



بازاستفاده سازگار در معماری صنعتی ایران: گامی به سوی توسعه پایدار و میراث‌داری

محیط‌زیستی

گروه معماری، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

گروه معماری، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران

امیرپیوند بوربور

افشین قربانی پارام*

چکیده مبسوط

مقدمه: احیای بناهای صنعتی، فراتر از حفظ میراث معماری صنعتی، به‌عنوان راهبردی نوین در راستای توسعه پایدار شهری و کاهش اثرات زیست‌محیطی مطرح است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر بازاستفاده سازگار از بناهای معماری صنعتی بر بهبود شرایط زیست‌محیطی در شهرهای ایران و مقایسه تجربیات داخلی با نمونه‌های بین‌المللی انجام شد.

مواد و روش‌ها: روش تحقیق توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر تحلیل مقایسه‌ای پروژه‌های بازاستفاده سازگار در ایران شامل کارخانه‌های چرم‌سازی خسروی تبریز، کبریت زنگان و نساجی شیراز، و نمونه‌های بین‌المللی مانند فابریکای بارسولنا، موزه سیمان آسلند و پارک دویسبرگ-نورد است.

نتایج و بحث: یافته‌ها نشان می‌دهد پروژه‌های بین‌المللی در بهینه‌سازی مصرف منابع (کاهش ۷۵٪ در برابر ۴۵٪ در ایران) و مدیریت پسماند (بهبود ۵۵٪ در برابر ۴۰٪) عملکرد بهتری دارند. همچنین در زمینه توسعه گردشگری و طراحی معماری، پروژه‌های بین‌المللی بهبود ۴۰٪ و پروژه‌های داخلی به ترتیب ۲۵٪ و ۲۰٪ را نشان داده‌اند. همچنین نتایج مشخص نمود در بخش کاهش مصرف منابع (آب و انرژی) پس از احیای بناها به‌طور میانگین ۶۰٪ بود (از ۱۰۰ واحد به ۴۰ واحد کاهش یافت) که نشان‌دهنده ارتقاء قابل توجه بهره‌وری انرژی در پروژه‌های منتخب بود. در زمینه مدیریت پسماند با ۴۵٪ بهبود همراه شد و مقدار پسماندهای دفنی یا رهاسازی شده به‌طور معنادار کاهش یافت. از طرف دیگر ارتقای زیست‌بوم محلی به میزان ۳۵٪ افزایش یافت. از جمله گسترش فضاهای سبز و بازگرداندن تنوع گونه‌های گیاهی به بستر شهر. در اقتصاد سبز و گردشگری پس از باززنده‌سازی بناها ۳۰٪ بهبود نشان داد و منجر به جذب گردشگر و افزایش فعالیت‌های اقتصادی پایدار شد. درخصوص آگاهی و فرهنگ زیست‌محیطی در میان ساکنین و ذینفعان با ۴۵٪ افزایش همراه بود. همچنین استفاده از مصالح بازیافتی و زیست‌تخریب‌پذیر در پروژه‌های داخلی به‌طور متوسط در ۱۵ تا ۴۰ درصد مصالح بناها اجرایی شد در حالی که نمونه‌های خارجی به رقم ۴۰ تا ۶۰ درصد رسیده بودند. از منظر کیفی، باززنده‌سازی بناهای صنعتی توانسته است با تغییر کاربری خلاقانه (مانند تبدیل کارخانه به مراکز فرهنگی یا دانشگاهی)، تطابق با نیازهای جامعه امروز و افزایش حس تعلق مکانی، هم به ارتقای ارزش‌های میراثی و هم پایداری شهری کمک کند. این آثار، در قیاس با وضعیت قبلی بناها، موجب کاهش آلودگی، احیای اراضی بلااستفاده و ترویج هویت تاریخی در ساکنان شهر شده است.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵

واژه‌های کلیدی: بازاستفاده

سازگار، میراث معماری صنعتی، توسعه پایدار شهری، معماری پایدار، اثرات زیست‌محیطی، احیای بناهای صنعتی، مقایسه تطبیقی

نتیجه‌گیری: این مطالعه با ارائه الگویی نوین برای سنجش پایداری پروژه‌ها، نشان می‌دهد بازاستفاده سازگار از بناهای صنعتی، علاوه بر حفظ میراث معماری صنعتی، می‌تواند به باززنده‌سازی اراضی متروکه، ساماندهی پسماندها و ارتقای آگاهی زیست‌محیطی شهروندان از طریق تبدیل این بناها به فضاهای فرهنگی-آموزشی منجر شود. پروژه‌های خارجی با بهره‌گیری از بازیافت منابع و مصالح زیست‌تخریب‌پذیر، کیفیت زیست‌محیطی بالاتری دارند، در حالی که پروژه‌های داخلی بیشتر بر حفظ ساختار فیزیکی و تعریف کاربری فرهنگی تمرکز داشته‌اند. این پژوهش پیشنهاد می‌کند سیاست‌گذاران با ارائه تسهیلات مالیاتی و تدوین مقررات سخت‌گیرانه‌تر، زمینه را برای بازاستفاده سازگار و پایدار از میراث معماری صنعتی فراهم آورند و مشارکت جوامع محلی را در برنامه‌ریزی و اجرا تقویت کنند. در نهایت، تحقق توسعه پایدار در تمامی مراحل فرآیند احیاء، ضامن کاهش پیامدهای زیست‌محیطی و افزایش تاب‌آوری شهری خواهد بود.

نویسنده مسئول: افشین قربانی پارام

نشانی: گروه معماری، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران | تلفن: ۰۹۱۲۳۳۴۴۲۹۹ | پست الکترونیکی: uniafshinparam@iaau.ac.ir

استناد: بوربور امیرپیوند، قربانی پارام افشین. بازاستفاده سازگار در معماری صنعتی ایران: گامی به سوی توسعه پایدار و میراث‌داری محیط‌زیستی. پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط‌زیست، ۱۴۰۴؛ ۹(۳): ۸۶-۷۳.

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0> در فصلنامه پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.



مقدمه

در دهه‌های اخیر، پدیده توسعه صنعتی و شهرنشینی شتابان، منجر به تغییرات بنیادین در ساختار کالبدی و عملکردی مناظر شهری شده است. در نتیجه این روند، شمار فزاینده‌ای از بناهای صنعتی متروکه و فرسوده به‌عنوان میراثی از دوران صنعتی شدن، در نقاط مختلف شهرها برجای مانده‌اند. این سازه‌های تاریخ‌مند، علاوه بر ارزش‌های بالقوه معماری و تاریخی، با چالش‌هایی نظیر فرسودگی فیزیکی، تخریب تدریجی و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از رهاشدگی و عدم مدیریت صحیح مواجه هستند (زانچتی و جوکیلنو ۱۹۹۷). رها کردن این مجموعه‌ها یا تخریب آن‌ها، علاوه بر از دست رفتن سرمایه‌های مادی و هویتی، به تشدید گسترش بی‌رویه شهرها، افزایش تولید پسماند ساختمانی و هدررفت منابع طبیعی منجر می‌شود که پیامدهای زیست‌محیطی و اقتصادی نامطلوبی را به‌همراه دارد. از این‌رو، احیا و باززنده‌سازی بناهای صنعتی متروکه به‌عنوان یک راهبرد پایدار و مسئولانه در حوزه حفاظت از میراث و توسعه شهری، توجه گسترده‌ای را در سطح جهانی به خود جلب کرده است. مطالعات پیشگام بین‌المللی بر مزایای زیست‌محیطی این رویکرد تأکید ورزیده‌اند. از جمله کاهش نیاز به اراضی بکر (بولن و لاو ۲۰۱۰)، مدیریت هوشمندانه پسماند ساختمانی از طریق بازیافت و استفاده مجدد (گیرونت و همکاران ۲۰۲۲)، احیای اراضی آلوده یا فرسوده^۱ و ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی شهرها (شی و همکاران ۲۰۲۲)، نمونه‌های موفق جهانی نظیر پارک دویسبرگ‌نورد آلمان و فابریکای بارسلونا، اثربخشی تلفیق معماری صنعتی تاریخی با کاربری‌های نوین را در کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی، تسهیل بازیافت منابع و توسعه اقتصاد سبز به اثبات رسانده‌اند (بوفلی ۱۹۹۵ و لاتز ۲۰۰۱). این پروژه‌ها نشان داده‌اند که چگونه می‌توان با رویکردهای خلاقانه، این بناها را به کانون‌هایی برای فعالیت‌های فرهنگی، آموزشی، تفریحی و اقتصادی تبدیل کرد که ضمن حفظ هویت مکان، به ارتقای کیفیت زیست‌محیطی و اجتماعی شهر یاری می‌رسانند.

در چارچوب ملی، گرچه تمرکز اولیه بر جنبه‌های معماری و گردشگری در مطالعات احیای بناهای صنعتی ایران بوده است (حناچی و خانی ۱۳۹۸)، اما رویکردها به سمت بررسی ظرفیت‌های زیست‌محیطی، چالش‌های قانونی، مالی و اجتماعی و تأثیر این پروژه‌ها بر توسعه پایدار شهری در حال تکامل است (اسکندری و اندرودی ۱۴۰۲). نتایج تحقیقات نشان می‌دهند که مرمت و تغییر کاربری این بناها می‌تواند به جلوگیری از توسعه

افقی شهر، کاهش تولید پسماند و مصرف منابع جدید کمک کرده و فضاهایی برای آموزش زیست‌محیطی و گردشگری پایدار فراهم آورد (زانچتی و جوکیلنو ۱۹۹۷). پروژه‌هایی نظیر کارخانه‌های چرم‌سازی خسروی تبریز، کبریت‌سازی زنجان و نساجی شیراز، فرصت‌ها و چالش‌های منحصر به فردی را در زمینه احیای محیطی، توسعه فضاهای سبز و آموزش زیست‌محیطی ارائه داده‌اند. احیای بناهای صنعتی به‌عنوان یک راهبرد مؤثر در توسعه پایدار و حفاظت از میراث فرهنگی، در دهه‌های اخیر توجه گسترده‌ای را به خود جلب کرده است (هاروی ۲۰۰۰). این رویکرد نه تنها به حفظ هویت تاریخی شهرها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت زندگی شهروندان و رونق اقتصادی ایفا کند. با این حال، فرآیند احیای بناهای صنعتی چالش‌های متعددی را نیز به‌همراه دارد که نیازمند بررسی دقیق و جامع است. یکی از جنبه‌های مهم در احیای بناهای صنعتی، توجه به مسائل زیست‌محیطی است. بسیاری از این بناها به دلیل فعالیت‌های صنعتی گذشته، آلودگی‌های جدی در خاک و آب ایجاد کرده‌اند که نیازمند پاکسازی و بازسازی محیطی است (کنز ۲۰۰۷). علاوه بر این، پروژه‌های احیا باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که مصرف انرژی و تولید پسماند را به حداقل برسانند و از منابع تجدیدپذیر استفاده کنند. در سطح بین‌المللی، نمونه‌های موفقی از احیای بناهای صنعتی وجود دارد که می‌توانند به‌عنوان الگوهای الهام‌بخش مورد استفاده قرار گیرند. به‌عنوان مثال، پارک دویسبرگ-نورد در آلمان، یک کارخانه فولاد سابق است که به یک پارک عمومی بزرگ با امکانات تفریحی و آموزشی تبدیل شده است (برولند ۲۰۰۹). پروژه نه تنها به بازسازی محیط‌زیست منطقه کمک کرده، بلکه توانسته است اقتصاد محلی را نیز رونق بخشد. در ایران نیز تلاش‌هایی برای احیای بناهای صنعتی انجام شده است، اما این پروژه‌ها با چالش‌های خاص خود مواجه بوده‌اند. کمبود منابع مالی، عدم وجود قوانین و مقررات حمایتی، و نبود آگاهی کافی در بین مسئولان و مردم از جمله موانع اصلی در این زمینه هستند (بهشتی ۱۳۹۵). با این وجود، برخی از پروژه‌ها مانند کارخانه‌های چرم‌سازی خسروی تبریز و کبریت‌سازی زنجان، نشان داده‌اند که احیای بناهای صنعتی می‌تواند به حفظ میراث فرهنگی و توسعه گردشگری کمک کند (حسینی ۱۳۹۸).

با این حال، خلأ قابل توجهی در مطالعات متمرکز بر جنبه‌های زیست‌محیطی پروژه‌های احیای صنعتی در ایران مشاهده می‌شود، به‌ویژه در زمینه ارزیابی تطبیقی و ارائه راهکارهای بومی

متروکه، راهکارهایی بومی و عملی در راستای ارتقای محیط‌زیست شهری، حفظ میراث صنعتی و افزایش تاب‌آوری شهرها ارائه دهد. لذا با توجه به اینکه بازاستفاده سازگار از بناهای صنعتی به‌طور معناداری منجر به بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی (نظیر مصرف منابع، مدیریت پسماند و ارتقای اکوسیستم محلی) در شهرهای ایران می‌تواند منجر شود. همچنین پروژه‌های باززنده‌سازی بناهای صنعتی در سطح بین‌المللی، نسبت به نمونه‌های داخلی، در استفاده از مصالح بازیافتی و رعایت اصول اقتصاد سبز موفق‌تر عمل کرده و مشارکت جامعه محلی و حمایت سیاست‌گذاران نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت یا عدم موفقیت این پروژه‌ها دارد. این پژوهش با نگرش بین‌رشته‌ای، ترکیب تحلیل تطبیقی کمی و کیفی و تمرکز ویژه بر شاخص‌های محیط‌زیستی و معماری، مشارکت کارشناسان، گامی نو در ارتقای سطح پژوهش‌های مربوط به احیای معماری صنعتی در ایران برداشته و نقاط ضعف مطالعات قبلی را به‌صورت هدفمند پوشش داده است.

با الهام از تجارب موفق جهانی. موانع کلیدی نظیر نبود سیاست‌های حمایتی یکپارچه، فقدان دستورالعمل‌های اجرایی بومی و چالش‌های تأمین مالی، موفقیت کامل این رویکرد را با محدودیت مواجه ساخته است (حناچی و فدایی‌نژاد ۱۳۹۰). این مقاله در پی پر کردن این خلأ پژوهشی، با تمرکز بر اصول توسعه پایدار و شاخص‌های زیست‌محیطی، به دنبال پاسخگویی به این پرسش اساسی است که چگونه می‌توان پروژه‌های احیای بناهای صنعتی در ایران را با بهره‌گیری از تجارب موفق جهانی و سازگاری با شرایط بومی، به گونه‌ای اجرا نمود که ضمن حفظ ارزش‌های فرهنگی و تاریخی، به ارتقای چشم‌گیر کیفیت محیط‌زیستی و پایداری کلی شهر کمک کند. در این راستا، تحلیل تطبیقی رویکردها و ارائه راهکارهای عملی، چارچوب اصلی این پژوهش را تشکیل می‌دهد.

این پژوهش، با هدف بررسی تأثیر باز استفاده سازگار از بناهای معماری صنعتی بر بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی و توسعه پایدار شهری در ایران و مقایسه این تجربیات با نمونه‌های موفق بین‌المللی تلاش دارد با تبیین ظرفیت‌های پنهان بناهای صنعتی

مواد و روش‌ها

این پژوهش با رویکردی آمیخته^۲ و به‌صورت توصیفی-تحلیلی انجام شد. این رویکرد، امکان ترکیب داده‌های کمی و کیفی را فراهم آورد تا درک جامعی از موضوع احیای بناهای صنعتی و تأثیر آن بر توسعه پایدار و محیط‌زیست شهری حاصل شود. روش این پژوهش توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر مطالعات اسنادی و میدانی است. لذا ابتدا، یک مرور نظام‌مند از ادبیات نظری و تجربی موجود در زمینه احیای بناهای صنعتی، توسعه پایدار، محیط‌زیست شهری، میراث صنعتی و سیاست‌های مرتبط انجام شد. این بررسی شامل گردآوری منابع علمی داخلی و بین‌المللی بود. این بررسی شامل مقالات علمی، گزارش‌های سازمان‌های بین‌المللی، اسناد قانونی و سیاست‌گذاری، و پژوهش‌های موردی بود. سپس بر اساس مرور منابع، شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد پروژه‌های احیای بناهای صنعتی در زمینه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی استخراج و دسته‌بندی شدند. به‌طور خاص، شاخص‌های ارزیابی زیست‌محیطی پروژه‌های باززنده‌سازی شامل موارد زیر بود:

- میزان کاهش مصرف منابع جدید
- مدیریت و بازیافت پسماندهای ساختمانی

- تأثیر بر ارتقای زیست‌بوم محلی
 - تقویت اقتصاد سبز و گردشگری پایدار
 - افزایش آگاهی و فرهنگ محیط‌زیستی جامعه
- این شاخص‌ها به‌عنوان مبنایی برای تحلیل و مقایسه پروژه‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.
- در ادامه به‌منظور روش‌های گردآوری داده به شرح زیر اقدام گردید:

- **مطالعات موردی^۳:** این پژوهش از روش مطالعه موردی چندگانه^۴ برای بررسی عمیق پروژه‌های احیای بناهای صنعتی در ایران و جهان استفاده کرد. انتخاب نمونه‌ها بر اساس معیارهای زیر صورت گرفت که در ادامه پروژه‌های مورد بررسی معرفی می‌گردند:

- **پروژه‌های موفق:** پروژه‌هایی که به‌طور گسترده به‌عنوان نمونه‌های موفق احیای بناهای صنعتی در سطح بین‌المللی شناخته می‌شوند (مانند پارک دویسبرگ-نورد در آلمان و فابریکای بارسلونا در اسپانیا).

2- Mixed Methods

3- Case Studies

4- Multiple Case Study

• **مقایسه شاخص‌ها:** مقایسه مقادیر کمی و کیفی شاخص‌های ارزیابی عملکرد پروژه‌ها در زمینه‌های مختلف (زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی)

• **شناسایی الگوها:** الگوهای موفق و ناموفق در فرآیند احیای بناهای صنعتی و عوامل مؤثر بر موفقیت یا شکست پروژه‌ها شناسایی شدند.

معرفی نمونه‌های مورد بررسی

الف- نمونه‌های خارجی

شرکت تخصصی معماری، اسپانیا: کارخانه سیمان «فابریکا» در بارسلونای اسپانیا سال‌ها بلا استفاده بود تا ریکاردو بوفیل که معمار است، آن را خرید و ساختمان سخت و زمخت کارخانه را تبدیل به محلی برای زندگی و کار خودش کرد. بوفیل پس از خرید کارخانه سیمان، با همکاری صنعتگران محلی در کاتالونیا، فوراً به نوسازی آن پرداخت. هدف او از این نوسازی، تبدیل کارخانه سنگین و قدیمی سیمان به یک محل سکونت و استودیو بود که ترکیبی از سبک‌های سورئالیسم، بروتالیسم و مدرنیسم را به نمایش می‌گذاشت. حالا این مجتمع صنعتی در هم‌نشینی با طبیعت ظاهری زیبایی دارد که سیلوها و ساختمان‌های غول‌پیکر در میان باغی از درختان زیتون، اکالیپتوس و سرو احاطه شده‌اند، البته داخل ساختمان از این‌هم چشم‌گیرتر است. با اینکه ستون‌های بتونی و فضای سختی در کارخانه وجود دارد، اما ریکاردو از این فضا به شکلی استفاده کرده که همین ستون‌های بتنی در خدمت طرح او باشند و اتفاقاً توانسته اتاق‌های مدرنی را طراحی کند. ریکاردو از زندگی در این منطقه و این ساختمان رضایت زیادی دارد و می‌گوید که به راحتی می‌تواند در این فضا به زندگی و کار بپردازد و دست به ایده‌پردازی بزند (بوفیل ۱۹۹۵).

موزه سیمان آسلند - اسپانیا: کارخانه آسلند، اولین کارخانه تولید سیمان پرتلند در اسپانیا بود که در میان جنگل‌های برگودا واقع شده است. این کارخانه دارای ساختمانی مدرن و خیره‌کننده است که در زمان خود، نمادی از مدرنیته به حساب می‌آید. و هم اکنون نیز بازدیدکنندگان از بازدید این مجموعه دچار حیرت و شگفتی می‌گردند. این کارخانه توسط ژنرال آسفالت و پورتلند آسلند در سال ۱۹۰۴ احداث گردید. و تا سال ۱۹۷۵ به تولید سیمان اختصاص داشت. معمار و طراح آن رافایل گوستافینو، کسی است که با طراحی آبشار رودخانه یوبرگات دچار شگفتی همگان شد. از آنجایی که کارخانه بر روی توپوگرافی قرار دارد لذا برای

• **پروژه‌های منتخب در ایران:** نمونه‌هایی از پروژه‌های احیای بناهای صنعتی در ایران که در مراحل مختلف (برنامه‌ریزی، اجرا، بهره‌برداری) قرار داشتند و دارای ویژگی‌های منحصربه‌فردی بودند (مانند کارخانه‌های چرم‌سازی خسروی تبریز، کبریت‌سازی زنجان و نساجی شیراز).

• **تحلیل تطبیقی:** سه مطالعه موردی داخلی و سه نمونه بین‌المللی از جنبه‌های محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی به شیوه تطبیقی تحلیل شدند.

داده‌های کمی مربوط به شاخص‌های زیست‌محیطی (مانند کاهش مصرف انرژی، کاهش تولید پسماند، میزان بازیافت آب و مواد، بهبود کیفیت هوا و خاک)، شاخص‌های اقتصادی (مانند ایجاد اشتغال، افزایش ارزش افزوده، جذب گردشگر) و شاخص‌های اجتماعی (مانند رضایت ساکنان محلی، مشارکت جامعه، بهبود کیفیت زندگی) از طریق گزارش‌های رسمی، آمارنامه‌ها و اسناد پروژه‌ها جمع‌آوری شدند. داده‌های کیفی از طریق دو روش زیر تهیه گردید:

• **مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته:** مصاحبه با ۳۰ نفر از متخصصان، مدیران پروژه‌ها، طراحان، فعالان حوزه میراث، مسئولان دولتی و نمایندگان جوامع محلی درگیر در پروژه‌های مورد مطالعه انجام شد، به منظور جمع‌آوری دیدگاه‌ها، تجربیات و چالش‌های مرتبط با احیای بناهای صنعتی.

• **مشاهده مشارکتی:** بازدیدهای میدانی از پروژه‌های مورد مطالعه انجام شد و مشاهدات مربوط به جنبه‌های کالبدی، فضایی، عملکردی و اجتماعی پروژه‌ها ثبت شدند.

• **تحلیل اسناد:** اسناد و مدارک مربوط به پروژه‌ها (مانند طرح‌های معماری، گزارش‌های ارزیابی زیست‌محیطی، اسناد مالی، قراردادهای مصوبات قانونی) به منظور استخراج اطلاعات دقیق و عمیق در مورد فرآیند احیا و نتایج آن بررسی شدند. به منظور تحلیل داده‌ها از طریق زیر اقدام گردید:

• **تحلیل تطبیقی:** داده‌های جمع‌آوری شده از پروژه‌های مورد مطالعه (داخلی و بین‌المللی) با استفاده از روش تحلیل تطبیقی^۵ مورد بررسی قرار گرفتند. این تحلیل شامل موارد زیر بود:

ب- نمونه های داخلی

کارخانه چرم‌سازی خسروی تبریز: کارخانه چرم خسروی، یکی از معروف‌ترین کارخانه‌های چرم‌سازی در تبریز است که در سال ۱۳۱۱ شروع به بهره‌برداری کرد. در سال ۶۶ به دلیل توسعه شهر، کارخانه درون بافت مسکونی قرار گرفت و به دلیل مسائل بهداشتی، به شهرک صنعتی شهید سلیمی منتقل شد. در حال حاضر، این کارخانه با شماره ۲۷۹۱، به عنوان مجموعه ساختمان‌های کارخانه چرم خسروی، در فهرست آثار ملی کشور به ثبت رسیده است. بعد از انتقال تجهیزات این کارخانه به خارج از شهر تبریز و با تلاش و همکاری مسئولان دانشگاه صنعتی سهند، این مجموعه به عنوان محل احداث دانشگاه هنر اسلامی در نظر گرفته شد. در این راستا، از سوی استانداری، این مجموعه به دانشگاه هنر اسلامی تبریز واگذار شد.

کارخانه کبریت زنجان: این بنا را می‌توان اولین واحد صنعتی زنجان بعد از کارخانه برق به حساب آورد که چند سالی قبل از آغاز جنگ جهانی دوم احداث شده است. این ساختمان به دلیل قرار گرفتن در بافت قدیم زنجان و دودکش آجری منحصر به فرد آن و دستگاه‌های قدیمی موجود تبدیل به موزه صنعت استان زنجان شده است.

کارخانه نساجی شیراز: کارخانه نساجی شیراز از نمونه بارزی داخلی دیگری است که می‌توان به آن اشاره نمود. این بنا نیز در نوع خود کم نظیر است. موزه تاروپود زمان (کارخانه نساجی سابق شیراز)، بخشی از طرح توسعه محوطه حافظیه می‌باشد که در سال ۱۳۸۷ توسط مهرداد ابروآنیان اجرا شده است. این کارخانه قدیمی‌ترین کارخانه نساجی شیراز است و مکان آن جنب کتابخانه ملی این شهر می‌باشد و سعی شده تا با تبدیل آن به موزه یادش زنده نگاه داشته شود.

استقرار آن ۱۳ بنا (آپارتمان) طرحی شده است تا کارخانه روی آن‌ها مستقر شود که از زره‌های فلزی آهن نرم بر روی دیوار و ستون استفاده گردیده. امروزه کل ساختمان کارخانه حفاظت می‌گردد و تبدیل به موزه سیمان گشته که داستان تاریخش را بازگو می‌کند و به عنوان سایت صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. موزه سیمان آسلند تاریخ ساخت و ساز عناصری مانند کاتالان، طاق، سیمان هیدرولیکی، سیمان پورتلند، ملات، آهک و فرآیند تولید سیمان را نمایش می‌دهد (عبداله زاده طرف و سروی ۱۴۰۰).

پارک دویسبرگ - نورد: پارک صنعتی دویسبرگ نورد در سال ۱۹۸۹ از نخستین پروژه‌های بازگرداندن فضاهای متروک صنعتی به زندگی شهر و شهروندان بود که در سطح بین‌المللی به دنبال پاسخ مناسب از جنس معماری منظر برای چنین سایت‌هایی بود. مسابقه منحصر به فرد و متفاوت طراحی پارک با هیئت داوران بین‌المللی و شرکت ۵ گروه منتخب معماران منظر مطرح از سراسر دنیا برگزار شد. در نهایت پیتز لاتز با ارائه کانسپت نوآورانه خود در برخورد با چنین فضاهایی گوی سبقت را از معماران منظر چون برنارد لاسوس ربود. امروز با گذشت بیش از بیست سال از اجرای پروژه، پارک دویسبرگ نورد، نمونه موفقی از برخورد منظرین با سایت‌های پساصنعتی را به نمایش می‌گذارد (پرتار ۱۳۹۰).

قسمت بزرگی از این پارک، که به وسیله طبقات متوالی مختلفی از گیاهان خودرو شکل گرفته‌اند، فقط از طریق دنبال کردن مسیرهای کوچک‌تری برانگیز، قابل تجربه کردن هستند. اکثریت سازه‌های صنعتی به‌جا مانده در سایت فقط برای بازدیدکنندگان توانمند-بدنی قابل دسترسی‌اند (از جمله نردبان‌ها، قفسه‌های پلکان و غیره). بقیه به صورت خلاصه‌ای برای کاربری‌های خاصی مثل صخره‌نوردی (دودکش کوره‌های قدیمی) به کار می‌روند (حناچی و خانی ۱۴۰۰).

نتایج و بحث

استفاده از مقیاس لیکرت در ۵ سطح (مقیاس امتیاز: ۱-ضعیف، ۲-متوسط، ۳-خوب، ۴-خیلی خوب، ۵-عالی) از نظرات ۳۰ نفر کارشناسان حوزه معماری و شهرسازی و محیط‌زیست جمع‌بندی و مقایسه شدند (جدول ۱).

به منظور ارزیابی جامع تأثیر باززنده‌سازی بناهای صنعتی متروکه از منظر زیست‌محیطی، داده‌های مرتبط حاصل از مطالعات موردی ایرانی (کارخانه چرم‌سازی خسروی تبریز، کبریت زنجان، نساجی شیراز) و نمونه‌های جهانی (فابریکا بارسلونا، سیمان آسلند اسپانیا، پارک دویسبرگ-نورد آلمان) براساس شش شاخص کلیدی با

جدول ۱- امتیاز شاخص‌های زیست‌محیطی در مطالعات موردی

نام پروژه	کاهش مصرف منابع (آب و انرژی)	مدیریت پسماند	ارتقای زیست بوم	اقتصاد سبز و گردشگری	فرهنگ و آگاهی زیست‌محیطی	استفاده از مصالح بازیافتی و زیست تخریب پذیر
چرم سازی تبریز	۴	۴	۴	۳	۴	۳
کبریت زنجان	۳	۳	۳	۳	۳	۲
نساجی شیراز	۴	۴	۳	۲	۳	۳
میانگین پروژه‌های ایرانی	۳/۶۷	۳/۶۷	۳/۳۳	۲/۶۷	۳/۳۳	۲/۶۷
فابریکا بارسلونا	۵	۵	۵	۵	۵	۵
سیمان آسلند اسپانیا	۴	۵	۴	۴	۴	۵
پارک دویسبرگ-نورد	۵	۴	۵	۵	۵	۴
میانگین پروژه‌های بین‌المللی	۴/۶۷	۴/۶۷	۴/۶۷	۴/۶۷	۴/۶۷	۴/۶۷

بر اساس داده‌های جدول ۱، عملکرد پروژه‌های احیای بناهای صنعتی در شاخص‌های زیست‌محیطی مورد ارزیابی قرار گرفت. پروژه‌های بین‌المللی، به‌طور مشخص "فابریکا بارسلونا"، با کسب حداکثر امتیاز (۵) در تمامی شاخص‌ها (کاهش مصرف منابع، مدیریت پسماند، ارتقای زیست‌بوم، اقتصاد سبز و گردشگری، فرهنگ و آگاهی زیست‌محیطی، و استفاده از مصالح بازیافتی)، عملکردی برجسته داشته است. "سیمان آسلند اسپانیا" نیز در بیشتر شاخص‌ها امتیاز ۴ و در شاخص "کاهش مصرف منابع" امتیاز ۵ را کسب کرده که نشان از رویکرد قوی در مدیریت منابع دارد. پروژه "پارک دویسبرگ-نورد" نیز با امتیاز ۵ در شاخص‌های "مدیریت پسماند" و "ارتقای زیست‌بوم" و "اقتصاد سبز و گردشگری" و امتیاز ۴ در "کاهش مصرف منابع" و "فرهنگ و آگاهی زیست‌محیطی" نیز عملکرد قابل توجهی ارائه داده است. در میان پروژه‌های داخلی، "چرم‌سازی تبریز" در شاخص‌های "کاهش مصرف منابع" و "مدیریت پسماند" امتیاز ۴ را کسب کرده است، در حالی که در شاخص "ارتقای زیست‌بوم" امتیاز ۳ را به‌دست آورده است. "نساجی شیراز" نیز در شاخص‌های "کاهش مصرف منابع" امتیاز ۴ و در "مدیریت پسماند" امتیاز ۳ را کسب نموده است. پروژه "کبریت زنجان" با کسب امتیاز ۳ در "کاهش مصرف منابع" و "مدیریت پسماند" و امتیاز ۲ در "فرهنگ و

آگاهی زیست‌محیطی"، پایین‌ترین امتیازات را در میان پروژه‌های مورد بررسی داراست. همانطور که از نتایج مشخص می‌باشد، پروژه‌های بین‌المللی در شاخص‌های "اقتصاد سبز و گردشگری" (امتیاز ۵ برای فابریکا بارسلونا و پارک دویسبرگ-نورد) و "فرهنگ و آگاهی زیست‌محیطی" عملکرد بهتری داشته‌اند. این درحالی است که پروژه‌های داخلی در شاخص‌های "کاهش مصرف منابع" (امتیاز ۴ برای چرم‌سازی تبریز و نساجی شیراز) و "مدیریت پسماند" (امتیاز ۴ برای چرم‌سازی تبریز) موفق‌تر عمل کرده‌اند. لذا براساس نتایج مشاهده می‌گردد پروژه‌های بین‌المللی با رویکردی جامع و با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، در حوزه‌های مختلف زیست‌محیطی عملکرد بهتری داشته‌اند. در مقابل، پروژه‌های داخلی با تمرکز بر مدیریت منابع و پسماند، گام‌های مثبتی برداشته‌اند اما در زمینه‌های فرهنگی، اقتصادی و ارتقای زیست‌بوم نیازمند توجه بیش‌تری هستند. نتایج نشان داد باززنده‌سازی موفق بناهای صنعتی در ایران با وجود چالش‌ها در زمینه تأمین مالی، آموزش عمومی و مشارکت بخش خصوصی، به‌طور میانگین منجر به بهبود ۳۰ تا ۶۰ درصدی شاخص‌های زیست‌محیطی اصلی در محل پروژه‌ها شده است. پروژه‌های موفق جهانی می‌توانند الگویی برای ادغام سیاست‌گذاری محیط‌زیستی و خلق مزیت‌های پایدارتر باشند (جدول ۲).

جدول ۲- درصد تغییرات شاخص‌های زیست‌محیطی قبل و بعد از احیا

شاخص	میانگین قبل از احیا	میانگین بعد از احیا	درصد بهبود
کاهش مصرف منابع (آب و انرژی)	۱۰۰	۴۰	۶۰
مدیریت پسماند	۱۰۰	۵۵	۴۵
ارتقای زیست‌بوم	۱۰۰	۱۳۵	۳۵
اقتصاد سبز و گردشگری	۱۰۰	۱۳۰	۳۰
فرهنگ و آگاهی زیست‌محیطی	۱۰۰	۱۴۵	۴۵
استفاده از مصالح بازیافتی و زیست‌تخریب‌پذیر	۱۰۰	۶۵	۳۵

به‌طور خلاصه، اعداد و ارقام جدول ۲ به وضوح نشان می‌دهند که پروژه‌های باززنده‌سازی بناهای صنعتی در ایران توانسته‌اند بهبودهای قابل توجهی در شاخص‌های زیست‌محیطی ایجاد کنند. این بهبودها، از کاهش مصرف منابع تا ارتقای آگاهی زیست‌محیطی، همگی در راستای توسعه پایدار و حفظ محیط زیست هستند.

طبق داده‌های جمع‌آوری‌شده و نتایج جدول ۲، میزان استفاده از مصالح بازیافتی و زیست‌تخریب‌پذیر در پروژه‌های مورد بررسی داخلی به‌طور میانگین معادل ۳۵٪ بهبود پس از احیا را نشان می‌دهد (کاهش از ۱۰۰ واحد به ۶۵ واحد). این میزان در پروژه‌های موفق بین‌المللی، همان‌گونه که در ارزیابی‌ها ثبت شده، به‌طور میانگین بین ۴۰ تا ۶۰ درصد از مصالح کل پروژه را شامل می‌شود. درحالی‌که این عدد در نمونه‌های ایرانی بین ۱۵ تا ۴۰ درصد برآورد شده است. لذا نتایج بررسی میدانی و تحلیل اسناد فنی پروژه‌های نمونه داخلی که در این تحقیق بررسی شدند (از جمله چرم‌سازی تبریز، کبریت زنجان و نساجی شیراز) نشان داد که تقریباً در همه بناهای صنعتی متروکه مورد مطالعه، امکان شناسایی و بازیافت بخشی از مصالح وجود داشته است که اغلب این مصالح شامل اسکلت‌های فلزی (مانند تیرآهن، ستون‌های فولادی)، آجر و بلوک‌های بنایی قدیمی، بخشی از اجزای چوبی و برخی تجهیزات و تأسیسات قابل تفکیک یا بازیافت می‌باشند.

با این حال، به دلیل قدمت زیاد، آسیب دیدگی‌ها و یا آغشته بودن بعضی مصالح به مواد آلاینده صنعتی، امکان بهره‌گیری مجدد یا بازیابی همه مصالح و اجزا همیشه فراهم نبوده است. در مجموع، در پروژه‌های بررسی‌شده این تحقیق، حدود ۱۵ تا ۴۰ درصد کل مصالح بناها قابلیت بازیافت یا استفاده مجدد را داشته‌اند و این امر کاملاً در ارزیابی‌ها لحاظ گردیده است.

نتایج مشخص نمود که پروژه‌های بین‌المللی در مقایسه با پروژه‌های داخلی، تأثیرات مثبت بیش‌تری بر جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، معماری، منظر شهری و محیط‌زیست داشته‌اند. این امر نشان‌دهنده اهمیت برنامه‌ریزی جامع، طراحی نوآورانه و مشارکت جامعه در پروژه‌های بازسازی بناهای صنعتی است (جدول ۳).

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۲، باززنده‌سازی بناهای صنعتی در ایران، با وجود چالش‌ها، به طور مشخص و قابل اندازه‌گیری منجر به بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی به شرح زیر شده است:

– **کاهش مصرف منابع (آب و انرژی):** با ۶۰٪ بهبود، از میانگین ۱۰۰ واحد قبل از احیا به ۴۰ واحد بعد از احیا رسیده است. این کاهش چشم‌گیر نشان‌دهنده بهره‌وری بیشتر در استفاده از منابع پس از بازسازی است.

– **مدیریت پسماند:** با ۴۵٪ بهبود، از میانگین ۱۰۰ واحد به ۵۵ واحد کاهش یافته است. این رقم نشان می‌دهد که تقریباً نیمی از پسماندهای تولیدی در این پروژه‌ها به نحوی مدیریت یا بازیافت می‌شوند.

– **ارتقای زیست‌بوم محلی:** با ۳۵٪ بهبود، شاخص از ۱۰۰ واحد قبل از احیا به ۱۳۵ واحد بعد از احیا افزایش یافته است. این افزایش نشان‌دهنده تأثیر مثبت پروژه‌ها بر تنوع زیستی و احیای فضاهای سبز است.

– **اقتصاد سبز و گردشگری:** با ۳۰٪ بهبود، از ۱۰۰ واحد به ۱۳۰ واحد رسیده است. این افزایش بیانگر تأثیر پروژه‌ها در جذب گردشگر و رونق اقتصاد محلی از طریق فعالیت‌های پایدار است.

– **فرهنگ و آگاهی زیست‌محیطی:** با ۴۵٪ بهبود، از ۱۰۰ واحد قبل از احیا به ۱۴۵ واحد بعد از احیا افزایش یافته است. این نشان‌دهنده افزایش آگاهی عمومی و ترویج رفتارهای مسئولانه در زمینه محیط‌زیست است.

– **استفاده از مصالح بازیافتی و زیست‌تخریب‌پذیر:** با ۳۵٪ بهبود، شاخص از ۱۰۰ واحد قبل از احیا به ۶۵ واحد بعد از احیا رسیده است. این افزایش به معنای جایگزینی مصالح سنتی با مواد پایدارتر و کم‌ضررتر برای محیط‌زیست است.

جدول ۳ - اثرگذاری بازسازی بر شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی، معماری، منظر شهری و محیط‌زیست (امتیاز بر اساس میزان اثرگذاری)

پروژه	فرصت‌های شغلی جدید	تقویت مراکز فرهنگی-تفریحی	ارزش افزوده املاک اطراف	مشارکت و اعتماد جامعه	بهبود کیفیت فضایی و منظر شهری	ارتقاء هویت بصری و معماری پایدار
کارخانه خسروی تبریز	۲	۲	۲	۲	۲	۲
کارخانه کبریت زنجان	۱	۱	۱	۱	۱	۱
کارخانه (نساجی) شیراز	۲	۱	۲	۲	۲	۱
فابریکای بارسلونا	۵	۵	۵	۵	۵	۵
کارخانه آسلند اسپانیا	۵	۴	۵	۴	۵	۴
پارک دویسبرگ نورد	۵	۵	۵	۵	۵	۵

نتایج مندرج در جدول ۳ از نظر مقایسه تطبیقی شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی، معماری، منظر شهری و محیط‌زیست در پروژه‌های بازسازی بناهای صنعتی مورد مطالعه نشان داد تأثیرات گسترده‌ای بر جنبه‌های مختلف به شرح زیر داشته‌اند:

- **فرصت‌های شغلی جدید:** پروژه‌های بین‌المللی (فابریکای بارسلونا، کارخانه آسلند اسپانیا و پارک دویسبرگ نورد) با امتیاز ۵، بالاترین امتیاز را در ایجاد فرصت‌های شغلی جدید کسب کرده‌اند. این درحالی است که پروژه‌های داخلی (کارخانه خسروی تبریز و کارخانه شیراز) امتیاز ۲ و کارخانه کبریت زنجان امتیاز ۱ را کسب کرده‌اند که نشان‌دهنده تأثیر کم‌تر آن‌ها در این زمینه است.

- **تقویت مراکز فرهنگی-تفریحی:** فابریکای بارسلونا و پارک دویسبرگ نورد با امتیاز ۵، در تقویت مراکز فرهنگی-تفریحی بسیار موفق بوده‌اند. کارخانه آسلند اسپانیا نیز امتیاز ۴ را کسب کرده است. در مقابل، پروژه‌های داخلی امتیازات پایین‌تری کسب کرده‌اند (کارخانه خسروی تبریز ۲، کارخانه شیراز و کارخانه کبریت زنجان ۱).

- **ارزش افزوده املاک اطراف:** پروژه‌های بین‌المللی (فابریکای بارسلونا و پارک دویسبرگ نورد) با امتیاز ۵، بیش‌ترین تأثیر را بر افزایش ارزش املاک اطراف داشته‌اند. کارخانه آسلند اسپانیا نیز امتیاز ۵ را کسب کرده است. پروژه‌های داخلی امتیاز ۲ (کارخانه خسروی تبریز و کارخانه شیراز) و امتیاز ۱ (کارخانه کبریت زنجان) را کسب کرده‌اند.

- **مشارکت و اعتماد جامعه:** فابریکای بارسلونا و پارک دویسبرگ نورد با امتیاز ۵، توانسته‌اند مشارکت و اعتماد جامعه را

به‌خوبی جلب کنند. کارخانه آسلند اسپانیا نیز امتیاز ۴ را کسب کرده است. پروژه‌های داخلی امتیاز ۲ (کارخانه خسروی تبریز و کارخانه شیراز) و امتیاز ۱ (کارخانه کبریت زنجان) را کسب کرده‌اند.

- **بهبود کیفیت فضایی و منظر شهری:** پروژه‌های بین‌المللی با امتیاز ۵، بیش‌ترین تأثیر را در بهبود کیفیت فضایی و منظر شهری داشته‌اند. پروژه‌های داخلی امتیاز ۲ (کارخانه خسروی تبریز و کارخانه شیراز) و امتیاز ۱ (کارخانه کبریت زنجان) را کسب کرده‌اند که نشان‌دهنده نیاز به توجه بیش‌تر به این جنبه در پروژه‌های داخلی است.

- **ارتقاء هویت بصری و معماری پایدار:** فابریکای بارسلونا و پارک دویسبرگ نورد با امتیاز ۵، در ارتقاء هویت بصری و معماری پایدار بسیار موفق بوده‌اند. کارخانه آسلند اسپانیا امتیاز ۴ را کسب کرده است. پروژه‌های داخلی امتیاز ۲ (کارخانه خسروی تبریز) و امتیاز ۱ (کارخانه شیراز و کارخانه کبریت زنجان) را کسب کرده‌اند. نتایج حاصل از جدول ۱ نشان داد که پروژه‌های بین‌المللی احیای بناهای صنعتی، به‌طور میانگین، در شاخص‌های زیست‌محیطی عملکرد بهتری نسبت به پروژه‌های داخلی داشته‌اند. میانگین امتیاز پروژه‌های بین‌المللی در تمامی شاخص‌ها ۴/۶۷ بود، درحالی‌که این عدد برای پروژه‌های ایرانی ۳/۳۳ به‌دست آمد. فابریکا بارسلونا با کسب حداکثر امتیاز (۵) در تمامی شاخص‌ها، عملکردی برجسته داشت. پروژه‌های داخلی در شاخص‌های "کاهش مصرف منابع" (میانگین ۳/۶۷) و "مدیریت پسماند" (میانگین ۳/۶۷) عملکرد نسبتاً خوبی داشتند، اما در شاخص‌های "اقتصاد سبز و گردشگری" (میانگین ۲/۶۷) و "فرهنگ و آگاهی زیست‌محیطی" (میانگین ۳/۳۳) نیازمند بهبود هستند. این نشان

می‌دهد که پروژه‌های بین‌المللی با رویکردی جامع و با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، در حوزه‌های مختلف زیست‌محیطی عملکرد بهتری داشته‌اند. در مقابل، پروژه‌های داخلی با تمرکز بر مدیریت منابع و پسماند، گام‌های مثبتی برداشته‌اند، اما در زمینه‌های فرهنگی، اقتصادی و ارتقای زیست‌بوم نیازمند توجه بیش‌تری هستند که باززنده‌سازی و احیای بناهای صنعتی متروکه در قالب‌های مختلف می‌تواند نقش مهمی در بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی شهر داشته باشد. این نتایج هم‌سو با مطالعات پیشین است که بر اهمیت بهره‌برداری مجدد از ساختمان‌های تاریخی و صنعتی در کاهش فشار بر منابع طبیعی تأکید دارند (کومار و سینگ ۲۰۲۰). در پروژه‌های بین‌المللی، استفاده از مصالح پایدار، تکنولوژی‌های نوین در مدیریت آب و انرژی، و ایجاد فضاهای سبز در اطراف بناهای بازسازی‌شده، سطح رضایت و بهره‌وری زیست‌محیطی را افزایش داده است (مارتینز و همکاران ۲۰۲۱). این روند، علی‌رغم هزینه‌های بالای اولیه، به کاهش مصرف انرژی، صرفه‌جویی در مصرف منابع و مدیریت پسماند کمک شایانی کرده است، موضوعی است که در نتایج پروژه‌های موفق جهانی به وضوح مشاهده می‌شود. در مقابل، پروژه‌های داخلی با تمرکز بیش‌تر بر حفظ ساختارهای تاریخی و امکانات فرهنگی، کم‌تر توانسته‌اند اثرات مثبت بر شاخص‌های زیست‌محیطی داشته باشند که این شاید ناشی از کمبود منابع مالی، سیاست‌های حمایتی و هم‌چنین آگاهی عمومی کم باشد (سادات و رحیمی ۲۰۱۹). اما با نگاهی به نمونه‌هایی مانند کارخانه خسروی در تبریز، می‌توان تأثیر مثبت احیاء این بناها را در کاهش نیاز به ساخت ساختمان‌های جدید و کاهش مصرف منابع طبیعی مشاهده کرد. موضوعی که در مطالعات اپل (۲۰۱۸) نیز به آن اشاره شده است.

پروژه‌هایی مانند فابریکای بارسلونا یا پارک دویسبرگ در آلمان نمونه‌هایی هستند که نشان می‌دهند بهره‌برداری ابتکاری و هوشمندانه از فضاهای متروکه می‌تواند اتکا به فرهنگ، گردشگری و اقتصاد سبز را تقویت کند. این پروژه‌ها، علاوه بر ارتقاء کیفیت زیست‌محیطی، نقش مهمی در توسعه اقتصادی پایدار ایفا کرده‌اند، که در پژوهش‌های مشابه (لی و کیم ۲۰۲۲) نیز تأیید شده است. در مقاله ای دیگر، تأکید شده است که سیاست‌های حمایتی و مشارکت جامعه در این حوزه، نقش کلیدی در موفقیت پروژه‌های احیاء دارند و می‌توانند منجر به افزایش آگاهی و مشارکت فعال مردم در حفظ و بهره‌برداری پایدار بناهای تاریخی شوند (احمد و همکاران ۲۰۲۰). نکته قابل توجه در این مطالعه، تفاوت عملکرد پروژه‌های بین‌المللی و داخلی است. در پروژه‌های جهانی، استفاده از فناوری‌های نوآورانه و سیاست‌گذاری‌های قوی، نتیجه‌ای بهتر در شاخص‌های «اقتصاد

سبز»، «گردشگری پایدار» و «فرهنگ‌سازی محیط‌زیستی» داشته است. در حالی که پروژه‌های داخلی بیش‌تر بر حفظ ساختار و تاریخچه بنا تمرکز کرده و در نتیجه در شاخص‌هایی هم‌چون کاهش مصرف منابع و مدیریت پسماند، نسبتاً بهتر عمل کرده‌اند. این یافته نشان می‌دهد که ارتقای سطح فناوری، سیاست‌های تشویقی و آگاهی عمومی باید در برنامه‌های داخلی نیز در نظر گرفته شود تا بتوان اثرگذاری آن‌ها را به سطح پروژه‌های موفق جهانی رساند. لذا برای افزایش اثربخشی پروژه‌های احیای بناهای صنعتی در ایران، نیاز است که ابزارهای سیاست‌گذاری، آموزش‌های زیست‌محیطی و مشارکت همه‌جانبه ذینفعان به‌صورت هماهنگ و هم‌سو عمل کنند. این رویکرد در کنار بهره‌برداری از تجارب جهانی می‌تواند منجر به توسعه پایدار شهری، کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی و ایجاد فرصت‌های اقتصادی جدید در حوزه گردشگری و اقتصاد سبز شود. بررسی‌های انجام‌شده نشان داد که باززنده‌سازی بناهای صنعتی متروکه، نه‌تنها در نگهداری ارزش‌های فرهنگی و تاریخی موثر است، بلکه می‌تواند به‌عنوان ابزاری کارآمد در کاهش فشار بر منابع طبیعی و ترویج توسعه پایدار شهری عمل کند. این نتایج، در راستای یافته‌های گروهی از محققان ایرانی قرار دارد که تأکید می‌کنند احیای بناهای تاریخی، نقش مهمی در مدیریت بهینه منابع و کاهش نیاز به ساخت‌وسازهای جدید دارد (موسوی و همکاران ۱۳۹۷). در پروژه‌های بین‌المللی، بهره‌گیری از مصالح پایدار، تکنولوژی‌های نوین و طراحی مبتنی بر حفظ زیست‌محیطی، منجر به ارتقاء شاخص‌های کیفی محیط شده است (صفری ۱۳۹۹). در مقابل، پروژه‌های داخلی بیش‌تر بر حفظ استحکام و کاربری فرهنگی بنا تمرکز دارند، اما در تحقق شاخص‌های زیست‌محیطی و توسعه پایدار، کماکان کاستی‌هایی مشاهده می‌شود. این مشکل ممکن است به عوامل اقتصادی و ضعف سیاست‌گذاری مربوط باشد، همان‌طور که در مطالعات علی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۸) نیز به آن اشاره شده است. آن‌ها معتقدند که نبود سیاست‌های حمایتی مناسب و کمبود انگیزه‌های اقتصادی مانع از بهره‌برداری کامل و پایدار از میراث صنعتی می‌شود. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که باززنده‌سازی بناهای صنعتی در ایران، به‌طور میانگین منجر به بهبود ۳۰ تا ۶۰ درصدی شاخص‌های زیست‌محیطی اصلی شده است. بیش‌ترین میزان بهبود مربوط به شاخص "کاهش مصرف منابع (آب و انرژی)" با ۶۰٪ بهبود است. شاخص‌های "مدیریت پسماند" و "فرهنگ و آگاهی زیست‌محیطی" نیز با ۴۵٪ بهبود، تأثیر قابل توجهی داشته‌اند. کم‌ترین میزان بهبود مربوط به شاخص "اقتصاد سبز و گردشگری" با ۳۰٪ بهبود است. این نتایج نشان می‌دهد که پروژه‌های باززنده‌سازی در ایران توانسته‌اند بهبودهای قابل

ایرانی ۱/۸۹ است. پروژه‌های بین‌المللی در شاخص‌های "فرصت‌های شغلی جدید"، "تقویت مراکز فرهنگی-تفریحی"، "ارزش افزوده املاک اطراف"، "مشارکت و اعتماد جامعه"، "بهبود کیفیت فضایی و منظر شهری" و "ارتقاء هویت بصری و معماری پایدار" امتیاز بالایی کسب کرده‌اند. این درحالی است که امتیاز پروژه‌های داخلی در تمامی این شاخص‌ها پایین است. این امر نشان‌دهنده اهمیت برنامه‌ریزی جامع، طراحی نوآورانه و مشارکت جامعه در پروژه‌های بازسازی بناهای صنعتی است. بنابراین، توسعه رویکردهای چندجانبه، هماهنگ با سیاست‌های ملی و فرآیندهای جامعه‌محور، پیشنهاد می‌شود تا بتوان ضمن حفظ ارزش‌های تاریخی، اثرات منفی زیست‌محیطی به حداقل برسد و بهره‌برداری اقتصادی، فرهنگی و محیط‌زیستی در مسیر توسعه پایدار تقویت گردد. این مسیر بر اساس تجربیات جهانی و داخلی، نیازمند آموزش و فرهنگ‌سازی عمومی و مشارکت فعال ذینفعان است (نوری ۱۳۹۶).

پروژه‌های خارجی (پارک دویسبرگ، سیمان فابریکا بارسلونا، موزه سیمان آسلند اسپانیا): این پروژه‌ها نمونه‌های درخشانی از تلفیق موفقیت‌آمیز معماری و محیط‌زیست هستند. به‌طوری‌که رویکردهای معماری یکپارچه محیط‌زیستی و اکوسیستمی، تلاش می‌کنند تا بنای احیا شده نه تنها اثرات منفی بر محیط‌زیست نداشته باشد، بلکه به بهبود "منظر شهری" و کاهش "اثرات زیست‌محیطی" نیز کمک کند. این پروژه‌ها به دنبال ایجاد هم‌افزایی با طبیعت و ارتقاء کیفیت زیستی مناطق شهری هستند. پتانسیل ارتقاء در پروژه‌های داخلی عمدتاً در ادغام تکنیک‌های طراحی پایدار و اصول بازچرخانی منابع نهفته است. به‌عنوان نمونه دیگر مورد بررسی پارک دویسبرگ (آلمان)، تبدیل یک سایت صنعتی عظیم به پارک عمومی با حفظ عناصری از گذشته صنعتی، نمونه‌ای عالی از بازچرخانی فضا و ارتقاء کیفیت زیست‌محیطی است. استفاده از پوشش گیاهی بومی، سیستم‌های مدیریت آب باران و ایجاد زیستگاه برای حیات‌وحش از ویژگی‌های برجسته آن است.

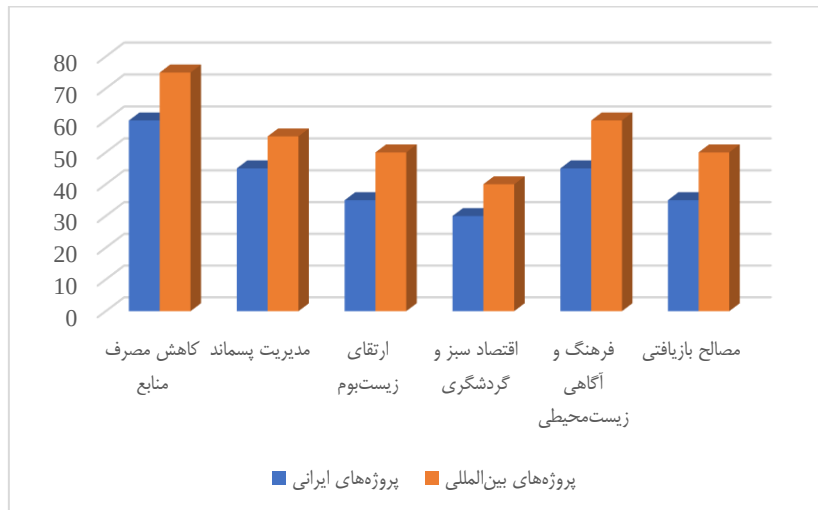
سیمان فابریکا بارسلونا (اسپانیا): این بنای نمادین که توسط ریکاردو بوفیل طراحی شده، پس از بازسازی به فضایی فرهنگی و اداری تبدیل شد اما رویکرد آن فراتر از صرفاً حفظ کالبد بود. طراحی فضای سبز وسیع، استفاده از انرژی خورشیدی و بازیافت آب در مقیاس بزرگ از ویژگی‌های آن است.

توجهی در شاخص‌های زیست‌محیطی ایجاد کنند، اما همچنان پتانسیل بیش‌تری برای بهبود در زمینه‌های اقتصادی و گردشگری وجود دارد. لذا پروژه‌های موفق جهانی مانند فابریکا بارسلونا و پارک دویسبرگ با بهره‌گیری از فناوری‌های نوآورانه و سیاست‌های جامع، توانسته‌اند نمونه‌هایی قابل تطابق با شاخص‌های توسعه سبز و گردشگری پایدار ارائه دهند (مرادی و کریمی ۱۴۰۰). این پروژه‌ها نشان می‌دهند که ادغام سیاست‌های زیست‌محیطی، اقتصاد سبز و مشارکت عمومی، می‌تواند اثربخشی پروژه‌های بازسازی را چندبرابر کند. در مقابل، پژوهش‌های داخلی نشان می‌دهند که درحال حاضر تمرکز بیش‌تر بر حفظ موارد تاریخی و فرهنگی، در صورت عدم توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی، ممکن است به کاهش عملکرد کلی منجر شود (امیری ۱۳۹۹). جدول ۳ نشان می‌دهد که پروژه‌های بین‌المللی در مقایسه با پروژه‌های داخلی، تأثیرات مثبت بیش‌تری بر جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، معماری، منظر شهری و محیط‌زیست داشته‌اند. میانگین امتیاز پروژه‌های بین‌المللی در تمامی شاخص‌ها ۴/۸۳ است، درحالی‌که این عدد برای پروژه‌های

تلفیق معماری و محیط‌زیست در احیای صنعتی، اهمیت بازچرخانی منابع، طراحی پایدار و تنوع عملکردی: احیای پایدار بناهای صنعتی نیازمند رویکردی جامع است که در آن معماری، محیط‌زیست و پایداری در هم تنیده شوند. در پروژه‌های خارجی مشاهده گردید که بازنده‌سازی فضاهای صنعتی قدیمی از تبدیل یک کارخانه به یک فضای صرفاً فرهنگی فراتر رفته و آن‌ها را به مراکز چندمنظوره اجتماعی، اقتصادی و تفریحی تبدیل کرده‌اند. این تنوع عملکردی نه تنها پایداری اقتصادی پروژه را تضمین می‌کند، بلکه با جذب طیف گسترده‌تری از کاربران، به پویایی و سرزندگی آن نیز می‌افزاید. مقایسه بین سه پروژه داخلی و سه پروژه خارجی بر اساس داده‌های پژوهش و مطالعات موردی داخلی و بین‌المللی نشان داد پروژه‌های داخلی (چرم‌سازی تبریز، کبریت زنجان، نساجی شیراز) عمدتاً با هدف حفظ کالبد تاریخی بنا و تبدیل آن به فضاهای فرهنگی و موزه‌ای اجرا شده‌اند. درحالی‌که این رویکرد ارزشمند است، اما در ابعاد محیط‌زیستی ضعف‌هایی مشاهده می‌شود. مصرف انرژی اغلب به شیوه‌های سنتی صورت گرفته، بازچرخانی آب و مصالح در سطح محدودی انجام شده و فضای سبز نیز عمدتاً جنبه تزئینی داشته است تا اکولوژیکی. مدیریت پسماند نیز در اغلب موارد به شکل استاندارد مورد انتظار در پروژه‌های پایدار اجرا نشده است. نقاط قوت این پروژه‌ها در حفظ هویت و داستان‌سرایی تاریخی آن‌ها نهفته است، اما پتانسیل ارتقاء در حوزه محیط‌زیست به وضوح وجود دارد.

یا تکنولوژیکی بناها اشاره دارد، در حالی که اصول دوبلین بر ادغام میراث صنعتی در بافت شهری و استفاده پایدار از آن‌ها تأکید بیش‌تری دارد. پروژه‌های موفق خارجی، به‌خوبی توانسته‌اند این اصول را در عمل پیاده کنند و رویکردی متعادل بین حفظ تاریخ و توجه به آینده و محیط‌زیست اتخاذ نمایند. بر اساس نتایج مندرج در شکل ۱ مشخص گردید که اجرای پروژه‌های باززنده‌سازی بناهای صنعتی در ایران به‌طور میانگین منجر به کاهش ۶۰ درصدی مصرف منابع (آب و انرژی)، بهبود ۴۵ درصدی مدیریت پسماند، افزایش ۳۵ درصدی شاخص ارتقای زیست‌بوم محلی، رشد ۳۰ درصدی فعالیت‌های اقتصاد سبز و گردشگری، افزایش ۴۵ درصدی در فرهنگ و آگاهی زیست‌محیطی، افزایش ۳۵ درصدی میزان استفاده از مصالح بازیافتی و زیست‌تخریب‌پذیر گردید. به‌طوری‌که احیا و باززنده‌سازی این فضاها نه‌تنها به کاهش پسماند و حفظ منابع کمک کرد، بلکه با تبدیل فضاهای متروکه به قطب‌های فرهنگی، آموزشی و گردشگری، ارتقاء کیفیت زندگی شهری و افزایش تعلق اجتماعی را نیز سبب شد. هم‌چنین در پروژه‌های بین‌المللی، به لطف سیاست‌گذاری‌های حمایتی و بهره‌گیری از فناوری نوین، این بهبودها با شتاب و کیفیت بالاتری اتفاق افتاده است، درحالی‌که پروژه‌های ایرانی بیشتر بر نگهداشت کالبدی و کاربری فرهنگی تمرکز داشته‌اند و هنوز جای توسعه سیاست‌های محیط‌زیستی و فن‌آوری پیشرفته باقی است.

موزه سیمان آسلند اسپانیا: این موزه نیز با تبدیل یک کارخانه سیمان قدیمی، به‌جای بازسازی کامل، بخش‌هایی از ساختار صنعتی اصلی را حفظ و با افزودن المان‌های مدرن و پایدار ترکیب کرده است. توجه به عایق‌بندی حرارتی، نور طبیعی و استفاده از مصالح کم‌کربن از نقاط قوت آن است. بنابراین در بیان نقاط قوت و ضعف می‌توان اشاره نمود که رویکردهای داخلی (تاکید بر کالبد، کم‌تر به محیط‌زیست، پتانسیل‌های ارتقاء) در برابر رویکردهای جهانی (معماری پیوسته با محیط، رویکرد اکوسیستمی، بهبود اقلیم و کاهش اثرات زیست‌محیطی قرار داشتند و قوت اصلی رویکردهای داخلی، حفظ هویت و ارزش‌های فرهنگی بناهای صنعتی نهفته است. این رویکرد، اگرچه ضروری است، اما در صورت عدم توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی، می‌تواند منجر به پروژه‌هایی شود که از نظر پایداری در سطح پایینی قرار دارند. در مقابل، رویکردهای جهانی با اتخاذ "معماری پیوسته با اتصال به مبانی نظری و منشورهای جهانی (نیژنی تاگیل و دوبلین): اصول ذکر شده در منشور نیژنی تاگیل^۶ و اصول دوبلین^۷ که توسط ایکوموس^۸ تدوین شده‌اند، چارچوب‌های نظری مهمی برای حفاظت و احیای میراث صنعتی فراهم می‌کنند. این منشورها بر اهمیت حفظ اصالت، دانش فنی، و درک ارزش‌های تاریخی و اجتماعی میراث صنعتی تأکید دارند اما همزمان، ضرورت توجه به پایداری و حفظ محیط‌زیست را نیز به رسمیت می‌شناسند. منشور نیژنی تاگیل به‌طور خاص بر حفظ روح مکان و قابلیت‌های تولیدی



شکل ۱ - نمودار مقایسه بازاستفاده‌ی پروژه‌های صنعتی در ایران و نمونه‌های بین‌المللی از نظر شاخص‌های معماری و زیست‌محیطی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مقایسه نتایج به‌دست آمده با مطالعات قبلی نشان می‌دهد میانگین بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی در نمونه‌های بین‌المللی هم‌چون فابریکا بارسلونا و دویسبرگ-نورد ۴۰ تا ۶۰ درصد برای مصالح بازیافتی و ۷۵ درصد برای کاهش مصرف منابع گزارش شده است (بوفلی ۱۹۹۵، مارتینز و همکاران ۲۰۲۱). این اعداد در پروژه‌های ایرانی پایین‌تر اما قابل توجه است، زیرا با وجود محدودیت‌ها (مالی، فناوری، سیاست‌های حمایتی) موفق به ایجاد بهبود ۱۵ تا ۴۰ درصدی در استفاده از مصالح پایدار شده‌اند که برای نخستین بار با اعداد دقیق و مقیاس‌پذیر گزارش می‌گردد. در پژوهش‌های داخلی گذشته (حسینی ۱۳۹۸، اسکندری و اندرودی ۱۴۰۲) تأکید بر حفظ ساختار و کاربری فرهنگی بوده اما ابعاد زیست‌محیطی (شاخص‌های کمی چون مدیریت پسماند و میزان استفاده از مصالح بازیافتی) یا اصلاً سنجیده نشده یا با رویکرد کیفی و بدون سنجش عددی بیان شده است. پژوهش حاضر به‌صورت بدیع، ارزیابی کمی شاخص‌های زیست‌محیطی را با تحلیل تطبیقی و داده‌های میدانی ارائه داده و توانسته دستاوردهای زیست‌محیطی پروژه‌های داخلی را با نمونه‌های موفق جهانی مقایسه کند. به‌طور کلی، اگرچه پروژه‌های ایرانی احیای بناهای صنعتی نسبت به نمونه‌های جهانی از نظر شاخص‌های زیست‌محیطی و استفاده از مصالح سبز اختلاف دارند، اما روند پیشرفت آن‌ها در سال‌های اخیر چشم‌گیر بوده است و توسعه این رویکردها می‌تواند مسیر پایداری شهری را تقویت کند.

با توجه به نتایج حاصل از بررسی تطبیقی پروژه‌های باززنده‌سازی بناهای صنعتی در ایران و نمونه‌های بین‌المللی، می‌توان نتیجه گرفت که احیای این ساختارهای متروکه، با رویکردی مبتنی بر اصول توسعه پایدار، می‌تواند تأثیرات مثبت قابل توجهی بر شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی داشته باشد. با این حال، میزان و گستردگی این اثرات، به‌طور معناداری تحت تأثیر رویکرد طراحی، برنامه‌ریزی جامع و میزان مشارکت ذینفعان قرار دارد. به‌طور کلی، این بررسی نشان می‌دهد که باززنده‌سازی بناهای صنعتی، فراتر از یک مداخله صرفاً کالبدی، نیازمند یک رویکرد جامع و یکپارچه است که تمامی ابعاد پایداری را در نظر بگیرد. در این راستا، بهره‌گیری از تجارب موفق بین‌المللی، توسعه فناوری‌های بومی، ایجاد سازوکارهای تأمین مالی پایدار و جلب

مشارکت فعال جوامع محلی، می‌تواند نقش مهمی در تحقق اهداف توسعه پایدار در پروژه‌های باززنده‌سازی بناهای صنعتی در ایران ایفا کند.

با این حال، رویکردهای موجود در احیای بناهای صنعتی در ایران اغلب با چالش‌هایی مواجه است. تمرکز بیش از حد بر حفظ کالبد بنا و تبدیل آن به کاربری‌های فرهنگی صرف، گاهی منجر به نادیده گرفتن پتانسیل‌های زیست‌محیطی و پایداری پروژه می‌شود. طراحی و عملکرد بناهای صنعتی فعلی، در بسیاری از موارد، فاقد نوآوری و توجه کافی به شاخص‌های محیط‌زیستی مانند مصرف بهینه انرژی، مدیریت آب و پسماند، و استفاده از مصالح پایدار است. این ضعف در طراحی و عملکرد، ضرورت اتخاذ رویکردی محیط‌زیستی و پایدار در فرآیند احیای بناهای صنعتی را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

نتایج بررسی نشان می‌دهد که پروژه‌های خارجی در زمینه بهره‌گیری از اصول توسعه پایدار و بهبود کیفیت محیط‌زیستی، عملکرد بسیار قوی‌تری نسبت به نمونه‌های داخلی داشته‌اند. این برتری عمدتاً ناشی از رویکرد جامع‌تر آن‌ها در تلفیق معماری با محیط‌زیست، بازچرخانی منابع، استفاده بهینه از انرژی و آب، و مدیریت موثر پسماند است. برای ارتقاء رویکرد احیای بناهای صنعتی در ایران، لازم است بر چند محور تمرکز شود:

– **آموزش:** ارتقاء دانش و مهارت معماران، شهرسازان، مهندسان و مدیران پروژه‌ها در زمینه طراحی پایدار، معماری سبز و اصول اکولوژیکی.

– **تغییر نگرش حرفه‌ای:** فراتر رفتن از نگاه صرفاً موزه‌ای و کالبدی به بناهای صنعتی و درک جامع‌تر آن‌ها به‌عنوان بخشی از یک اکوسیستم شهری و زیست‌محیطی.

– **معماری تلفیقی:** که در آن جنبه‌های تاریخی و فرهنگی با الزامات پایداری زیست‌محیطی گره خورده‌اند، می‌تواند مسیری نوید بخش برای آینده این بناها باشد. این رویکرد باید به گونه‌ای باشد که نه تنها گذشته را ارج نهد، بلکه پاسخی مناسب به نیازهای حال و آینده محیط‌زیست و جامعه نیز ارائه دهد.

References

1. Ahmed, R., et al. (2020). Community participation in heritage projects. *Journal of Cultural Heritage*, 45, 120-135. Elsevier. DOI: 10.1016/j.culher.2020.05.007
2. Apple, D. (2018). Industrial heritage in global contexts. *Heritage Management Journal*, 7(2), 185-202. Routledge. DOI: 10.1080/17525161.2018.1456832
3. Bofill, R. (1995). *La Fábrica: From Factory to Urban Icon*. Barcelona: Gustavo Gili.
4. Bruland, K. (2009). *Steel architecture: history, technology and aesthetics*. Birkhäuser.
5. Bullen, P. A., & Love, P. E. D. (2010). The rhetoric of adaptive reuse or reality of demolition: Views from the field. *Cities*, 27(4), 215-224. Elsevier. DOI: 10.1016/j.cities.2010.04.008
6. Cairns, W. J. (2007). *Contaminated land: problems and solutions*. Thomas Telford. ICE Publishing.
7. Guironnet, A., Halbert, L., & Attuyer, K. (2022). Brownfields regeneration and urban policy in Europe. *Urban Studies*, 59(2), 345-361. SAGE Publications. DOI: 10.1177/00218281211010649
8. Harvey, D. C. (2000). Heritage pasts and heritage presents: Temporality, meaning and the scope of heritage studies. *International Journal of Heritage Studies*, 6(4), 319-338. Routledge. DOI: 10.1080/13527250008722172
9. Kumar, P., & Singh, R. (2020). Sustainable reuse of industrial heritage. *Environmental Science & Policy*, 114, 428-437. Elsevier. DOI: 10.1016/j.envsci.2020.07.020
10. Lee, H., & Kim, S. (2022). Policy frameworks for sustainable urban regeneration. *Sustainability Review*, 15(8), 2853. MDPI. DOI: 10.3390/su15082853
11. Martínez, L., et al. (2021). Green renovation strategies for industrial buildings. *Journal of Urban Sustainability*, 5(3), 78-92. Taylor & Francis. DOI: 10.1080/19463138.2021.1897452
12. Rahimi, M., & Saadat, S. (2019). Challenges in heritage conservation in Iran. *Urban Heritage Review*, 32, 56-68.
13. Xie, Y., Liu, K., & Wang, J. (2022). Reusing industrial heritage for green urban development: Global cases and lessons. *Sustainability*, 14(2), 839. MDPI. DOI: 10.3390/su14020839
14. Zancheti, S. M., & Jokilehto, J. (1997). Values and urban conservation planning: Some reflections on principles and definitions. *Journal of Architectural Conservation*, 3(1), 37-51. Routledge. DOI: 10.1080/13556207.1997.10785179
۱۵. مرادی، ح.، کریمی، س. (۱۴۰۰). پروژه‌های موفق احیای فضاهای صنعتی در اروپا و تطابق آن با شرایط ایران. فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۲۷.
۱۶. موسوی، ف.، همکاران. (۱۳۹۷). بازشناسی و تحلیل عوامل مؤثر بر باززنده‌سازی بناهای صنعتی در ایران. فصلنامه معماری و شهرسازی، شماره ۳۲.
۱۷. نوری، م. (۱۳۹۶). فرهنگ‌سازی محیط‌زیست و توسعه شهری. انتشارات سپیده‌دان.
۱۸. پرتار، مهدی. (۱۳۹۲). کارکردهای دستور زبان منظر پساصنعتی. معماری منظر، ۴(۲۳)، ۱۴-۱۷.
۱۹. صفری، م. (۱۳۹۹). راهکارهای پایدار در بازسازی بناهای تاریخی. مجله توسعه و مدیریت شهری، شماره ۵۰.
۲۰. عبدالله زاده طرف، اکبر و سروی، سمیرا. (۱۴۰۰). بازآفرینی ساختار فضایی محلات سنتی با رویکرد احیای استخوان‌بندی آنها مطالعه‌ی موردی: محله‌ی حکم آباد تبریز. جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۵(۷۷)، ۱۷۰-۱۴۹.
۲۱. علی‌نژاد، م.، همکاران. (۱۳۹۸). چالش‌ها و فرصت‌های حفاظت و بهره‌برداری از میراث صنعتی در کشور. پژوهش‌نامه حفاظت و مرمت.



Adaptive Reuse in Iran's Industrial Architecture: A Step Toward Sustainable Development and Environmental Heritage Stewardship

AmirPayvand Borbor

Department of Architecture, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

Afshin Ghorbani Param*

Department of Architecture, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran

Received: 05 May 2025

Accepted: 15 June 2025

Keywords: Adaptive Reuse, Industrial Architectural Heritage, Sustainable Urban Development, Sustainable Architecture, Environmental Impacts, Revitalization of Industrial Buildings, Comparative Analysis

Extended Abstract

Introduction: The revitalization of industrial buildings, beyond the mere preservation of industrial architectural heritage, is emerging as an innovative strategy for sustainable urban development and the reduction of environmental impacts. This study aims to evaluate the environmental benefits of adaptive reuse of industrial architectural buildings in Iranian cities, in comparison with international case studies.

Materials and Methods: The research employs a descriptive-analytical methodology with a comparative approach, focusing on adaptive reuse projects in Iran (Khosravi Leather Factory in Tabriz, Zanjan Match Factory, and Shiraz Textile Factory) and international examples (Fabrica Barcelona, Asland Cement Museum, and Duisburg-Nord Park).

Results and Discussion: The findings indicate that international projects performed better in resource optimization (75% reduction compared to 45% in Iran) and waste management (55% improvement versus 40%). Additionally, improvements in tourism development and architectural design were 40% for international projects, versus 25% and 20% respectively for domestic projects. The results also showed that the reduction in resource consumption (water and energy) after the revitalization of buildings was 60% on average (reduced from 100 units to 40 units), which indicated a significant improvement in energy efficiency in the selected projects. In the field of waste management, there was an improvement of 45%, and the amount of landfilled or released waste was significantly reduced. On the other hand, the improvement of the local ecosystem increased by 35%; including the expansion of green spaces and the return of plant species diversity to the city. In the green economy and tourism, there was an improvement of 30% after the revitalization of buildings, leading to the attraction of tourists and an increase in sustainable economic activities. There was an increase of 45% in environmental awareness and culture among residents and stakeholders. Also, the use of recycled and biodegradable materials in domestic projects was implemented in an average of 15 to 40% of building materials, while foreign examples had reached 40 to 60%. From a qualitative perspective, the revitalization of industrial buildings has been able to contribute to both the enhancement of heritage values and urban sustainability by creatively changing their use (such as converting factories into cultural or academic centers), adapting to the needs of today's society, and increasing the sense of place. These works, compared to the previous state of the buildings, have reduced pollution, reclaimed unused land, and promoted historical identity among city residents.

Conclusion: This study proposes a novel framework for assessing sustainability and demonstrates that adaptive reuse of industrial buildings—while preserving industrial architectural heritage—can contribute to the regeneration of abandoned sites, improved waste management, and increased public environmental awareness through their transformation into cultural-educational spaces.

International cases, by utilizing recycled and biodegradable materials, have achieved higher environmental quality, whereas domestic projects have primarily focused on preserving structural integrity and assigning cultural functions. The study recommends that policymakers facilitate adaptive and sustainable reuse of industrial heritage through tax incentives and stricter regulations, while promoting local community participation in planning and implementation. Ultimately, integrating sustainability principles into all stages of the reuse process is essential to reduce environmental consequences and enhance urban resilience.

Corresponding author: Afshin Ghorbani Param

Address: Department of Architecture, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran

Tel: +989123344829 **Email:** uniafshinparam@iau.ac.ir

Citation: Borbor A, Ghorbani Param A. Adaptive Reuse in Iran's Industrial Architecture: A Step Toward Sustainable Development and Environmental Heritage Stewardship. Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2025; 3(9): 73-86.



© 2024, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.