

ترجمه انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:  
Identification of Productivity-Oriented Architectural Characteristics of Heavy Industrial  
Complexes in Iran within the Framework of Industry 5.0 Based on Expert Consensus  
در همین شماره مجله به چاپ رسیده است.

## مقاله پژوهشی

# شناسایی ویژگی‌های معماری بهره‌ورانه مجموعه‌های صنعتی سنگین ایران در بستر موج پنجم صنعت بر پایه اجماع خبرگان\*

فرجاد بازقندی<sup>۱\*</sup>، مجید صالحی نیا<sup>۲</sup>، عباس جهانبخش<sup>۱</sup>، حسین سماواتیان<sup>۳</sup>

۱. گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، ایران

۲. گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۳. گروه روانشناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اصفهان، ایران

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۹

## چکیده

**بیان مسئله:** گذار جهانی به موج پنجم صنعت، ضرورت بازاندیشی در معماری فضاهای صنعتی را آشکار ساخته است. در این میان، معماری بهره‌ورانه می‌تواند با انطباق طراحی فضایی با فرایندهای تولید، ارتقای کیفیت محیط کار و بهره‌گیری هوشمندانه از فناوری‌های نوین، زمینه افزایش بهره‌وری صنایع سنگین را فراهم آورد. با این حال، بسیاری از مجموعه‌های صنعتی سنگین ایران همچنان با چالش‌هایی نظیر فرسودگی کالبدی، عدم هماهنگی ساختار فضایی با نظام تولید و ضعف در انطباق با تحولات فناورانه مواجه‌اند.

**هدف پژوهش:** این پژوهش با هدف ارائه الگوی طراحی معماری بهره‌ورانه متناسب با الزامات موج پنجم صنعت انجام شده است.

**روش پژوهش:** این مطالعه با رویکرد کیفی و با بهره‌گیری از فن دلفی دومرحله‌ای صورت گرفت. در مرحله نخست، شاخص‌های اولیه از طریق مرور نظام‌مند ادبیات پژوهش استخراج و چهارچوب نظری پیشنهادی تدوین شد. در مرحله دوم، دیدگاه‌های ۲۳ نفر از خبرگان حوزه معماری صنعتی و بهره‌وری گردآوری و طی دو مرحله ارزیابی و شاخص‌ها براساس معیار اجماع ۸۰ درصد نهایی شدند.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌ها منجر به شناسایی ۱۹ شاخص کلیدی در سه محور اصلی شامل: (۱) الگوهای مالکیت و بهره‌برداری از فضا، (۲) ملاحظات فنی، تکنیکی و انرژی، (۳) برنامه‌ریزی فضایی و سازمان‌دهی عملکردها شد. بر این اساس، مدل مفهومی معماری بهره‌ورانه صنایع سنگین ایران در بستر موج پنجم صنعت تبیین گردید. نتایج این پژوهش می‌تواند مبنایی برای طراحی و بازآفرینی فضاهای صنعتی کشور فراهم آورد و در جهت ارتقای بهره‌وری، پایداری و بهبود کیفیت محیط کار در صنایع سنگین مؤثر واقع شود.

**واژگان کلیدی:** صنعت انسان‌محور، هوشمندسازی فرایندها، کیفیت فضایی محیط کار، فن دلفی، طراحی فضاهای صنعتی.

## مقدمه

محیط کالبدی کار در صنایع سنگین، نقشی تعیین‌کننده در بهره‌وری نیروی انسانی، ایمنی فرایند تولید و پایداری عملکرد

سازمانی دارد. با این حال، در بسیاری از مجموعه‌های صنعتی، طراحی فضاهای تولیدی صرفاً بر الزامات فنی و استقرار تجهیزات متمرکز بوده و به ابعاد انسانی، ادراکی و عملکردی فضا کمتر توجه شده است. این رویکرد موجب شکل‌گیری محیط‌هایی می‌شود که نه تنها از نظر بهره‌وری بهینه نیستند، بلکه زمینه‌ساز افزایش خطا، بروز حوادث شغلی و کاهش ماندگاری نیروی کار می‌شوند.

پژوهش‌های پیشین نیز بر تأثیر مستقیم شرایط فیزیکی محیط کار بر عملکرد، ایمنی و رضایت شغلی تأکید دارند

\*این مقاله برگرفته از رساله دکتری «فرجاد بازقندی» با عنوان «شناسایی ویژگی‌های معماری بهره‌ورانه در بخش تولید مجموعه‌های صنعتی سنگین ایران در بستر موج پنجم صنعت (مطالعه موردی: ایران خودروی خراسان)» است که در سال به راهنمایی دکتر «مجید صالحی نیا» و دکتر «عباس جهانبخش» و مشاوره دکتر «حسین سماواتیان» در دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان در حال انجام است. \*نویسنده مسئول: farjadbazghandi1373@gmail.com، ۰۹۱۵۰۰۹۴۹۹۴

مکانیزه‌شدن نساجی و پیدایش ماشین بخار، بنیان کارخانه‌های نوین را شکل داد (Schwab, 2020, 15). انقلاب دوم با ورود برق، خط مونتاژ و تولید انبوه، الگوی نوینی از فضاهای صنعتی را پدید آورد (همان، ۶۳). انقلاب سوم که به انقلاب دیجیتال معروف است، از دهه ۱۹۶۰ میلادی با توسعه نیمه‌هادی‌ها، رایانه‌ها و اینترنت آغاز شد و به دگرگونی بنیادین در سازماندهی تولید انجامید. انقلاب چهارم یا «صنعت ۴/۰» با تکابرهوشمندسازی، داده‌های یکپارچه و کارخانه‌های هوشمند، تولید را از انبوه‌سازی به سمت سفارشی‌سازی انبوه سوق داد (Kiani-Bakhtiari & Moosavi-Movahedi, 2021, 156). انقلاب پنجم بر همکاری انسان و ماشین تأکید دارد و محیط‌های تولید را از ساختارهای صرفاً فناورانه به بستریهای مشارکتی و کاربرمحور ارتقا می‌دهد (European Union Publications Office, 2022, 130). این روند نشان می‌دهد شکل‌گیری معماری بهره‌ورانه در صنایع سنگین، از یک سو به دست آمده از الزامات عملکردی و فناورانه و از سوی دیگر نتیجه تعامل انسان با محیط کار صنعتی است.

با وجود نوظهور بودن مفهوم موج پنجم صنعت، پژوهش‌ها نشان می‌دهند این رویکرد در نحوه ترکیب دنیای فیزیکی و مجازی با ابهاماتی همراه است. این موج بر سه محور اصلی انسان‌محوری، پایداری و تاب‌آوری استوار است (European Commission, 2021, 13). در آن، فناوری در خدمت نیازهای انسانی قرار گرفته، تولید چرخشی و کاهش آثار زیست‌محیطی دنبال می‌شود و انعطاف‌پذیری زنجیره ارزش برای مواجهه با بحران‌ها اهمیت می‌یابد. همکاری انسان و ماشین، نقش توانمندساز ربات‌ها و هوش مصنوعی و انتقال وظایف نیروی کار از کارهای تکراری به خلاقیت و حل مسئله از عناصر کلیدی این موج‌اند. همچنین یادگیری مادام‌العمر، مهارت‌های میان‌رشته‌ای و ایجاد محیط کاری مبتنی بر کرامت و سلامت کارکنان ضرورت دارد (ibid., 16).

#### • بهره‌وری

بهره‌وری یکی از مفاهیم اساسی در توسعه اقتصادی و بهبود عملکرد سازمان‌هاست و نقش تعیین‌کننده‌ای در ارتقای کیفیت نیروی انسانی و استفاده بهینه از منابع ایفا می‌کند. این مفهوم در طول تاریخ مورد توجه بوده و تعاریف مختلفی برای آن ارائه شده است؛ برای نمونه، کوئیزومی<sup>۱</sup> نخستین بار آن را مطرح کرد و لیترا<sup>۲</sup> آن را به‌عنوان «قدرت تولید» تعریف کرد. در سده بیستم، سازمان همکاری اقتصادی اروپا<sup>۳</sup> (۱۹۵۰) بهره‌وری را نسبت بازده به عوامل تولید معرفی کرد (ساعتچی، ۱۳۹۷، ۵۰).

بهره‌وری امروزه به‌عنوان ترکیبی از کارایی (انجام درست کارها با کمترین منابع) و اثربخشی (انجام کارهای درست در راستای ارزش‌آفرینی برای ذی‌نفعان) در نظر گرفته می‌شود (کازمی و همکاران، ۱۳۹۱، ۱۴). در ایران نیز اهمیت بهره‌وری به رسمیت شناخته شده و برنامه چهارم توسعه کشور مقرر کرده بود ۳۰ درصد از رشد اقتصادی از محل افزایش بهره‌وری حاصل شود (ساعتچی، ۱۳۹۷، ۵۶). در این میان، نیروی انسانی به‌عنوان

(Schultz, 2014, 403). همچنین به نقش طراحی معماری در بهبود کارایی و کاهش اتلاف منابع در صنایع سنگین توجه شده است (فرحناکی و گواهیان، ۱۳۹۲). در این چهارچوب، موج پنجم صنعت با تمرکز بر انسان‌محوری، هوشمندسازی، تاب‌آوری و پایداری، چشم‌اندازی نوین برای بازتعریف فضاهای تولیدی ارائه می‌دهد (European Commission, 2021, 34). با وجود اهمیت این رویکرد، در ایران مطالعات اندکی به تدوین چهارچوبی منسجم برای معماری بهره‌ورانه در صنایع سنگین پرداخته‌اند. این پژوهش در پاسخ به این خلأ، با بهره‌گیری از فن دلفی و اجماع خبرگان، به شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های معماری بهره‌ور در صنایع سنگین ایران می‌پردازد. نوآوری این پژوهش در تمرکز بر بخش تولیدی صنایع سنگین و بومی‌سازی ویژگی‌ها در بستر فرهنگی و اقلیمی ایران، متناسب با الزامات موج پنجم صنعت، است. هدف اصلی، ارائه چهارچوبی کاربردی برای طراحی و بازطراحی مجموعه‌های صنعتی هم‌سو با موج پنجم صنعت و ارتقای بهره‌وری، کیفیت محصول و ماندگاری نیروی کار است.

#### پیشینه پژوهش

این مطالعه به بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری در معماری و در صنایع سنگین ایران با تأکید بر موج پنجم صنعت جهان می‌پردازد. پیشینه موضوع در سه حوزه معماری صنعتی، بهره‌وری و معماری بهره‌ور در طراحی فضاهای بهره‌ور مرور شده است تا شکاف دانش شناسایی شود.

#### • معماری صنعتی

معماری صنعتی شاخه‌ای از معماری است که به طراحی و سازماندهی فضاهای تولیدی و پشتیبان فعالیت‌های صنعتی می‌پردازد. این حوزه از معماری علاوه بر توجه به الزامات فناورانه، باید نیازهای عملکردی و انسانی محیط کار را نیز در نظر بگیرد، زیرا کیفیت فضایی و ساماندهی مناسب فضاها بر بهره‌وری، ایمنی و رضایت کارکنان تأثیر مستقیم دارد. تاریخچه معماری صنعتی نشان می‌دهد فضاهای تولیدی از نمونه‌های ابتدایی مانند انبارهای غله و کارگاه‌های سنتی تا کارخانه‌های مدرن، همواره با تحول ابزار تولید و مقیاس فعالیت‌های صنعتی تغییر کرده‌اند (Holness & Giddings, 1996, 81). در ایران نیز معماری صنعتی به دو معنا به کار می‌رود: نخست بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته در ساخت و دوم طراحی ساختمان‌هایی با عملکرد صنعتی، جایی که معماری در خدمت صنعت قرار می‌گیرد (بیات، ۱۳۸۴، ۱۸). به این ترتیب، معماری مجموعه‌های صنعتی شامل تمامی مراحل فرایند تولید، از ورود مواد اولیه تا خروج محصول و خدمات جانبی می‌شود (گودینی و همکاران، ۱۴۰۰، ۱۲؛ فرحناکی و گواهیان، ۱۳۹۲، ۱۳).

#### - انقلاب‌های صنعتی

تحولات صنعتی از سده هجدهم میلادی تا امروز به‌طور مستقیم بر معماری فضاهای تولید اثر گذاشته‌اند. انقلاب صنعتی اول، با

بهره‌ورانه در بستر موج پنجم صنعت» به‌عنوان متغیر وابسته پژوهش تعریف گردید که در چهار مؤلفه تبیین می‌شود: (۱) تولید بیشتر: در موج پنجم صنعت، افزایش تولید صرفاً کمی نیست، بلکه به‌سمت تولید سفارشی انبوه حرکت می‌کند که نیازمند انعطاف‌پذیری و هوشمندی خطوط تولید است. مصرف‌کنندگان امروزی خواستار شخصی‌سازی انبوه هستند؛ امری که تنها با بازگرداندن «تماس انسانی» به فرایند تولید، یعنی همان مفهوم کلیدی موج پنجم صنعت، امکان‌پذیر است (Ostergaard, 2018). تولیدکنندگان برای پاسخگویی به این تقاضاهای متغیر بازار، نیازمند خطوط تولیدی هستند که تا حد کافی «تطبیق‌پذیر، هوشمند و انعطاف‌پذیر» باشند تا بتوانند به‌سرعت در خواست‌های به‌روز را برآورده کنند (Nahavandi, 2019, 3). این امر نشان می‌دهد توانایی تولید بیشتر، نه فقط در حجم، بلکه در تنوع و سرعت پاسخ‌گویی به نیازهای متنوع مشتریان تعریف می‌شود. (۲) تولید با کیفیت‌تر: محرک اصلی ظهور ربات‌های صنعتی، علاوه بر حذف مشاغل سخت و تکراری، «هیزا به ثبات کیفیت و جریان تولید» بوده است. اتوماسیون رباتیک به بهبود ثبات کیفیت محصول و همچنین جریان خط تولید کمک کرده و تقاضا برای محصولات با کیفیت بالا را با هزینه کمتر برآورده می‌سازد (Ostergaard, 2018). از سوی دیگر، ترکیب دقت بالای اتوماسیون صنعتی با «مهارت‌های شناختی و تفکر انتقادی انسان‌ها» کیفیت تولید را در سطح جهانی ارتقا می‌دهد؛ به‌طوری‌که وظایف تکراری به ماشین‌ها واگذار شده و جنبه خلاقانه به انسان اختصاص می‌یابد تا کارکنان مسئولیت بیشتری پذیرفته و نظارت بر سیستم‌ها را افزایش دهند (European Commission, 2021, 41). (۳) ماندگاری بیشتر نیروی انسانی در محیط کار: رونق یک بنگاه تولیدی تنها به سلامت اقتصادی و آمادگی فنی تأسیسات بستگی ندارد، بلکه به «فاه مناسب کارگران» نیز وابسته است. حتی در صورت کنترل یک سیستم خودکار توسط یک کارمند، «عملکرد رضایت‌بخش او برای عملکرد صحیح سیستم حیاتی است»؛ چراکه یک بی‌احتیاطی کوچک از طرف او ممکن است منجر به ضرر بزرگ شود. در این میان، مهم است عواملی که باعث ایجاد انگیزه و در نتیجه رضایت و روحیه بهتر کارگران می‌شوند، شناسایی و تقویت گردند (Odeleye, 1967, 107). در همین راستا، فناوری‌های جدید و راه‌حل‌های دیجیتال می‌توانند به «تقویت سلامت روان و فرهنگ رفاه» به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از فرهنگ سازمانی کمک کنند. علاوه بر این، این رویکرد احتمالاً به دلیل افزایش بهره‌وری و جلوگیری از بیماری و غیبت طولانی‌مدت، «مزایای اقتصادی و صرفه‌جویی» را نیز به‌همراه خواهد داشت (European Commission, 2021, 18). (۴) سودآوری بالاتر مجموعه صنعتی: برای اینکه صنعت به تأمین‌کننده «رفاه واقعی» تبدیل شود، تعریف هدف آن باید شامل ملاحظات اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی باشد. این رویکرد نیازمند «نوآوری مسئولانه» است که نه فقط با هدف افزایش بهره‌وری هزینه یا حداکثر کردن سود، بلکه با هدف «افزایش رفاه همه افراد درگیر» انجام شود

مهم‌ترین سرمایه‌سازمان‌ها مطرح است و افزایش بهره‌وری کارکنان می‌تواند دیگر عوامل تولید را نیز بهبود بخشد (توسلی، ۱۳۹۴). تطابق ویژگی‌های فردی با مشاغل، ایجاد انگیزه و علاقه‌مندی در کارکنان را تقویت کرده و در نهایت بهره‌وری سازمانی را افزایش می‌دهد (باقی نصرآبادی و شادالویی، ۱۳۸۹، ۳۷). بنابراین، کیفیت سرمایه انسانی بیش از منابع مالی، نقش تعیین‌کننده‌ای در توسعه سازمانی و اقتصادی دارد (قلی‌پور، ۱۳۹۲، ۳۵۲).

### • معماری و بهره‌وری

ارتباط میان معماری و بهره‌وری، نقش اساسی در عملکرد کارکنان و کیفیت فرایندهای تولید دارد. محیط فیزیکی مناسب نه تنها بهره‌وری و کیفیت کار را ارتقا می‌دهد، بلکه میزان ترک خدمت و غیبت کارکنان را کاهش و رضایت شغلی را افزایش می‌دهد. مطالعات متعدد این ارتباط را تأیید کرده‌اند: شرایط فیزیکی محیط بر عملکرد و رضایت کارکنان تأثیر مستقیم دارد (Esfandiari et al., 2017, 386). طراحی هوشمندانه و دل‌پذیر فضاهای صنعتی می‌تواند کیفیت محیط کار را حتی هم‌سنگ فضاهای مسکونی ارتقا دهد (یوسف‌زاده و قدسی‌فر، ۱۳۹۶، ۶). بهبود امکانات کالبدی، هماهنگی فضایی با فعالیت‌های کاری و حذف عوامل نامطلوب، از ویژگی‌های محیط‌های بهره‌ورانه است (Odeleye, 1967, 14). یک محیط کار راحت، ایمن و سالم می‌تواند باعث افزایش شادی و بهبود عملکرد کارکنان شود؛ همچنین نگرش، رفتار و بهره‌وری آن‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Atmaja, 2018, 99). مطالعات دیگر نشان می‌دهند طراحی مناسب محیط فیزیکی می‌تواند استرس را کاهش داده و روابط کاری را بهبود بخشد (Tarantini et al., 2017, 3). به‌علاوه مطابق با تحقیقات جنسler (Gensler, 2006)، بهبود محیط کار می‌تواند بهره‌وری کارکنان را تا ۱۹ درصد افزایش دهد، در حالی که تنها چهار درصد کارکنان معتقدند طراحی محیط کار تأثیری بر عملکرد ندارد (El-Zeiny & Mahmoud, 2017, 750).

### مبانی نظری

این پژوهش بر سه بنیان مفهومی استوار است: موج پنجم صنعت، معماری بهره‌ورانه و بهره‌وری پایدار صنعتی. در گام نخست، مبانی نظری موج پنجم صنعت با اتکا بر اسناد سیاستی اتحادیه اروپا بررسی شد. براساس گزارش رسمی کمیسیون اروپا، موج پنجم صنعت بر سه اصل بنیادین انسان‌محوری، پایداری و تاب‌آوری استوار است و بر هم‌افزایی میان انسان و فناوری‌های هوشمند تأکید دارد (European Commission, 2021, 14). در این سند، جهت‌گیری کلان تحولات صنعتی، حرکت از خودکارسازی صرف به سوی تقویت نقش انسان، مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی و تاب‌آوری نظام‌های تولیدی عنوان شده است.

این مطالعه، بر مبنای این سه اصل تصریح شده و با تحلیل دلالت‌های آن در بستر صنایع سنگین ایران، ابعاد عملیاتی بهره‌وری صنعتی صورت‌بندی شده است. بدین ترتیب، مفهوم «بهره‌وری و رفتار

نهایت، فهرست نهایی جامعه پژوهش شامل ۲۶ خبره با تنوع رشته‌ای، سازمانی و تجربی شکل گرفت. فرایند دلفی در دو مرحله تکرار شونده انجام شد. در مرحله نخست، مجموعه‌ای از گزاره‌ها بر پایه پیشینه نظری و مبانی مفهومی پژوهش تدوین و در قالب پرسش‌نامه دلفی در اختیار خبرگان قرار گرفت. ابزار گردآوری داده‌ها به دو شیوه الکترونیکی (ایمیل، گوگل فرم و شبکه‌های اجتماعی) و حضوری توزیع شد. در این مرحله، با وجود پیگیری‌های انجام شده، ۲۳ پرسش‌نامه دریافت و مبنای تحلیل قرار گرفت. پس از تحلیل داده‌های مرحله نخست و سنجش میزان توافق میان خبرگان، در مرحله دوم تنها گزاره‌هایی که به اجماع نرسیده بودند، مجدداً برای همان خبرگانی ارسال شد که دیدگاه آن‌ها با نظر اکثریت هم‌راستا نبود. این فرایند تکرار شونده، امکان پالایش نظرات، کاهش پراکندگی دیدگاه‌ها و دستیابی به اجماعی معتبر را فراهم ساخت. در مجموع، فن دلفی به کاررفته در این پژوهش، بستری مناسب برای استخراج چهار چوب تحلیلی دقیق و قابل اتکاد در زمینه معماری صنعتی بهره‌ورانه فراهم کرده است.

#### • فرایند تدوین پرسش‌نامه دلفی

روش دلفی یکی از شیوه‌های معتبر برای گردآوری و پالایش دیدگاه‌های تخصصی است که با تکرار ساختار یافته و رسیدن به اجماع، در پژوهش‌های آینده‌نگر و پیچیده کاربرد گسترده دارد (Linstone & Turoff, 2002, 36). در این پژوهش شیوه دلفی برای شناسایی و اعتبارسنجی ویژگی‌های اثرگذار بر معماری بهره‌ور در صنایع سنگین ایران و انطباق آن با الزامات موج پنجم صنعت به کار گرفته شد. هدف، دستیابی به پرسش‌نامه‌ای علمی و کاربردی برای سازماندهی فضاهای تولیدی و ارتقای بهره‌وری کارکنان بود. در این فرایند، ابتدا مفاهیم کلیدی حوزه‌های مرتبط با موج پنجم صنعت، معماری صنعتی و بهره‌وری بررسی و شاخص‌های اصلی استخراج شد. سپس این مفاهیم در سه مؤلفه اصلی سامان‌دهی گردید. براین اساس، گزاره‌های اولیه پرسش‌نامه در قالب سؤالات بسته و مبتنی بر طیف لیکرت تدوین شد. نسخه اولیه شامل ۱۰۰ گزاره برای ارزیابی روابی و شفافیت به متخصصان ارائه و پس از دریافت بازخورد، اصلاح، ساده‌سازی و نهایی‌سازی شد. در نهایت، نسخه تکمیل شده پرسش‌نامه به عنوان ابزار اصلی اجرای دلفی استفاده شد.

#### • ساختار پرسش‌نامه دلفی و تحلیل محتوای آن

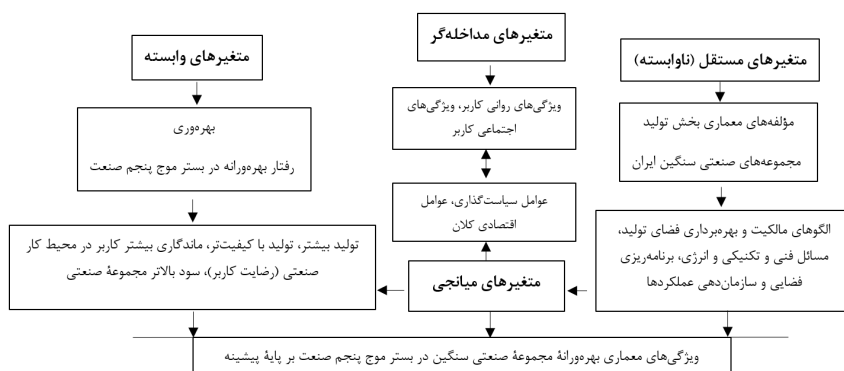
پرسش‌نامه دلفی طراحی شده در این پژوهش، شامل ۸۶ گزاره بسته در قالب سه محور اصلی است. هر گزاره بر مبنای طیف لیکرت پنج گزینه‌ای (از «کاملاً مخالفم» تا «کاملاً موافقم») تنظیم شده تا امکان سنجش سطح توافق خبرگان نسبت به نقش ویژگی‌ها در افزایش بهره‌وری فضاهای تولیدی در صنعت سنگین ایران فراهم گردد.

پرسش‌ها بر پایه چهار متغیر تحلیلی (وابسته، مستقل، میانجی و مداخله‌گر) ساختار بندی شده‌اند و هر مؤلفه، پیوند مستقیمی با یک یا چند شاخص بهره‌وری دارد.

(Xu et al., 2021, 530). در همین راستا، تأکید روزافزون نهادهای نظارتی و سرمایه‌گذاران بر کاهش انتشار کربن و اثرات زیست‌محیطی، کسب و کارها را ملزم می‌کند ردپای منابع خود را ارزیابی کنند. این امر ممکن است شامل تحلیل منبع مواد اولیه، نسبت ضایعات تولید شده، همراه با ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، بهره‌وری انرژی فرایندها و منابع انرژی باشد (Lachvajderova et al., 2023, 127). بنابراین، سودآوری پایدار در موج پنجم صنعت، نتیجه هم‌افزایی بین نوآوری مسئولانه، رفاه اجتماعی و بهره‌وری اقتصادی است. این چهار مؤلفه، برداشت تحلیلی پژوهش از اهداف سه‌گانه موج پنجم صنعت محسوب می‌شوند و عیناً در متن گزارش کمیسیون اروپا ذکر نشده‌اند، بلکه به صورت استنتاج مفهومی از آن استخراج شده‌اند. با توجه به اینکه تحقق این پیامدها نیازمند بستر کالبدی و فضایی متناسب است، معماری بهره‌ورانه به عنوان حلقه واسط میان اصول موج پنجم صنعت و بهره‌وری پایدار صنعتی در نظر گرفته شد. در این راستا، ویژگی‌های معماری بخش تولید در سه دسته شامل: (۱) الگوهای مالکیت و بهره‌برداری از فضای تولید، (۲) مسائل فنی، تکنیکی و انرژی، (۳) برنامه‌ریزی فضایی و سازمان‌دهی عملکردها به عنوان متغیرهای مستقل تعریف شدند. همچنین ویژگی‌های روانی و اجتماعی کاربران به عنوان متغیرهای مداخله‌گر و عوامل سیاست‌گذاری، اقتصادی به عنوان متغیرهای میانجی لحاظ گردیدند؛ زیرا این عوامل می‌توانند نحوه و شدت تأثیر ویژگی‌های معماری بر بهره‌وری را تعدیل یا تقویت کنند. براساس این صورت‌بندی مفهومی، چهار چوب نظری پژوهش تدوین شد که ارتباط میان موج پنجم صنعت، معماری بهره‌ورانه و تحقق بهره‌وری پایدار در صنایع سنگین را نشان می‌دهد. این چهار چوب در تصویر ۱ ارائه شده است.

#### روش پژوهش

روش پژوهش در این مطالعه از نوع کیفی است و با بهره‌گیری از روش پرسش از خبرگان (فن دلفی) انجام شده است. این روش به منظور دستیابی به اجماع متخصصان درباره ویژگی‌ها، شاخص‌ها و روابط اثرگذار بر معماری صنعتی بهره‌ورانه در بستر موج پنجم صنعت به کار گرفته شده است. انتخاب رویکرد کیفی و فن دلفی، به دلیل ماهیت اکتشافی موضوع و نیاز به استخراج دانش ضمنی خبرگان، مناسب تشخیص داده شد. جامعه هدف پژوهش شامل خبرگان حوزه‌های معماری صنعتی، بهره‌وری، مدیریت صنعتی و معماری بهره‌ور بود. انتخاب نمونه‌ها به صورت هدفمند و براساس معیارهایی همچون سابقه علمی-پژوهشی، تجربه حرفه‌ای مرتبط و آشنایی تخصصی با موضوعات معماری صنعتی و بهره‌وری انجام شد. به منظور تکمیل جامعه خبرگان و افزایش تنوع دیدگاه‌ها، از روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی استفاده گردید؛ به گونه‌ای که خبرگان اولیه، افراد واجد صلاحیت علمی یا تجربی دیگر را معرفی کردند. این روش در مطالعات کیفی، به ویژه در شرایطی که جامعه آماری پراکنده یا نامشخص است، رویکردی کارآمد به شمار می‌رود. در



تصویر ۱. چهارچوب نظری اولیه بر پایه پیشینه یابی. مأخذ: نگارندگان.

### چرایی انتخاب روش دلفی (نقش خبرگان) در طراحی معماری بهره‌ورانه

به دلیل میان‌رشته‌ای بودن موضوع پژوهش - شامل معماری، صنعت، روان‌شناسی محیطی، فناوری و اقتصاد - روشی لازم بود که بتواند دیدگاه‌های متنوع متخصصان را گردآوری و به اجماع برساند. روش دلفی به عنوان یکی از معتبرترین رویکردهای اجماع‌سازی، با اتکا بر گردآوری تکرارشونده دیدگاه‌های خبرگان، امکان بهره‌گیری از عقل جمعی را در مسائل فاقد پاسخ قطعی فراهم می‌کند (نوبخت، ۱۳۹۶، ۲۷۰). در این پژوهش، دلفی برای شناسایی و اعتبارسنجی ویژگی‌های کالبدی و عملکردی معماری بهره‌ورانه در فضاهای تولید صنایع سنگین در بستر موج پنجم صنعت به کار گرفته شد. بازخوردهای خبرگان باعث حذف گزاره‌های مبهم، اصلاح واژگان، بازآرایی ترتیب پرسش‌ها و ارتقای کاربردی بودن پرسش‌نامه شد. در نتیجه، روش دلفی علاوه بر غربالگری و اولویت‌بندی شاخص‌ها، به تولید پرسش‌نامه‌ای معتبر و قابل استفاده در صنعت ایران انجامید.

### روایی و پایایی پرسش‌نامه

در این پژوهش، روایی و پایایی پرسش‌نامه به صورت دقیق بررسی شد. روایی محتوایی با طراحی پرسش‌نامه براساس پیشینه و سپس ارزیابی آن توسط چهار استاد دانشگاه و سه متخصص صنعت خودرو سنجیده شد و براساس بازخوردها، گویه‌ها اصلاح یا ادغام گردید. روایی صوری نیز از طریق بررسی وضوح و فهم‌پذیری پرسش‌ها توسط خبرگان تقویت شد و تغییراتی در زبان و ترتیب گویه‌ها انجام شد. برای پایایی، ضریب آلفای کرونباخ با SPSS محاسبه شد که مقدار بیش از ۰/۹ به دست آمد و نشان‌دهنده همسانی درونی بالا و قابلیت اعتماد مناسب پرسش‌نامه است.

### اجرای مرحله اول تکنیک دلفی

نمونه‌ها با تمرکز بر تنوع تخصصی و حرفه‌ای انتخاب شدند تا گوناگونی دیدگاه‌های دانشگاهی، صنعتی و مشاوره‌ای پوشش داده شود. خبرگان در چهار گروه اصلی طبقه‌بندی شدند:

۱) اعضای هیئت علمی در حوزه معماری، شهرسازی، طراحی صنعتی و مهندسی صنایع، ۲) مدیران و کارشناسان ارشد خودروسازی (به ویژه ایران خودرو خراسان)، ۳) مشاوران فنی و طراحی صنعتی

فعال در پروژه‌های توسعه و نوسازی خطوط تولید، ۴) اعضای هیئت علمی رشته‌های فنی - مهندسی مرتبط (مانند مکانیک و خودرو). این ترکیب تخصصی امکان ارزیابی دقیق شاخص‌ها از منظر نظری و عملی را فراهم کرد و مبنای هم‌گرایی نظری در گام‌های آتی دلفی شد.

برای انجام روش دلفی، مجموعه‌ای از معیارهای کیفی جهت‌گزینش اولیه متخصصان در نظر گرفته شد که شامل موارد زیر است:

۱) برخورداری از مدرک کارشناسی ارشد در یکی از رشته‌های مرتبط، ۲) داشتن دست‌کم پنج سال تجربه اجرایی، علمی یا مشاوره‌ای در یکی از چهار حوزه مذکور، ۳) آشنایی با مفاهیم طراحی فضاهای تولیدی، مدیریت بهره‌وری، فناوری تولید یا سازمان‌دهی صنعتی، ۴) تمایل و توانایی برای مشارکت فعال در فرایند چندمرحله‌ای دلفی، ۵) برخورداری از اعتبار حرفه‌ای (بر پایه انتشارات علمی، سوابق مدیریتی یا مشارکت در طرح‌های صنعتی).

### تحلیل مقدماتی پاسخ‌ها

ترکیب مشارکت‌کنندگان این پرسش‌نامه که در اختیار گروهی از متخصصان به صورت هدفمند و در چهار خوشه تخصصی قرار گرفت به شرح زیر است:

شش نفر از اعضای هیئت علمی رشته معماری در دانشگاه‌های معتبر کشور، هفت نفر از مدیران تولید در مجموعه‌های خودروسازی، پنج نفر از کارشناسان و مدیران شرکت‌های مشاور در حوزه طراحی و ساخت ساختمان‌های صنعتی، پنج نفر از اعضای هیئت علمی یا پژوهشگران وابسته در رشته‌های دیگر مرتبط (از جمله مهندسی صنایع، مکانیک یا طراحی صنعتی و...) که دارای تخصص بین‌رشته‌ای بودند. در مجموع، پرسش‌نامه از سوی ۲۳ نفر متخصص تکمیل شد.

در گام نخست دلفی، پاسخ‌های ۲۳ خبره به صورت توصیفی و تحلیلی بررسی شد. هدف این تحلیل، سنجش سطح توافق و میزان پراکندگی دیدگاه‌ها بود که با شاخص‌هایی مانند میانگین امتیاز (گرایش عمومی) و انحراف معیار (سطح اختلاف نظر) ارزیابی گردید. گزاره‌هایی با میانگین دو تا سه یا انحراف معیار بالاتر از یک، برای بازنگری در گام دوم برگزیده شدند.

گام نخست دارای مزایایی همچون گردآوری هم‌زمان دیدگاه‌های

جدول ۱. پاسخ‌دهی ۲۳ متخصص به ۸۶ سؤال مرحله اول دلفی و وضعیت هریک از سؤالات (رد، پذیرش، رفتن به مرحله دوم دلفی). مأخذ: نگارندگان.

سؤال	کاملاً موافقم	موافقم	نظری ندارم	مخالفم	کاملاً مخالفم	وضعیت
۱	۳	۱۲	۱	۴	۳	رد
۲	۱۳	۴	۲	۲	۲	مرحله ۲
۳	۱۰	۹	۴	۰	۰	پذیرش
۴	۸	۱۰	۳	۲	۰	مرحله ۲
۵	۹	۸	۲	۴	۰	مرحله ۲
۶	۱۳	۵	۲	۳	۰	مرحله ۲
۷	۶	۱۱	۱	۵	۰	مرحله ۲
۸	۶	۹	۳	۵	۰	مرحله ۲
۹	۲	۹	۷	۵	۰	رد
۱۰	۳	۱۲	۷	۱	۰	مرحله ۲
۱۱	۳	۱۰	۸	۲	۰	مرحله ۲
۱۲	۴	۱۲	۵	۱	۱	مرحله ۲
۱۳	۴	۶	۱۰	۲	۱	رد
۱۴	۳	۱۶	۳	۱	۰	پذیرش
۱۵	۱۲	۱۱	۰	۰	۰	پذیرش
۱۶	۷	۹	۳	۳	۱	مرحله ۲
۱۷	۵	۱۵	۳	۰	۰	پذیرش
۱۸	۷	۱۲	۲	۲	۰	مرحله ۲
۱۹	۵	۱۳	۴	۱	۰	پذیرش
۲۰	۱۰	۱۱	۲	۰	۰	پذیرش
۲۱	۱۳	۸	۱	۱	۰	پذیرش
۲۲	۸	۱۳	۲	۰	۰	پذیرش
۲۳	۱۴	۵	۲	۲	۰	مرحله ۲
۲۴	۱۹	۳	۱	۰	۰	پذیرش
۲۵	۱۵	۶	۲	۰	۰	پذیرش
۲۶	۱۶	۵	۲	۰	۰	پذیرش
۲۷	۱۸	۴	۰	۱	۰	پذیرش
۲۸	۹	۵	۷	۲	۰	رد
۲۹	۱۸	۵	۰	۰	۰	پذیرش
۳۰	۱۶	۷	۰	۰	۰	پذیرش
۳۱	۱۲	۷	۴	۰	۰	پذیرش
۳۲	۱۰	۶	۶	۰	۱	مرحله ۲
۳۳	۱۳	۹	۱	۰	۰	پذیرش
۳۴	۱۷	۵	۱	۰	۰	پذیرش
۳۵	۱۱	۱۰	۱	۱	۰	پذیرش

دانشگاهی و صنعتی، نرخ بالای پاسخ‌دهی و امکان شناسایی نقاط اجماع و تعارض بود این موارد در **جدول ۱** قابل مشاهده است. در مقابل، دشواری جلب مشارکت اولیه برخی خبرگان و محدودیت تحلیل استنباطی، به‌عنوان چالش مطرح گردید. با توجه به ماهیت چندمرحله‌ای روش دلفی، در گام دوم فرایند اجماع‌سازی با هدف پالایش پاسخ‌ها و افزایش اعتبار ویژگی‌ها آغاز شد. در این گام، تنها پرسش‌هایی دوباره طرح شدند که نظر اقلیتی از متخصصان با اکثریت مطابقت نداشت. همچنین، دو مشارکت‌کننده به دلیل نقص جدی در تکمیل پرسش‌نامه یا الگوی پاسخ‌دهی غیرهم‌راستا از چرخه حذف شدند. بنابراین، تعداد نهایی خبرگان گام دوم به ۲۱ نفر کاهش یافت.

#### • طبقه‌بندی پرسش‌ها و اجرای مرحله دوم دلفی

پرسش‌های ۸۶ گانه گام نخست دلفی با تحلیل فراوانی پاسخ‌ها در سه دسته اصلی جای گرفتند که در **جدول ۱** مشخص شده:

**پرسش‌های دارای اجماع بالا:** گویه‌هایی که بیش از ۸۰ درصد مشارکت‌کنندگان (حداقل ۱۷ نفر از ۲۱ نفر) گزینه‌های «موافقم» یا «کاملاً موافقم» را انتخاب کردند. این موارد به‌عنوان ویژگی‌های قطعی چهارچوب نظری تأیید شده و بدون تغییر مستقیماً وارد الگوی نهایی شدند.

**پرسش‌های دارای مخالفت بالا:** گویه‌هایی که بیش از ۴۰ درصد آرا در طیف «مخالفم»، «کاملاً مخالفم» یا «منی دانم» قرار داشت. این پرسش‌ها فاقد کمترین سطح توافق حرفه‌ای بوده و در مجموع هفت گویه از فرایند تحلیل کنار گذاشته شد.

**پرسش‌های دارای اختلاف نظر:** شامل گویه‌هایی با سطح توافق ۶۰ تا کمتر از ۸۰ درصد یا پراکندگی معنادار میان گروه‌های تخصصی. در این بخش ۲۲ پرسش شناسایی شد که نیازمند بازبینی در گام دوم دلفی بودند.

نوآوری این پژوهش در گام دوم دلفی، بهره‌گیری از بازخورد هدفمند و شخصی‌سازی پرسش‌نامه بود. برخلاف رویکرد رایج که همه پرسش‌نامه دوباره برای همه ارسال می‌شود، در این مطالعه بسته‌های اختصاصی برای هر متخصص طراحی شد. این بسته شامل همان گویه‌هایی بود که دیدگاه او در مرحله نخست با اجماع عمومی هم‌خوانی نداشت. در کنار هر پرسش، داده‌های آماری مرحله اول (درصد موافقان، میزان مخالفت‌ها، پراکندگی آرا و میانگین امتیاز) ارائه گردید تا امکان بازاندیشی علمی و تصمیم‌گیری آگاهانه فراهم شود. این روش ضمن کاهش بار پاسخ‌دهی، موجب تمرکز بیشتر خبرگان بر موارد اختلافی و افزایش کیفیت اجماع نهایی شد.

#### • نهایی‌سازی ویژگی‌ها در مرحله دوم دلفی

در گام دوم دلفی، معیار اجماع ۸۰ درصد به‌عنوان مبنای نهایی‌سازی گزاره‌ها در نظر گرفته شد. متغیرهایی (مؤلفه) که پس از بازنگری با نظر بیشتر خبرگان هم‌سو شدند و دست‌کم ۸۰ درصد موافقت را به دست آوردند، در چهارچوب نظری تثبیت شدند. در مقابل، متغیرهایی که حتی پس از اصلاح همچنان فاقد اجماع بودند، به‌طور قطعی حذف شدند که این موارد در **جدول ۲** است. بر این پایه،

ادامه جدول ۱.

سؤال	کاملاً موافقم	موافقم	نظری ندارم	مخالفم	کاملاً مخالفم	وضعیت
۳۶	۱۸	۴	۱	۰	۰	پذیرش
۳۷	۱۳	۸	۲	۰	۰	پذیرش
۳۸	۱۴	۹	۰	۰	۰	پذیرش
۳۹	۱۰	۸	۴	۱	۰	پذیرش
۴۰	۱۳	۸	۲	۰	۰	پذیرش
۴۱	۱۴	۷	۲	۰	۰	پذیرش
۴۲	۶	۸	۸	۱	۰	رد
۴۳	۱۰	۱۱	۲	۰	۰	پذیرش
۴۴	۱۳	۷	۳	۰	۰	پذیرش
۴۵	۱۲	۷	۳	۱	۰	پذیرش
۴۶	۱۴	۸	۱	۰	۰	پذیرش
۴۷	۱۲	۸	۳	۰	۰	پذیرش
۴۸	۱۲	۷	۳	۱	۰	پذیرش
۴۹	۱۳	۸	۲	۰	۰	پذیرش
۵۰	۱۸	۳	۲	۰	۰	پذیرش
۵۱	۹	۹	۴	۱	۰	مرحله ۲
۵۲	۱۳	۹	۱	۰	۰	پذیرش
۵۳	۱۳	۱۰	۰	۰	۰	پذیرش
۵۴	۱۰	۶	۷	۰	۰	رد
۵۵	۱۰	۹	۳	۱	۰	پذیرش
۵۶	۱۴	۵	۴	۰	۰	پذیرش
۵۷	۱۱	۸	۳	۱	۰	پذیرش
۵۸	۱۳	۸	۱	۱	۰	پذیرش
۵۹	۸	۱۲	۳	۰	۰	پذیرش
۶۰	۱۰	۹	۲	۲	۰	مرحله ۲
۶۱	۶	۱۱	۵	۱	۰	مرحله ۲
۶۲	۱۰	۱۱	۲	۰	۰	پذیرش
۶۳	۸	۱۲	۱	۲	۰	پذیرش
۶۴	۸	۱۴	۱	۰	۰	پذیرش
۶۵	۱۳	۸	۲	۰	۰	پذیرش
۶۶	۱۰	۱۳	۰	۰	۰	پذیرش
۶۷	۱۱	۹	۳	۰	۰	پذیرش
۶۸	۱۲	۹	۱	۱	۰	پذیرش
۶۹	۷	۱۳	۳	۰	۰	پذیرش
۷۰	۱۴	۷	۲	۰	۰	پذیرش

ادامه جدول ۱.

سؤال	کاملاً موافقم	موافقم	نظری ندارم	مخالفم	کاملاً مخالفم	وضعیت
۷۱	۱۰	۸	۵	۰	۰	مرحله ۲
۷۲	۱۱	۸	۴	۰	۰	پذیرش
۷۳	۱۰	۹	۴	۰	۰	پذیرش
۷۴	۱۱	۸	۲	۲	۰	مرحله ۲
۷۵	۱۱	۶	۳	۳	۰	مرحله ۲
۷۶	۸	۱۳	۱	۱	۰	پذیرش
۷۷	۱۱	۱۰	۲	۰	۰	پذیرش
۷۸	۱۰	۸	۵	۰	۰	مرحله ۲
۷۹	۹	۱۱	۳	۰	۰	پذیرش
۸۰	۹	۱۲	۱	۱	۰	پذیرش
۸۱	۱۲	۹	۲	۰	۰	پذیرش
۸۲	۶	۶	۱۱	۰	۰	رد
۸۳	۱۲	۹	۱	۱	۰	پذیرش
۸۴	۱۶	۵	۲	۰	۰	پذیرش
۸۵	۱۳	۱۰	۰	۰	۰	پذیرش
۸۶	۱۷	۴	۲	۰	۰	پذیرش

هشت متغیر از فرایند کنار گذاشته شد و ۱۳ متغیر موفق به کسب اجماع خبرگان گردید و به عنوان بخشی از چهار چوب نظری جدید پذیرفته شد.

### یافته‌ها

یافته‌های حاصل از دو گام اجرای فن دلفی نشان می‌دهد چهار چوب نظری اولیه پژوهش که بر اساس پیشینه پژوهش تدوین شده بود، در فرایند اجماع خبرگان مورد ارزیابی، پالایش و توسعه قرار گرفت. بدین ترتیب، یافته‌های این بخش صرفاً تأیید چهار چوب مقدماتی نبوده، بلکه منجر به بازتعریف و تکمیل آن شده است. در گام نخست دلفی، ویژگی‌های استخراج شده از ادبیات نظری در اختیار خبرگان قرار گرفت تا میزان اهمیت و ارتباط آن‌ها با معماری بهرورانه در صنایع سنگین ایران سنجیده شود. نتایج نشان داد برخی از ویژگی‌های پیشنهادی پیشینه پژوهش، از نظر خبرگان دارای اولویت یا کارآمدی کافی در بستر صنعتی ایران نیستند؛ از این رو، این موارد از ساختار نهایی ویژگی‌های معماری بهرورانه حذف شدند. این مرحله را می‌توان فرایند «پالایش نظری» چهار چوب اولیه دانست. در گام دوم، علاوه بر ارزیابی مجدد ویژگی‌ها، از خبرگان خواسته شد ویژگی‌هایی را که در پیشینه پژوهش مورد توجه قرار نگرفته اما در تجربه حرفه‌ای آن‌ها در تحقق معماری بهرورانه مؤثر است، پیشنهاد

ادامه جدول ۲.

سؤال	کاملاً موافقم	موافقم	نظری ندارم	مخالفم	کاملاً مخالفم	وضعیت
۷۱	۸	۸	۵	۰	۰	پذیرش
۷۴	۹	۸	۲	۲	۰	پذیرش
۷۵	۹	۶	۳	۳	۰	رد
۷۸	۸	۱۱	۱	۰	۰	پذیرش

دهند. این داده‌ها از طریق گفت‌وگوی تکمیلی و نیز پرسش تشریحی انتهای پرسش‌نامه گردآوری شد. تحلیل این پیشنهادهای منجر به شناسایی چند ویژگی جدید گردید که در ادبیات پیشین به صراحت طرح نشده بودند. این ویژگی‌های افزوده شده، بخش نوآورانه یافته‌های پژوهش را تشکیل می‌دهند و نشان دهنده بومی سازی مفهوم معماری بهره‌ورانه در بستر صنایع سنگین ایران هستند.

#### • ویژگی‌های معماری تایید شده از پیشینه پژوهش

این دسته شامل ویژگی‌هایی است که در مرحله تدوین چهارچوب اولیه، براساس پیشینه پژوهش و مبانی نظری استخراج شده و در فرایند دو مرحله‌ای دلفی، از سوی خبرگان حوزه معماری صنعتی و بهره‌وری ارزیابی شد. نتایج نشان داد بخشی از این ویژگی‌ها با شرایط واقعی صنایع سنگین ایران هم‌خوانی داشته و توانسته‌اند حد نصاب اجماع تعیین شده را کسب کنند. پذیرش این ویژگی‌ها بیانگر آن است که برخی از مبانی نظری موجود، قابلیت انطباق با بستر صنعتی کشور را دارند و می‌توانند به عنوان عناصر تثبیت شده در الگوی طراحی معماری بهره‌ورانه مورد استناد قرار گیرند، این موارد در **تصویر ۲** آمده است. در ادامه، فهرست ویژگی‌های تأیید شده شامل:

**خدمات رفاهی پراکنده و در دسترس:** جانمایی خوشه‌ای خدماتی مانند غذاخوری یا دستشویی در نزدیکی خطوط تولید، زمان اتلاف شده را کاهش داده و رضایت روانی و کارایی کارکنان را افزایش می‌دهد.

**جانمایی منعطف تجهیزات:** فضا باید امکان جابه‌جایی سریع دستگاه‌ها و بهبود زیرساخت‌ها (برق، گاز، تهویه) را فراهم سازد تا واکنش مجموعه به تغییرات بازار تسریع شود و هزینه‌های تغییر خط کاهش یابد.

**تابلوهای دیجیتالی ساده و شفاف:** اطلاع‌رسانی دیجیتال باید به زبان ساده، با شاخص‌های قابل فهم و در نقاط کلیدی باشد تا خطای انسانی کاهش یافته و کیفیت خروجی بهبود یابد.

**هوشمندسازی فرایندها و نظارت محیطی:** پایش لحظه‌ای

جدول ۲. مقایسه مرحله اول و دوم دلفی و وضعیت سؤالات راه‌یافته به مرحله دوم دلفی (پذیرش، رد). مأخذ: نگارندگان.

سؤال	کاملاً موافقم	موافقم	نظری ندارم	مخالفم	کاملاً مخالفم	وضعیت
۱	۱۱	۴	۲	۲	۰	رد
۲	۱۱	۴	۰	۴	۲	رد
۱	۶	۱۰	۳	۲	۰	پذیرش
۲	۷	۱۲	۱	۱	۰	پذیرش
۱	۷	۸	۲	۴	۰	پذیرش
۲	۸	۱۰	۱	۲	۰	پذیرش
۱	۱۱	۵	۲	۳	۰	پذیرش
۲	۱۱	۷	۱	۲	۰	پذیرش
۱	۴	۱۱	۱	۵	۰	رد
۲	۴	۱۱	۰	۶	۰	رد
۱	۴	۹	۳	۵	۰	رد
۲	۴	۹	۱	۷	۱	رد
۱	۱	۱۲	۷	۱	۰	پذیرش
۲	۱	۱۵	۲	۳	۰	پذیرش
۱	۱	۱۰	۸	۲	۰	پذیرش
۲	۳	۱۴	۱	۳	۰	پذیرش
۱	۲	۱۲	۵	۱	۱	رد
۲	۲	۱۲	۰	۴	۳	رد
۱	۵	۱۳	۴	۱	۰	رد
۲	۱۰	۱۱	۲	۰	۰	رد
۱	۵	۱۲	۲	۲	۰	پذیرش
۲	۵	۱۳	۲	۱	۰	پذیرش
۱	۱۲	۵	۲	۲	۰	پذیرش
۲	۱۳	۶	۰	۱	۰	پذیرش
۱	۸	۶	۶	۰	۱	رد
۲	۸	۶	۱	۳	۰	رد
۱	۷	۹	۴	۱	۰	پذیرش
۲	۸	۱۲	۱	۰	۰	پذیرش
۱	۸	۶	۷	۰	۰	پذیرش
۲	۱۰	۹	۲	۰	۰	پذیرش
۱	۸	۹	۲	۲	۰	پذیرش
۲	۸	۱۲	۰	۱	۰	پذیرش
۱	۴	۱۱	۵	۱	۰	رد
۲	۴	۱۱	۱	۳	۲	رد



تصویر ۲. جمع بندی یافته ها. مأخذ: نگارندگان.

باید با چرخه تولید هماهنگ باشد تا حرکت مواد در کوتاه ترین راه انجام گیرد و ازدحام و اتلاف نیرو کاهش یابد.

**سلسله مراتب دسترسی و ایمنی مسیرها:** جداسازی مسیر کارکنان، مدیران، مواد و محصولات با حفظ ارتباط آسان میان آن ها، بهره وری را بالا می برد و از حوادث و آلودگی دو سویه جلوگیری می کند.

**سازدهای توسعه پذیر و آینده نگر:** سازه باید قابلیت گسترش یا تغییر کاربری با کمترین موانع کالبدی را داشته باشد. به کارگیری از سازه های ماژولار، دهانه های بزرگ و انعطاف پذیر، امکان سازگاری مجموعه با دیگر گونی های آینده را تضمین می کند.

**• ویژگی های معماری شناسایی شده در این پژوهش**

این دسته شامل ویژگی هایی است که در پیشینه پژوهش به صورت مستقیم مطرح نشده بودند اما در جریان اجرای فن دلفی و تعامل با خبرگان، به عنوان ابعاد مؤثر در تحقق معماری بهره ورانه شناسایی شدند. این ویژگی ها از طریق گفت و گوهای تخصصی و نیز پاسخ های تشریحی انتهای پرسش نامه استخراج و پس از ارزیابی مجدد، در صورت دستیابی به اجماع لازم، به ساختار نهایی افزوده شدند. این موارد نشان دهنده توسعه مفهومی چهارچوب اولیه و انطباق آن با واقعیت های مدیریتی، فناورانه و انسانی صنایع سنگین ایران هستند و بخش نوین یافته های پژوهش را تشکیل می دهند، این موارد در **تصویر ۲** آمده است. در ادامه، ویژگی های توسعه یافته ارائه می شوند.

**واحدهای مستقل و چندمهارتی:** طراحی ایستگاه های مستقل با قابلیت تغییر نقش ها، وابستگی خط تولید به افراد ویژه را کاهش داده، رضایت شغلی را تقویت و هزینه های توقف تولید را کم می کند. این امر بستر «یادگیری حین کار» را فراهم می آورد.

**گروه های کاری کوچک و تعلق سازمانی:** سازمان دهی کاربران در قالب گروه های کوچک، تبادل دانش را آسان و سرمایه

شرایط ماشین آلات و محیط کار امکان مدیریت پیش بینانه را فراهم می آورد و از توقف خط جلوگیری می کند. این ویژگی نشانه ای از ورود صنعت به موج پنجم است.

**انرژی و مصالح پایدار:** خبرگان تأکید کردند معماری بهره ور باید به سمت جایگزینی تدریجی انرژی های تجدید پذیر حرکت کند. استفاده از پنل های خورشیدی، سیستم های بازیافت انرژی و مصالح ذخیره کننده حرارت علاوه بر کاهش آلودگی زیست محیطی، در بلندمدت هزینه های عملیاتی را کاهش می دهد و اعتبار اجتماعی مجموعه را بالا می برد.

**پاکسازی بو و دود صنعتی:** به کارگیری سامانه های فیلتراسیون و تهویه موضعی از مؤلفه های اصلی است که سلامت کارکنان را بالا برده و رضایت روانی آن ها را افزایش می دهد. این موضوع مستقیماً بر کاهش بیماری های شغلی و افزایش بهره وری اثر دارد. **پایش آلودگی صوتی و نوسانات حرارتی:** به کارگیری مصالح عایق صوتی و حرارتی با ظرفیت بالا، کیفیت محیط کار را تضمین می کند و از فرسودگی زود هنگام کارکنان جلوگیری می کند.

**تأسیسات نمایان و قابل بهبود:** برخلاف الگوهای قدیمی، تأکید بر آن است که تأسیسات در دسترس و نمایان باشند. این طراحی باعث سهولت تعمیرات، امکان بهبود آسان تر و تندتر بدون ویرانی و کاهش هزینه های نگهداری می شود.

**رنگها و مصالح باز یافتنی:** رنگ های روشن و مصالح قابل بازیافت علاوه بر بهبود روشنایی و کاهش هزینه انرژی، اثر مثبتی بر روحیه کارکنان و پایداری محیطی دارند.

**انعطاف پذیری و چندعملکردی بودن فضاها:** فضا باید به آسانی قابلیت تغییر کاربری داشته باشد و مجموعه بتواند متناسب با تغییرات بازار و فناوری عمل کند. این کار از راه سازه های سبک، دیوارهای متحرک و زیرساخت های انعطاف پذیر فراهم می شود.

**هندسه پایدار و بهینه سازی مسیرها:** طراحی فرم و هندسه

اساسی و فیزیولوژیک کارکنان، فارغ از ماهیت صنعت، یک اصل بنیادین در افزایش عملکرد و کاهش خطای انسانی است.

**تأثیر بر سرمایه انسانی:** اهمیت این یافته‌ها در این است که معماری را از یک بستر منفعل به یک عامل فعال در سرمایه‌گذاری انسانی تبدیل می‌کند. برخلاف رویکردهای سنتی که سرمایه‌گذاری بهره‌وری را عمدتاً در ماشین‌آلات و فناوری‌های سخت خلاصه می‌کردند، این پژوهش مجدداً بر این نکته تأکید می‌کند که کیفیت فضایی مستقیماً بر ماندگاری نیروی انسانی، تعهد سازمانی و در نهایت، نرخ پایین تر ترک کار اثرگذار است؛ عاملی حیاتی در صنایعی مانند صنایع سنگین که نیازمند تخصص‌های ماندگار هستند.

در سطح دوم، ویژگی‌های توسعه‌یافته در بستر صنعتی ایران اهمیت بیشتری از منظر نوآوری دارند. متمایزترین و قوی‌ترین بخش بحث، مربوط به ویژگی‌های سطح دوم است که مستقیماً از تجربه زیسته خبرگان ایرانی استخراج شده و تاکنون کمتر در ادبیات معماری صنعتی کاوش شده‌اند. این موارد، نشان‌دهنده ترجمه عملی و بومی‌سازی اصول موج پنجم صنعت در ایران است.

**کنترل شخصی‌سازی شده محیطی:** این یافته، فراتر از تهویه مطبوع استاندارد، بر نیاز به توانمندسازی فردی در مدیریت محیط کار تأکید دارد. در محیط‌های سنگین ایران که تنوع وظایف و شرایط فیزیکی کارگران متفاوت است، اعطای حق انتخاب در تنظیم جزئیاتی مانند جریان هوا یا شدت نور موضعی، نه یک امتیاز رفاهی، بلکه یک ضرورت عملی برای حفظ تمرکز در حین انجام وظایف پیچیده است. این امر مستقیماً با محوریت انسان‌محوری در موج پنجم صنعت هم‌خوانی دارد.

**سازمان‌دهی گروه‌های کاری کوچک و واحدهای چندمهارتی:** در ادبیات جهانی، این ساختارها اغلب به صنایع خدمات‌محور یا دانش‌بنیان نسبت داده می‌شوند. ظهور این الگو در صنایع سنگین ایران، حاکی از یک تحول ساختاری است که در آن، انعطاف‌پذیری فرایندی برای پاسخگویی به سفارشات خاص و پیچیده، از طریق کاهش سلسله‌مراتب و ایجاد تیم‌های خودگردان و چندتخصصی در سطح کارگاه تحقق می‌یابد. این امر، تاب‌آوری سازمانی را در مواجهه با نوسانات بازار افزایش می‌دهد.

**تهویه هوشمند مبتنی بر پایش فردی:** این نمونه، ادغام موفق فناوری‌های پیشرفته با معماری فیزیکی است. به جای تهویه حجمی و پرهزینه کل فضا، تمرکز بر پایش نیازهای محیطی فرد در حین انجام کار است. این رویکرد نه تنها به پایداری زیست‌محیطی و کاهش مصرف انرژی کمک می‌کند، بلکه تضمین می‌کند بالاترین کیفیت محیطی دقیقاً در جایی ارائه شود که نیروی انسانی مشغول فعالیت است.

نتایج نشان می‌دهد معماری بهره‌ورانه در صنایع سنگین ایران، نقشی فراتر از پناهگاه ساده دارد؛ این یک رابط فعال است که بین محدودیت‌های فیزیکی فضا، الزامات فناوری‌های جدید موج پنجم صنعت و قابلیت‌های شناختی-فیزیکی نیروی انسانی پل می‌زند.

اجتماعی محیط کار را تقویت می‌کند. این الگو موجب افزایش ماندگاری کارکنان و کاهش فرسودگی شغلی می‌شود.

**کنترل شخصی‌سازی شده دما و رطوبت:** یکی از الزامات اساسی، طراحی زیرساخت‌هایی برای پایش حوزه‌ای یا ناحیه فردی شرایط محیطی است. این رویکرد باعث افزایش آسودگی کارکنان، کاهش مصرف نیرو و بهبود سلامت جسمی و روانی آن‌ها می‌شود که نهایتاً ماندگاری در محیط کار را در دراز مدت افزایش می‌دهد.

**روشنایی هدفمند و بهره‌گیری از نور طبیعی:** نورپردازی باید متناسب با نیاز هر خط تولید طراحی شود و هم‌زمان بیشترین استفاده از نور روز صورت گیرد. این اقدام ضمن کاهش مصرف نیرو، موجب افزایش تمرکز، کاهش خستگی و بهبود کیفیت فضاهای صنعتی خواهد شد.

**تهویه هوشمند مبتنی بر پایش شخصی:** سیستم‌های تهویه باید بر پایه سنسورهای هوشمند شرایط هر بخش را کنترل کنند. این الگو با رویکرد انسان‌محور، تجربه زیسته کارکنان را ارتقا داده و از توقف خط تولید پیشگیری می‌کند.

**سازماندهی بر پایه چرخه تولید و تعامل واحدها:** چیدمان فضا باید بر جریان مواد و داده‌ها استوار باشد. هم‌نشینی منطقی واحدها، مانند قرارگیری بخش پایش کیفیت در نزدیکی خطوط تولید، هماهنگی و دقت فرایندها را افزایش می‌دهد.

## بحث

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد ویژگی‌های معماری بهره‌ورانه در صنایع سنگین ایران در دو سطح تحلیل می‌شود: نخست، ویژگی‌هایی که ریشه در ادبیات نظری داشته و از سوی خبرگان تأیید و تثبیت شده‌اند؛ این تأییدیه، اعتبار جهان‌شمول برخی اصول طراحی را در بستر صنعتی ایران تقویت می‌کند و دوم، ویژگی‌هایی که در فرایند دلفی و بر پایه تجربه زیسته خبرگان توسعه یافته‌اند. این تمایز نشان می‌دهد الگوی پیشنهادی نه صرفاً بازتاب پیشینه پژوهش، بلکه حاصل تعامل سازنده میان دانش نظری و تجربه صنعتی بومی است. در سطح نخست، ویژگی‌های تأیید شده بیانگر آن است که بخشی از مبانی نظری موجود درباره ارتباط میان طراحی فضا و بهره‌وری، در بستر صنایع سنگین ایران قابلیت انطباق دارد.

**ارتباط با انسان‌محوری کلاسیک:** ویژگی‌هایی نظیر ارائه خدمات رفاهی مکفی، در نظر گرفتن انعطاف‌پذیری در طراحی فضا، بهینه‌سازی مسیرهای حرکت و توزیع امکانات و توجه به کیفیت محیطی (نظیر نور، صدا و دما)، همگی با پارادایم‌های کلاسیک ارگونومی و معماری سازمانی هم‌سو هستند. به‌عنوان نمونه، نتایج با یافته‌های بکر (Becker, 1981) در زمینه تأثیر طراحی فیزیکی بر رضایت شغلی و همچنین مطالعات (Esfandiari et al., 2017) در خصوص تأثیر محیط کار بر بهره‌وری نیروی انسانی، سازگاری قوی نشان می‌دهند. این هم‌سویی نشان می‌دهد رفع نیازهای

صنعتی فراهم می‌آورد. این چهارچوب، ابزاری عملی برای کاهش اتلاف زمانی، بهبود کیفیت محیط کار، افزایش انطباق پذیری کارخانه با تغییرات فناورانه و ارتقای ماندگاری نیروی انسانی است. با توجه به ماهیت مفهومی و اجماعی این مطالعه، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آتی بر بررسی عمیق‌تر و تخصصی‌تر هر یک از ویژگی‌های شناسایی شده متمرکز شوند. تدوین شاخص‌های کمی برای سنجش میزان تأثیر این ویژگی‌ها بر شاخص‌های کلیدی عملکرد بهره‌وری، گام بعدی است. همچنین، اجرای مطالعات میدانی در کارخانه‌های فعال و انتقال این ویژگی‌ها از سطح نظری به بستر واقعی، به ارزیابی عملی کارآمدی آن‌ها کمک شایانی خواهد کرد. از سوی دیگر، مشارکت مستقیم بهره‌برداران، مدیران تولید و کارکنان در فرایند پالایش و بومی‌سازی این ویژگی‌ها، امری حیاتی است؛ چرا که تجربه زیسته کاربران صنعتی می‌تواند به اصلاح، اولویت‌بندی و عملیاتی‌تر شدن الگوی پیشنهادی یاری رساند. بدین ترتیب، مسیر آینده پژوهش از مرحله اجماع خبرگان به سمت آزمون میدانی، اعتبارسنجی اجرایی و تدوین دستورالعمل‌های طراحی کاربردی هدایت خواهد شد.

دستاوردهای این پژوهش را می‌توان در موارد زیر بیان کرد:

**نوآوری نظری:** معرفی چهارچوبی بومی برای معماری بهره‌ور متناسب با شرایط صنایع سنگین ایران.

**دستاورد عملی:** ارائه راهکار کاربردی برای بازطراحی مجموعه‌های خودروسازی در ایران، با تمرکز بر ایران خودروی خراسان.

**پیامد مدیریتی:** تأکید بر نقش معماری در ارتقای تعلق سازمانی، رضایت شغلی و سرمایه اجتماعی کارکنان.

در پایان نویسندگان اعلام می‌کنند هیچ‌گونه تعارض منافع مالی، سازمانی، شخصی یا حرفه‌ای در ارتباط با انجام این پژوهش، نگارش پژوهش و انتشار آن وجود ندارد. همچنین هیچ نهاد یا سازمانی در روند طراحی، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و نگارش این پژوهش دخالتی نداشته و تمام مراحل به‌طور مستقل انجام شده است.

### پی‌نوشت‌ها

1. Quesnay (1766, as cited in Saatchi, 2018).
2. Littré (1833, as cited in Saatchi, 2018).
3. Organisation for Economic Co-operation and Development.

### فهرست منابع

- باقی نصرآبادی، علی و شادالویی، نوریه. (۱۳۸۹). نقش منابع انسانی در بهره‌وری سازمانی. حصون، ۲۶، ۳۵-۴۳.
- بیات، کیومرث. (۱۳۸۴). معماری صنعتی، معماری در خدمت صنعت. ماهنامه ساختمان و کامپیوتر.
- توسلی، منصور. (۱۳۹۴). مدیریت کیفیت و بهره‌وری. نشر آفرنگ.
- ساعتچی، محمود. (۱۳۹۷). روانشناسی بهره‌وری راهبردی (آسیب‌شناسی و مدیریت راهبردی عوامل و موانع انسانی بهره‌وری شغلی کارکنان و سازمان). نشر ویرایش.
- فرحناکی، عسگر و گواهیان، محسن. (۱۳۹۲). طراحی کارخانه‌های صنایع غذایی اصول و مبانی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

این امر با دیدگاه کمیسیون اروپا (European Commission, 2021) در خصوص سه ستون موج پنجم صنعت هم‌راستا است، با این تفاوت که در این پژوهش، بستر فیزیکی و معماری به‌عنوان مجری اصلی این اصول تعریف شده است. علاوه بر این، تأکید بر فناوری‌های هوشمند در پایش محیطی و فرایندی با جهت‌گیری موج پنجم صنعت هم‌راستا است؛ جریانی که براساس گزارش کمیسیون اروپا (ibid.) انسان محوری، پایداری و تاب‌آوری را در کانون تحول صنعتی قرار می‌دهد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد تحقق این اصول در صنایع سنگین، نیازمند مداخله آگاهانه در طراحی معماری است و نه صرفاً سرمایه‌گذاری فناورانه. به عبارت دیگر، طراحی معماری می‌تواند به‌عنوان یک «میانجی فعال» در تعاملات بین انسان، فضا، فناوری و اقتصاد عمل کند. از این منظر، مجموعه‌ای از تغییرات در طراحی فضا ممکن است به خلق محیط‌های کاری که بهتر با نیازهای انسانی و سازمانی انطباق دارند، منجر شود.

از منظر نظری، این پژوهش گامی در جهت توسعه ادبیات معماری صنعتی در ایران برداشته و با ترکیب مبانی موج پنجم صنعت و داده‌های بومی خبرگان، یک چهارچوب جامع‌تر برای تحلیل ویژگی‌های معماری بهره‌ورانه فراهم می‌کند. از منظر کاربردی، نتایج می‌تواند به بازطراحی خطوط تولید صنایع سنگین، به‌ویژه صنعت خودروسازی، به‌عنوان الگویی راهبردی و بهبودبخش حیات سازمانی و انسانی، استفاده شوند. با این حال، توجه به محدودیت‌های این مطالعه در زمینه‌های خاصی از جمله عدم تنوع نمونه‌ها و نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینه اثرات بلندمدت این تغییرات بر بهره‌وری و رضایت کارکنان ضروری است.

### نتیجه‌گیری

این پژوهش با اتکا به اجماع خبرگان و در راستای پاسخ به نیازهای عملی صنایع سنگین ایران، یک الگوی بومی برای طراحی معماری بهره‌ورانه ارائه داد. این الگو، نتیجه پالایش ویژگی‌های نظری موجود با واقعیت‌های میدانی صنعت کشور است و مجموعه‌ای مشخص از خصایص قابل کاربرد برای طراحی و بازطراحی فضاهای صنعتی فراهم می‌آورد. یافته‌ها حاکی از آن است که انطباق بخشی از اصول نظری با شرایط مدیریتی و اجرایی ایران، امکان‌پذیر بوده و در کنار آن، ویژگی‌هایی نوین متناسب با واقعیت‌های صنایع سنگین کشور شناسایی و به چهارچوب افزوده شده است.

این پژوهش نشان می‌دهد دستیابی به بهره‌وری در موج پنجم صنعت، تنها از طریق سرمایه‌گذاری فناورانه یا مالی میسر نخواهد بود، بلکه نیازمند طراحی آگاهانه فضاهای کاری است که به‌صورت هم‌زمان بر کیفیت محیط کار، انعطاف‌پذیری خطوط تولید، ماندگاری نیروی انسانی و کاهش اتلاف منابع (زمانی، انرژی و مواد) اثرگذار باشند. معماری بهره‌ورانه، بدین ترتیب، از یک نقش پشتیبان کالبدی به عامل راهبردی در ارتقای بهره‌وری صنعتی ارتقا یافته و مسیری ملموس برای بازطراحی خطوط تولید، سازمان‌دهی فضایی و سیاست‌گذاری

Workplace Survey. Gensler.

- Holness, A., & Giddings, B. (1996). *Developing a Methodology for Investigating the Design of Award-Winning Industrial Architecture*. Nordisk Arkitekturforskning.
- Kiani-Bakhtiari, A., & Moosavi-Movahedi, A. A. (2021). The Fourth Industrial Revolution and the Fundamental Changes Ahead. *Science Cultivation*, 11(2), 155-163. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.2008935.1400.11.2.6.1>
- Lachvajderova, L., Kadarova, J., Sanchis, E. J., & Rybarova, D. (2023). Industry 5.0-a sustainable human-centric solution. In *Proceeding of Conference*. Novus Scientia.
- Linstone, H. A., & Turoff, M. (2002). *The Delphi Method: Techniques and Applications*. Addison-Wesley.
- Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0—A human-centric solution. *Sustainability*, 11(16), 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>
- Odeleye, O. A. (1967). *Design considerations in industrial architecture, school of architecture*. McGill.
- Ostergaard, E. H. (2018). Welcome to Industry 5.0. In *Tech Magazine*. International Society of Automation (ISA). <https://www.isa.org/intech-home/2018/march-april/features/welcome-to-industry-5-0>
- Schultz, D. (2014). *Industrial and Organizational Psychology (Individual and Organization)* (H. Khanifar & M. Attaci, trans.). University of Tehran Press.
- Schwab, K. (2020). *Towards Industry*. Industrial Management Organization Publications.
- Tarantini, M., Pernigotto, G., & Gasparella, A. (2017). A Co-Citation Analysis on Thermal Comfort and Productivity Aspects in Production and Office Buildings. *Buildings*, 7(2), 36. <https://doi.org/10.3390/buildings7020036>
- Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0 Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530-535.

- قلی پور، آرین. (۱۳۹۲). مدیریت منابع انسانی (مفاهیم، تئوری‌ها و کاربردها). انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.
- کاظمی، مصطفی؛ علوی، سید مسلم و نجفی، مهدی. (۱۳۹۱). بهره‌وری در آموزش عالی. انتشارات مردنیز.
- گودینی، جواد؛ وفامهر، محسن و گرجی، یوسف. (۱۴۰۰). فرایند طراحی معماری در مجموعه‌های صنعتی. انتشارات طحان گستر.
- نوبخت، محمد باقر. (۱۳۹۶). روش تحقیق پیشرفته. سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی.
- یوسف‌زاده، زینب و قدسی‌فر، سید هادی. (۱۳۹۶). ارزیابی نقش فضای معماری در ارتقای بهره‌وری نیروی انسانی. ششمین کنفرانس بین‌المللی اقتصاد، مدیریت و علوم مهندسی.
- Atmaja, N. (2018). Effect of physical work environment through productivity employees job satisfaction as an intervening variable. *International Journal of Business, Economics and Law*, 7(5), 98-104.
- Becker, F. (1981). *Workspace: Creating environments in organizations*. Praeger Publishers.
- El-Zeiny, R., & Mahmoud, A. (2017). The Interior Design of Workplace and its Impact on Employees' Performance: A Case Study of the Private Sector Corporations in Egypt. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 35, 746 – 756.
- Esfandiari, M., Mohd Zaid, S., Azzam, A., & Ismail, A. (2017). Influence of indoor environmental quality on work productivity in green office buildings: A review. *Chemical Engineering Transactions*, 56, 721–726. <https://doi.org/10.3303/CET1756121>
- European Commission. (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/308407>
- European Union Publications Office. (2022). *The Fifth Industrial Revolution, Towards a Sustainable, Human-Centric, and Resilient Industry in Europe*. Iran's Technology Cooperation Advisor in Vienna.
- Gensler, G. (2006). *Gensler Design + Performance Index: The U.S.*

#### COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Bagh-e Nazar Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله: بازقندی، فرجاد؛ صالحی نیا، مجید؛ جهانبخش، عباس و سماواتیان، حسین. (۱۴۰۵). شناسایی ویژگی‌های معماری بهره‌ورانه مجموعه‌های صنعتی سنگین ایران در بستر موج پنجم صنعت بر پایه اجماع خبرگان. *باغ نظر*, ۲۳(۱۵۷), ۴۷-۵۸.

DOI: [10.22034/bagh.2026.561097.5937](https://doi.org/10.22034/bagh.2026.561097.5937)  
URL: [https://bagh-sj.com/article\\_243376.html](https://bagh-sj.com/article_243376.html)

