اجرای هم‌زمان چند پروژه بر اساس سرمایه‌گذاری اولیه، که باعث بازگشت سریع‌تر سرمایه‌گذاری می‌شود.
 - امکان اجرای حجم عملیات بالاتر و امکان ساخت‌وساز بیشتر در

- تبلیغات عمومی، با تأکید و تبلیغ در مورد پروژه‌هایی که به نحو مطلوبی در حال بهره‌برداری هستند.
- ایجاد بستر مناسب و الزام مشاوران به ارائه و مقایسه گزینه‌های ساخت پیش‌ساخته در مطالعات توجیهی.
- تدوین قوانین تشویقی برای استفاده از روش‌های پیش‌ساخته سازی توسط دولت، بانک‌ها و شهرداری‌ها.
- پرداخت یارانه به ازای هر مترمربع ساخت به روش‌های پیش‌ساخته سازی.
- حفظ و توسعه نام و اسم تجاری برای کل محصولات تولیدی و سعی در معرفی جایگاه و تبلیغ آن در سطح استانداردهای بین‌المللی با افزایش تولید، کیفیت و نفوذ در بازارها.
- تعریف پروژه‌های پیش‌ساخته بتنی با ویژگی‌های متنوع در نقاط مختلف کشور.

۱۰- نتیجه گیری

صنعت ساخت با توجه به گستره تاثیر آن بر جوامع و اقتصاد جهانی و همچنین محیط زیست بشری یکی از مهم‌ترین صنایع در بحث توسعه پایدار به شمار می‌رود به همین جهت در این مقاله توجه به مفهوم و ابعاد توسعه پایدار، فعالیت‌های انجام شده، چگونگی هدایت بازار به این سمت و همچنین راهکارهای ارائه شده در زمینه توسعه پایدار در صنعت ساخت و چگونگی حرکت به سمت توسعه پایدار در ساخت و سازهای پیش‌ساخته بتنی مورد بررسی قرار گرفته است.

این تحقیق با هدف شناسایی و تعیین فرصت‌ها و تهدیدهای صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی، چارچوبی برای ارزیابی پایداری ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی از نظر اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی فراهم، و اقدام به شناسایی مزایای و معایب این صنعت نموده است. در این راستا از تحقیقات پیشین در زمینه‌ی ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی و بتن در جا بهره گرفته شده است. پس از تعیین شاخص‌های مربوطه، نقطه نظرات کارشناسان با استفاده از پرسش‌نامه جمع آوری شد تا صحت شاخص‌ها و تعیین میزان اهمیت هر کدام از شاخص‌ها به عنوان مبنای شناسایی فرصت‌ها و تهدیدهای ناشی از نقاط قوت و ضعف ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی مورد ارزیابی قرار گیرد، به‌منظور بهبود عملکرد و ارتقای جایگاه صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی با توجه به معیارها و شاخص‌های کلیدی توسعه پایدار، راهکارهایی برای بهره‌گیری از قوت‌ها، برطرف نمودن ضعف‌ها، استفاده از فرصت‌ها و رفع تهدیدها ارائه شد. بتن پیش‌ساخته در مقایسه با بتن درجا، با توجه به شاخص‌های توسعه پایدار از مطلوبیت بالاتری برخوردار است. نتایج تحقیق مطلوبیت بتن پیش‌ساخته از منظر توسعه پایدار را به ترتیب در ابعاد زیست‌محیطی (۵۴/۰)، اجتماعی (۴۸/۰) و اقتصادی (۱۸/۰) ارزیابی نمود. بتن پیش‌ساخته در مقایسه با بتن درجا، با توجه به شاخص‌های توسعه پایدار می‌تواند فرصت‌های بیشتری

- افزایش نرخ اشتغال و ایجاد شغل مستمر، که این موضوع باعث کاهش آسیب‌های اجتماعی می‌شود.
- افزایش رقابت‌پذیری در بازار کار.
- کاهش مصرف منابع طبیعی و مواد اولیه و میزان مصرف مصالح.
- کاهش تلفات و پرت مصالح و کاهش ضایعات مواد اولیه و استفاده بهتر از منابع ملی به دلیل تولید انبوه و تولید محصولات معیوب کمتر.
- کاهش انتشار ضایعات در کارگاه و در نتیجه سازگاری بیشتر با محیط‌زیست.
- همچنین مهم‌ترین معایب صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی با توجه به شاخص‌های توسعه پایدار عبارتند از:
- افزایش خطرات و احتمال شکستگی و آسیب‌دیدگی قطعات پیش‌ساخته در حین جابجایی و انبار کردن و مشکلات در حمل و نقل.
- انعطاف‌ناپذیر بودن ساخت‌وساز و عدم انعطاف پذیری نسبت به تغییرات.
- نیاز بیشتر به سرمایه‌گذاری اولیه جهت اجرای پروژه.
- همچنین براساس راهبردهای تدوین شده جهت ارتقاء جایگاه صنعت احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی، می‌توان برخی از راهکارهای موثر را به شرح زیر پیشنهاد نمود:
- تخصیص بودجه کافی به مراکز پژوهشی کاربردی و تعریف پروژه‌های تحقیقاتی برای امکان‌سنجی بومی‌سازی و ساخت تجهیزات مورد نیاز احداث ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی در داخل کشور.
- توسعه همکاری با شرکت‌های تولیدکننده قطعات پیش‌ساخته.
- توانمندسازی و ایجاد زمینه رقابت برای بخش خصوصی به عنوان موتور محرک اصلی رشد و توسعه.
- تدوین ضوابط و استانداردهای لازم در مورد کیفیت مصالح و روش‌های اجرای ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی.
- تدوین راهکارهایی برای اعتمادسازی و استفاده بیشتر از حمایت‌های و وام‌های بانکی بین‌المللی.
- نظارت موثر و کافی بر اجرای ساختمان‌های پیش‌ساخته.
- سعی در ایجاد بستر مناسب جهت افزایش فعالیت پیمانکاران خارجی و جذب سرمایه و توان مالی و اجرایی خارجی.
- اولویت‌بندی پرداخت وام ساخت مسکن با توجه به استفاده از روش پیش‌ساخته سازی.
- ایجاد سازوکار برای استفاده از سیستم‌ها و فناوری‌های اطلاعات در تحلیل پروژه‌ها و ثبت تجارب و اطلاعات قابل استفاده در پروژه‌های آتی.
- استفاده از رسانه‌های مختلف برای فرهنگ‌سازی، اطلاع‌رسانی و

Competitiveness Review: An International Business Journal, 16(3/4) (2006) 233-247.

- [15] A. Björnfort, Y. Sardén, Prefabrication: a lean strategy for value generation in construction, in: Annual Conference of the International Group for Lean Construction: 25/07/2006-27/07/2006, Catholic University of Chile, School of Engineering, 2006, pp. 265-277.
- [16] R.P. Bligh, N.M. Sheikh, W.L. Menges, R.R. Haug, Development of low-deflection precast concrete barrier, 2005.
- [17] J. Cuadrado, E. Rojí, J.T.S. José, J.P. Reyes, Sustainability index for industrial buildings, Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Structures and Buildings, 165(5) (2012) 245-253.
- [18] L.Y. Shen, J. Li Hao, V.W.Y. Tam, H. Yao, A checklist for assessing sustainability performance of construction projects, Journal of civil engineering and management, 13(4) (2007) 273-281.
- [19] W. Wong, Prefabricated construction in Hong Kong, Constr. Contract News, 3 (2000).
- [20] S. Cook, A Field Study Investigation of the Time-Value Component of Stick- Built vs. Prefabricated Hospital Bathrooms, Wentworth Institute of Technology, 2013.
- [21] H. Alwaer, D. Clements-Croome, Key performance indicators (KPIs) and priority setting in using the multi-attribute approach for assessing sustainable intelligent buildings, Building and Environment, 45(4) (2010) 799-807.
- [22] E.I. Antillón, M.R. Morris, W. Gregor, A Value-Based Cost-Benefit Analysis of Prefabrication Processes in the Healthcare Sector: A Case Study, in: Kalsaas, BT, Koskela, L. & Saurin, TA, Proc. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Oslo, Norway, 2014, pp. 25-27.
- [23] S.K. Lachimpadi, J.J. Pereira, M.R. Taha, M. Mokhtar, Construction waste minimisation comparing conventional and precast construction (Mixed System and IBS) methods in high-rise buildings: A Malaysia case study, Resources, Conservation and Recycling, 68 (2012) 96-103.
- [24] J.T. San José, I. Garrucho, J. Cuadrado, The first sustainable industrial building projects, in: Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer, Thomas Telford Ltd, 2006, pp. 147-153.
- [25] M. Pulaski, The alignment of sustainability and constructability: A continuous value enhancement process, 2005.
- [26] A.W. Abbood, K.M. Al-Obaidi, H. Awang, A.M.A. Rahman, Achieving energy efficiency through
- مراجع
- [1] R. Wong, J. Hao, C.M. Ho, Prefabricated building construction systems adopted in Hong Kong, in: Proc. of the International Association for Housing Science on World Congress of Housing: Process and Product, Montreal, Canada, 2003.
- [2] F. Moavenzadeh, Construction industry in developing countries, World Development, 6(1) (1978) 97-116.
- [3] M. Downing, Prefabrication is the Way Ahead, Concrete Engineering International, 6 (4) (Issue No. 2) (2002) 283-290.
- [4] S.-O. Cheung, T.K.-L. Tong, C.-M. Tam, Site pre-cast yard layout arrangement through genetic algorithms, Automation in Construction, 11(1) (2002) 35-46.
- [5] L. Jaillon, C.S. Poon, The evolution of prefabricated residential building systems in Hong Kong: A review of the public and the private sector, Automation in Construction, 18(3) (2009) 239-248.
- [6] Y. Chen, G.E. Okudan, D.R. Riley, Decision support for construction method selection in concrete buildings: Prefabrication adoption and optimization, Automation in Construction, 19(6) (2010) 665-675.
- [7] L. Jaillon, C. Poon, Life cycle design and prefabrication in buildings: A review and case studies in Hong Kong, Automation in Construction, 39 (2014) 195-202.
- [8] H.H. Ali, S.F. Al Nsairat, Developing a green building assessment tool for developing countries—Case of Jordan, Building and Environment, 44(5) (2009) 1053-1064.
- [9] L. Jaillon, C.S. Poon, Y. Chiang, Quantifying the waste reduction potential of using prefabrication in building construction in Hong Kong, Waste management, 29(1) (2009) 309-320.
- [10] U.G.B. Council, LEED: Leadership in Energy and Environmental Design, version 3, in, 2009.
- [11] O. Ortiz, F. Castells, G. Sonnemann, Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA, Construction and Building Materials, 23(1) (2009) 28-39.
- [12] S. Vallance, H.C. Perkins, J.E. Dixon, What is social sustainability? A clarification of concepts, Geoforum, 42(3) (2011) 342-348.
- [13] X. Zhang, M. Skitmore, Y. Peng, Exploring the challenges to industrialized residential building in China, Habitat International, 41 (2014) 176-184.
- [14] C. Duarte, L.P. Etkin, M.M. Helms, M.S. Anderson, The challenge of Venezuela: a SWOT analysis,

- [33] R. Richard, Five degrees of industrialized building production, *New Perspective in Industrialization in Construction-a State of the Art Report*, (2010) 15-27.
- [34] W. Lu, H. Yuan, A framework for understanding waste management studies in construction, *Waste Management*, 31(6) (2011) 1252-1260.
- [35] C. Poon, A.T. Yu, A. Wong, R. Yip, Quantifying the impact of construction waste charging scheme on construction waste management in Hong Kong, *Journal of construction engineering and management*, 139(5) (2013) 466-479.
- [36] L.J. Cronbach, R.J. Shavelson, My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures, *Educational and psychological measurement*, 64(3) (2004) 391-418.
- [37] J.J. Vaske, *Survey research and analysis: Applications in Parks, Recreation and Human*, 2008.
- [38] PMI, *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*, Project Management Institute, 2017.
- [39] P.M. Institute, *Practice standard for project risk management*, Project Management Institute Newtown Square, PA, 2009.
- industrialized building system for residential buildings in Iraq, *International Journal of Sustainable Built Environment*, 4(1) (2015) 78-90.
- [27] A. Dimoudi, C. Tompa, Energy and environmental indicators related to construction of office buildings, *Resources, Conservation and Recycling*, 53(1) (2008) 86-95.
- [28] M. Hook, L. Stehn, Connecting Lean Construction to Pre-fabrication Complexity in Swedish Volume Element Housing, in: *13th International Group for Lean Construction Conference: Proceedings*, International Group on Lean Construction, 2005, pp. 317.
- [29] D.A.C.O.f.E. Co-operation, Development, The DAC guidelines: Strategies for sustainable development: guidance for development co-operation, OECD, 2001.
- [30] A.M. Omer, Energy, environment and sustainable development, *Renewable and sustainable energy reviews*, 12(9) (2008) 2265-2300.
- [31] J.-T.S.-J. Lombera, I.G. Aprea, A system approach to the environmental analysis of industrial buildings, *Building and environment*, 45(3) (2010) 673-683.
- [32] D. Chen, S. Heyer, G. Seliger, T. Kjellberg, Integrating sustainability within the factory planning process, *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 61(1) (2012) 463-466.

برای ارجاع به این مقاله از عبارت زیر استفاده کنید:

Please cite this article using:

G. R. Heravi, M. Laika, "Study and Evaluation of Prefabricated Concrete Buildings Industry by SWOT Analysis: Sustainable Development Approach", *Amirkabir J. Civil Eng.*, 49(3) (2017) 603-618.

DOI: 10.22060/ceej.2017.12553.5228

