

Post Industrial Site Museum of Pars Vegetable Oil Factory, Healing a scar

Firoozeh Agha Ebrahimi Samani^{1*}; Behrang Bahrami²; Mahdi Balali³

- *1. Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

*Email Address: fsamani@ut.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article Type: Research Paper Article History: Received Date: 2026/07/15 Revised Date: 2026/09/01 Accepted Date: 2026/10/15 Published Date: 2026/10/17 Keywords: Abandoned factory, Environmental pollution, Industrial heritage, Post-industrial landscape, Site Museum.	Deindustrialization in cities has left behind vast, contaminated landscapes of abandoned factories that carry significant heritage and identity values. This research aims to develop an integrated, replicable methodological framework for designing post-industrial site museums for abandoned factories, with a case study on the Pars Vegetable Oil Factory in Tehran, which simultaneously synthesizes environmental remediation, industrial heritage conservation, and ecological landscape redesign. A systematic grid-based sampling protocol was implemented for soil, groundwater, and ambient air, and heavy metals, total petroleum hydrocarbons, physicochemical water parameters, and asbestos fibers were quantified using standard laboratory methods. Architectural and industrial heritage assets were documented via total station surveying and photogrammetry, while all spatial data layers were integrated and zoned within ArcGIS Pro using a weighted overlay analysis based on the Analytic Hierarchy Process (AHP). Findings reveal that contaminant concentrations substantially exceed national standards, and architectural and industrial heritage values are actively deteriorating, underscoring the urgency of immediate intervention. By adopting strategies such as architectural identification and restoration, decontamination of industrial equipment and the site through phytoremediation, bioremediation, and physical stabilization, alongside museum design aligned with the historical production cycle, the study demonstrates that an integrated approach not only achieves environmental cleanup but also provides a platform for socio-cultural regeneration, enhanced social interaction, and increased public awareness of industrial heritage. The principal innovation of this research lies in the operationalization of a complete causal chain from raw field data to the final design proposal for the first time in Iran, introducing the concept of "condition-based conservation" which redefines heritage valuation based on biological threats, thereby offering a transferable model for analogous brownfield sites.

Cite this article: Firoozeh Agha Ebrahimi Samani, Behrang Bahrami, Mahdi Balali (2026) Post Industrial Site Museum of Pars Vegetable Oil Factory, Healing a scar, Journal of Environmental Sciences Studies, 11(2), Pages 11289-11306.

XTENDED ABSTRACT

Introduction

The deindustrialization of cities throughout the 20th century has left behind a vast legacy of abandoned factories and brownfields embedded within urban fabrics. These post-industrial landscapes, while often carrying significant architectural, historical, and identity values, are frequently subjected to complete demolition or simplistic land-use changes, leading to severe soil, water, and air pollution alongside socio-economic decline. Contemporary approaches, however, advocate for conservation-based redevelopment, transforming these sites into green public spaces to enhance urban liveability. A thorough review of the existing literature reveals a critical research gap: previous studies have predominantly addressed environmental remediation, structural restoration, and ecological design as separate, siloed processes, failing to provide a replicable, integrated methodological framework that harmonizes these three domains simultaneously, particularly in the Middle Eastern context and Iran. Consequently, the primary objective of this study is to develop a comprehensive methodological framework for designing a post-industrial site museum, orchestrating the concurrent integration of environmental cleanup, industrial heritage conservation, and landscape redesign. The core innovation of this paper transcends the mere theoretical integration of these fields; it operationalizes a field-data-driven process—encompassing systematic sampling, laboratory analysis, Geographic Information Systems (GIS), and Multi-Criteria Decision Making within a concrete case study (the Pars Vegetable Oil Factory). This approach replaces the prevailing demolition-oriented perspective with a conservation-development model, offering a scalable and replicable blueprint for similar abandoned industrial sites across Iran.

Materials and methods

The study focuses on the Pars Vegetable Oil Factory, located in District 16 of Tehran (Khazaneh neighborhood). The 45,000 m² site was established in 1954, operated for decades, and was permanently shut down in 2015. It comprises various industrial units (chemical and physical refining, can-making, power plant, packaging, and warehouses) and currently represents a heavily contaminated brownfield.

Environmental Sampling and Analysis Protocols:

- Soil Sampling and Analysis:** A systematic grid sampling protocol (100 m × 100 m) was implemented, yielding 14 composite samples collected from a depth of 0–50 cm using stainless steel augers. After air-drying, homogenization, and sieving (2 mm mesh), samples underwent acid digestion. Heavy metal concentrations (Lead (Pb), Chromium (Cr), and Nickel (Ni)) were determined using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) were extracted using ultrasonication with dichloromethane and analysed via Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) following the EPA 8270E method.
- Groundwater Analysis:** Water samples were collected from two 2-meter-deep monitoring wells equipped with PVC casings and screened intervals. Physicochemical parameters, including nitrates, ammonia, phosphates, sulphates, heavy metals, oils, grease, and Chemical Oxygen Demand (COD), were analysed using established laboratory protocols.
- Air Quality Assessment:** Passive air sampling was conducted at three locations over a 10-day period. Asbestos fibbers were quantified using Phase Contrast Microscopy (PCM), particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) was monitored using portable aerosol monitors, and Volatile Organic Compounds (VOCs) were analysed via GC-MS.
- Heritage Documentation:** A comprehensive archival investigation (National Archives of Iran and municipal records) was performed. Structural documentation employed Total Station surveying for precise mapping and photogrammetric recording of significant structures. A 4-point condition assessment scale (1=Excellent to 4=Ruined) was utilized for structural integrity evaluation, alongside cross-referencing historical documents for element identification.
- Landscape Zoning and Spatial Analysis:** Multiple data layers—including topography, hydrology, land use, vegetation, contamination intensity (based on lab results), heritage values, and infrastructure—were prepared. These layers were subsequently overlaid in ArcGIS Pro using a Weighted Overlay Analysis based on the Analytical Hierarchy Process (AHP). This spatial MCDM facilitated systematic landscape zoning and the formulation of tailored planning and design strategies for different site sectors.

Results and discussion

Environmental Contamination Findings: Soil: Heavy metal concentrations significantly exceeded national environmental protection standards: Pb (96–430 mg/kg), Cr (65–320), and Ni (85–215). TPH concentrations ranged from 230 to 4,500 mg/kg, exceeding the 190 mg/kg standard in 80% of samples. Total PAH concentrations (prioritized 12 compounds) ranged from 4.2 to 107.6 mg/kg, surpassing standards in 80% of cases, with hotspots identified near former fuel storage tanks and maintenance areas. Groundwater: The analysis of the two monitoring wells revealed extremely high levels of pollutants, including COD (3,600 mg/L), BOD₅ (2,200 mg/L), and oil & grease (1,760 mg/L), alongside elevated nitrates, ammonia, and heavy metals. Critically, three active qanat waterways run beneath the factory, indicating a severe risk of contaminant migration to residential areas. Air: Field observations and analyses confirmed the presence of hazardous airborne asbestos fibers from degraded pipe insulation, inhalable silica dust from spent bleaching clay, and explosive/volatile gases (hexane, hydrogen) posing significant detonation and respiratory risks. Heritage Significance and Conservation Priorities: The documentation process identified substantial heritage value in the Pahlavi-era architectural structures, monumental industrial machinery (presses, refining tanks, packaging lines), and mature trees within the compound. These elements are irreplaceable carriers of the community's collective memory and urban identity. Methodological Integration and Design Strategy: The integrated analysis (environmental, heritage, and spatial) enabled systematic landscape zoning. The resulting strategic master plan comprises several key interventions: elimination of incompatible modern additions; comprehensive decontamination (physical, chemical, biological); and revival of ecological connectivity. The visitor circulation route is meticulously aligned with the historical oil production flow, from raw seed reception to packaging. The design proposes sensory stations (olfactory installations simulating safe scents of toasted seeds and chemicals), adaptive reuse (converting warehouses into galleries/libraries, press halls into museums, and administrative buildings into museum offices), and the creation of cultural open spaces (theatre/concert areas). The remediation strategy specifically employs phytoremediation (using selected species: poplar, willow, canola, sorghum based on prior climate-compatible studies for heavy metal uptake), bioremediation (microbial degradation of organics using *Pseudomonas* and *Bacillus* strains), and physical stabilization/solidification. This research demonstrates that an integrated spatial integration of environmental and heritage data enables a design that is both ecologically responsive and culturally resonant. A pivotal conceptual innovation introduced here is "conditional conservation" a paradigm where heritage structures in irremediable contamination zones are isolated, while non-valuable structures in clean zones are adaptively redesigned. Furthermore, the three-layered interconnection of soil, water, and air is addressed by highlighting the threat of runoff from contaminated surfaces to groundwater (via qanats), directly influencing the site's drainage and stormwater management design.

Conclusion

This study successfully implements a comprehensive causal-decision chain, bridging the historical gap between raw environmental data and concrete landscape design for the first time in an Iranian brownfield (specifically within the edible oil industry). The findings validate that conservation-based redevelopment, as opposed to demolition or pure change of use, effectively achieves environmental cleanup while fostering socio-cultural regeneration, improving community interaction, and enhancing public awareness of industrial heritage. The proposed master plan for the Pars Oil Factory, integrating phytoremediation, machinery conservation, and educational pathways, provides a robust, replicable model for analogous sites. Crucially, the design elevates the remediation process itself into a core narrative of the museum, transforming it from a mere design project into a site-based environmental education tool. By operationalizing the spatial integration of contradictory criteria (heritage value vs. biological threat) within an AHP decision model, this research redefines conservation as contingent on environmental health, offering a novel pathway for urban policymakers towards sustainable, participatory, and regenerative management of post-industrial urban landscapes.



سایت موزه پسا صنعت کارخانه روغن نباتی پارس، التیام یک زخم

فیروزه آقابراهیمی سامانی^{۱*}، بهرنگ بهرامی^۲، مهدی بلالی^۳^{۱*} - دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران^۲ - دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران^۳ - دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: fsamani@ut.ac.ir

چکیده	اطلاعات مقاله
صنعت زدایی در شهرها، مناظر وسیع و آلوده‌ای از کارخانه‌های متروکه را برجای نهاده که حامل ارزش‌های میراثی و هویتی هستند. این پژوهش با هدف ارائه چارچوب روش شناختی یکپارچه و قابل تکرار برای طراحی سایت موزه‌ی پسا صنعتی کارخانه‌های متروکه و در کارخانه روغن نباتی پارس - تهران شکل گرفته که به‌طور هم‌زمان پاک‌سازی زیست محیطی، حفاظت از میراث صنعتی و بازطراحی اکولوژیک منظر را تلفیق می‌کند. نمونه برداری شبکه‌ای سیستماتیک از خاک، آب و هوا انجام گرفت. فلزات سنگین، هیدروکربن‌های نفتی، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب و الیاف آزبست با بهره‌گیری از روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شدند. مستندسازی ارزش‌های معماری و صنعتی با توتال استیشن و فتوگرامتری صورت پذیرفت و تمام لایه‌های اطلاعاتی در محیط ArcGIS Pro با روش همپوشانی وزنی (AHP) پهنه‌بندی شدند. یافته‌ها نشان می‌دهد غلظت آلاینده‌ها فراتر از استاندارد است و ارزش‌های معماری و میراث صنعتی نیز در حال تخریب می‌باشد که ضرورت مداخله‌ی فوری را آشکار می‌کند. با اتخاذ راهکارهایی نظیر شناسایی و مرمت آثار معماری، پاک‌سازی تجهیزات صنعتی و محوطه با گیاه‌پالایی، زیست‌پالایی، تثبیت فیزیکی و طراحی سایت موزه منطبق بر چرخه‌ی تاریخی تولید اثبات کرد رویکرد تلفیقی نه تنها به پاک‌سازی محیط می‌انجامد، بلکه بستر را برای بازآفرینی فرهنگی-اجتماعی، افزایش تعاملات اجتماعی و ارتقای آگاهی عمومی از میراث صنعتی فراهم می‌کند. نوآوری اصلی پژوهش پیاده‌سازی زنجیره‌ی عملیاتی کامل از داده‌های خام میدانی تا طرح نهایی برای نخستین بار در ایران و ارائه‌ی مفهوم «حفاظت مشروط به سلامت محیط» است که ارزش‌گذاری میراث را بر پایه‌ی تهدیدات زیستی بازتعریف کرده و الگویی تعمیم‌پذیر برای سایر اراضی قهوه‌ای مشابه به دست می‌دهد.	نوع مقاله: مقاله علمی پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۲۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۶/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۲۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۷/۲۵ کلید واژه‌ها: کارخانه متروکه، آلودگی محیط زیست، میراث صنعتی، منظر پسا صنعت، سایت موزه.

۱-۱- از صنعت‌زدایی تا توسعه مجدد مناظر صنعتی متروکه

هرساله آلودگی محیط زیست به فلزات سنگین بویژه در فضاهای شهری رو به افزایش است. بخشی از این آلودگیها ناشی از صنعت‌زدایی شهرها می باشد و منجر به بروز خطرات جدی برای سلامتی انسان می‌شود (Bahrami & Jafari, 2020). در قرن گذشته، توسعه صنایع با جمعیت رو به رشد، منجر به افزایش تراکم سکونت در پیرامون مراکز و کارخانه‌های صنعتی و رشد بی رویه شهرها شده است (توکلی و عنایت پور، ۱۴۰۴). به همین سبب امروزه شهرهای صنعتی قرن بیستم حامل صنایع متروکه ای هستند که بخش مهمی از آلودگیهای محیط زیست شهری را در خود جای داده‌است (Edelblutte, 2006). هم‌زمان با پدیده صنعت‌زدایی در مناطق صنعتی شهرها با جابجایی صنایع به خارج از مرزهای شهر، طیف وسیعی از تاسیسات، ابنیه و تجهیزات صنایع گذشته در بستر محیطی آلوده‌ای برجای مانده است. زخمهای باز و آلوده‌ای که در مناطق نوستالژیک و تاریخی شهرها، با ارزشهای ویژه معماری و آلودگیهای محیطی گسترده، چالشهای عمیقی را در جامعه متخصصین منظر بوجود آورده و ایشان را مجبور به تصمیم‌گیری در مورد نحوه‌ی استقرار و چگونگی ابراز وجود محیط صنعتی نسل گذشته کرده‌است (Loures, 2008; Loures & Panagopoulos, 2007). از سویی کاهش کیفیت زیست پذیری شهرها به دلیل افزایش روزافزون آلودگیهای محیطی، متخصصان را به سمت و سوی بازنگری در ساختار مناظر شهری و حفاظت توسعه محور محیط زیست شهرها بویژه در طرحهای مرتبط و فرادست شهری سوق داده است. این امر در ارتباط با محوطه‌های وسیع صنایع و کارخانه‌های متروکه بیشتر مورد توجه می باشد. این مناطق در نتیجه آلودگی صنعتی و کاهش فرآیندهای زیستی و اقتصادی، فقیر و آسیب پذیر شده و از لحاظ اجتماعی نیز غمرده هستند و تنزل کیفیت زیست پذیری شهری در آنها به وضوح قبل مشاهده می‌باشد. کمبود اراضی باز و عمومی شهرها، ساخت و ساز متراکم و شبکه گسترده معابر شهری از یک سو و ضرورت پاکسازی محیط زیست شهر از آلودگیهای پسا صنعتی، طراحان منظر را به سمت توسعه مجدد (زمینهای قهوه‌ای) هدایت کرده است تا با تبدیل آنها به فضاهای باز و عمومی سبز، بخشی از چالشهای محیط زیست شهری را حل کنند. دگرگون سازی کارخانه‌های متروکه به آنها زندگی جدید و منطبق با ساختار زیستی شهرها بخشیده و محیط شهری پایدارتری را فراهم می‌سازد (Qu et al., 2020; Wójcik et al., 2018; Loures et al., 2017). این رویکرد، موجب الزام محققین در ارزیابی، مستندسازی و توسعه بقایای مناظر پسا صنعتی کارخانه‌های متروکه گردیده است (Bahrami et al., 2026). دگرگون سازی زمینهای قهوه‌ای پسا صنعتی به عنوان ابزاری مهم برای مهار رشد بی رویه شهر، تقویت و توسعه مجدد ساختارهای اکولوژیک، احیای منظر شهری و استفاده مجدد از کارخانه‌های متروکه می‌باشد (Bahrami et al., 2026; Merwin et al., 2013). با این وجود ناکارآمدی مشارکتهای دولتی و جوامع بومی و همچنین ضعف ساختاری در اصول و ضوابط طرحهای جامع و تفصیلی شهرها، باعث شده تا اقدامات مورد نیاز دگرگون سازی زمینهای قهوه‌ای پسا صنعتی به کفایت ارزیابی، بررسی و اجرایی نشوند. درحالی که تحلیل متخصصان منظر شهری به این نتیجه کلی رسیده که دگرگونی و پاکسازی اصولی مناظر پسا صنعت و تبدیل آنها به فضاهای باز و عمومی شهر بجای حذف آثار صنعتی، راهبردی اقتصادی تر در افزایش کیفیت زیست پذیری شهر بوده و راه حلی مناسبی در برابر طیف گسترده‌ای از مسائل اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی است (Merwin et al., 2022; Qu et al., 2020). برای تبدیل مناظر پسا صنعت به لکه‌های اکولوژیک در شهر پس از منسوخ شدن یا تخریب کارخانه‌ها و کارگاههای صنعتی، آنها را مورد بازسازی و احیا قرار می‌دهند. درواقع بازسازی و احیا اراضی قهوه‌ای به بازآفرینی شهرها منتج می‌شود. با این حال هنوز هم در بسیاری از شهرها تخریب کامل کارخانه‌های صنعتی متروکه، رویکرد رایجی برای تقابل با مناظر پسا صنعتی است. کارخانه‌های متروکه پس از تخریب با تغییر کاربری در اراضی و ایجاد سازه‌های جدید، به مناظری تبدیل می شوند که کمترین نشانه‌ای از گذشته را با خود حمل نمی‌کنند. اما باید در نظر داشت توسعه مجدد مناظر پسا صنعتی با پیچیدگیهای اجتماعی و تخصصی بسیاری نیز مواجه است، چه از لحاظ منابع زیستی آلوده موجود در این اراضی و پیرامونشان که باید به کاربردهای مولد بازگردانده شوند و مجددا در بستر فعال زیستی پیرامونشان ادغام گردند، و چه بتوانند به عنوان مکانهایی سودمند و پاکسازی شده (مانند فضاهای باز عمومی) در قالب قسمتی از ساختار اکولوژیک و فرهنگی شهر توسعه مجدد یافته و با نگاهی به گذشته میراثی شان، نیازهای اجتماعی و فرهنگی نسلهای جدید را تامین کنند. براین اساس بسیاری از محققان، مناظر پسا صنعتی را به عنوان منابع تحقق نیافته و کاتالیزوری برای آغاز بازسازی شهرها و مرمت محیطی و احیا اکولوژیکی مناظر شهری می‌دانند. اگرچه پیچیدگیهای تبدیل زمینهای قهوه‌ای به اراضی مولد سرزندگی و زیبایی، دشوار می‌نماید زیرا با توسعه اکولوژیکی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی همراه است (Li, 2022; Kolečka et al., 2013). مهم‌ترین پرسش پیش از اقدام به دگرگون سازی مناظر پسا صنعتی این است که مزایای توسعه مجدد این فضاهای زخمی چیست؟ علاوه بر آن افزایش نارضایتی عمومی نسبت به آنها، ضرورت توسعه روش‌ها و چارچوب‌های جدیدی را برای نظریه پردازی و عملیاتی کردن این تغییرات در پی دارد. با توجه به تفاوت‌های مشهودی که از ساختار هر منظر پسا صنعت تا خلق منظر جدید وجود دارد، یک روش سیستماتیک و از نظر تئوری شمر ثمر لازم است تا با توجهات ویژه به جنبه‌های مختلف محیط زیستی و

اهمیت عناصر هویت بخش کارخانه‌های متروکه، شکل بگیرد تا متخصصین بتوانند ویژگی‌ها، اثرات و پیامدهای پروژه‌های تحول منظر پسا صنعتی را درک و بر اساس آن اقدام کنند.

۱-۲- بررسی ارزشهای موجود در مناظر پسا صنعت

اهمیت ساختارهای اکولوژیک و میراث صنعتی برجای مانده در سایت‌های پسا صنعت، مبتنی بر لزوم حفاظت جامع این مناظر است. توجه ویژه به آثار معماری و میراث صنعتی نیز ضرورت تداوم آنها را به عنوان یک منبع فرهنگی جدایی‌ناپذیر از هویت جمعی ساکنان منطقه تأکید می‌نماید و از دیدگاه عملکردی، فرهنگی و تاریخی به عنوان محصول فعالیت متفکرانه و سیستماتیک انسان گذشته برای نسل نو بازتعریف می‌کند (Radziszewska-Zielina, 2022; Qu et al., 2020; Nikolić et al., 2020). مداخله در منظر پسا صنعتی با هدف تطبیق آنها کاربردهای فرهنگی نوین بویژه برای نسل حاضر انجام می‌شود. در حالت کلی مناظر پسا صنعتی اراضی وسیعی هستند که بخش مهمی از تاریخ یک مکان را توصیف می‌کنند، بنابراین، گواهی بر مفهوم و تکامل فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی جوامع بوده و ارزش‌های قابل توجهی از میراث طبیعی و تاریخی شهرها را مستند می‌نمایند. بازیابی این مناظر مانع ناپدید شدن زیرساخت‌های پسا صنعتی دارای ارزش میراثی بالا است. اغلب تمایل به حذف این مناظر آلوده و با ارزش در برابر جستجوی راهی برای بازآفرینی مجددشان قرار می‌گیرد. ارزش آنها شامل مکان‌های ویژه استقرار، نوع بینش و ادراک مهندسی نسل‌های گذشته، پیشرفت صنعت و معماری گذشته، شکل، فرم، ویژگی‌ها و تاریخ و شرایط سودمندی و نحوه بهره‌مندی از آن صنعت می‌باشد. از طرفی انحطاط و زوال فیزیکی و عملکردی این فضاها اغلب باعث افزایش نگرش منفی جوامع پیرامون آن است. درحالی‌که هم‌زمان بواسطه حجم انبوه خاطرات هویت بخش مناظر پسا صنعت، این مناظر در زندگی نسل گذشته و کنونی تأثیرگذار هستند. پس از انتشار منشور "بیثنی تاگیل" در ارتباط با میراث صنعتی در سال ۲۰۰۳ میلادی، اهمیت سازه‌های صنعتی، فرایندها و مصنوعات مورد استفاده در آنها، ابزار و تجهیزات، شهرها و مناطقی که در آنها قرار دارند و ... به شدت مورد تأکید و توجه متخصصان منظر قرار گرفت (Humphris & Rauws, 2021; Loures & Burley, 2017; Rong, 2013). اما با وجود منشورها و کنوانسیون‌های حفاظت و توسعه مجدد این مناظر، هنوز هم بسیاری از مناظر پسا صنعت تخریب، تخلیه و تغییر کاربری می‌دهند. ابزار و تجهیزات بعنوان منابع مادی به فروش گذاشته می‌شوند. طراحی‌های انجام شده در این مناظر نیز قادر به تأمین استانداردهای پاکسازی محیطی و ارائه خدمات اکولوژیکی و عملکردی نیستند. همچنین درحالی که به تدریج درک و آگاهی جامعه به این نتیجه می‌رسد که صنایع متروکه به نوعی میراث فرهنگی بشری در شهرها هستند و دارای ارزش‌های ویژه‌ای می‌باشند. براساس این تغییر دیدگاه، برجسته کردن و حفاظت از بقایای میراث مادی و معنوی صنعتی افزایش خواهد یافت (Bahrami et al., 2026; Radziszewska-Zielina, 2022). ترکیب شکل طبیعی زمین و ساختمان‌ها، گذر زمان در لایه‌های منظر پسا صنعتی، هنر، هوش مهندسی و هویت مردم و مکان در هر کارخانه متروکه‌ای ویژگی‌های خاص آن منظر را داراست و تغییر در ادراک آن به ارائه راهکارهای موفق در حفظ و بهبود بخشی به ساختار زیستی شهر، افزایش تعامل اجتماعی، توسعه اقتصادی و افزایش کیفیت فضاهای فرهنگی-اجتماعی منجر می‌شود (Subin et al., 2022; Humphris & Rauws, 2021; Wójcik et al., 2018; Rong, 2013).

۱-۳- شکاف پژوهشی موجود، هدف و نوآوری تحقیق

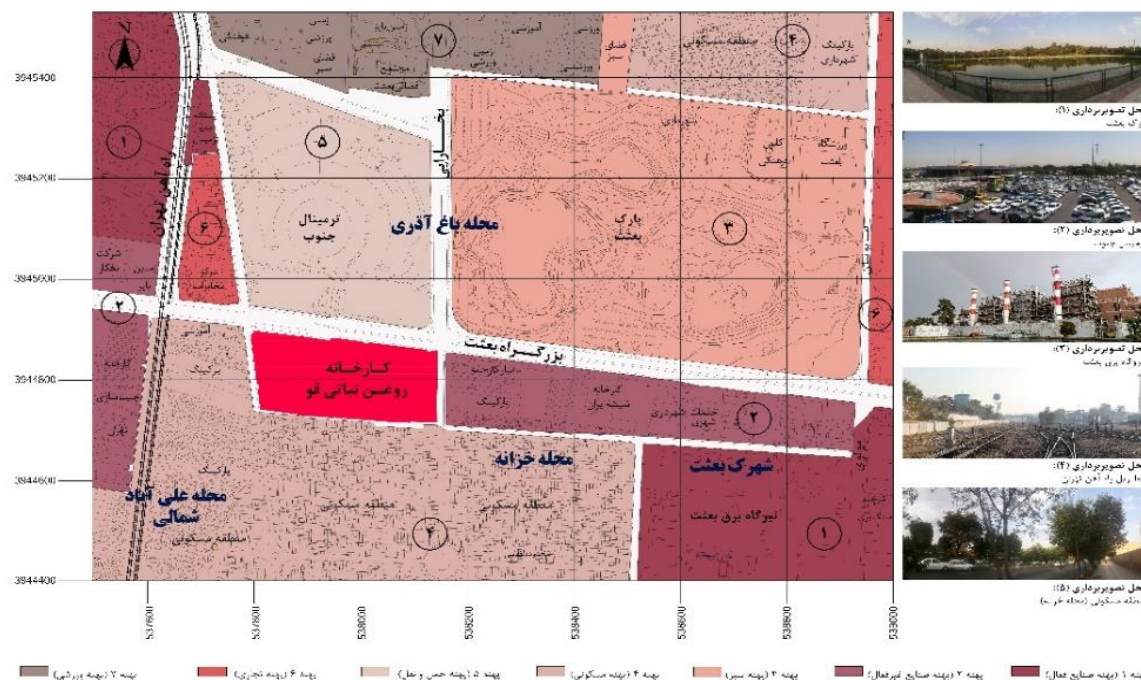
مرور منابع علمی موجود و تحقیقات گسترده‌ای که در ارتباط با مناظر پسا صنعت و حفاظت و مرمت از آنها وجود دارد، نمایانگر آن است که علی‌رغم نگرش‌های منفی جوامع نسبت به آنها، شهروندانی که چند نسل متوالی در چرخه اقتصادی این کارخانه‌ها مشارکت داشته و یا در محدوده شهری پیرامون آنها سکونت دارند به آنها تعلق خاطر داشته و این مناظر متروکه را بخشی از هویت شهری منطقه مسکونی خود بر می‌شمارند. درحالی‌که بررسی‌ها نشان می‌دهد در اکثر موارد مدیران شهری به جای فرایندهای یکپارچه و جامع در نحوه برخورد با کارخانه‌های متروکه شهری، به انتقال صنعت، تخریب سازه‌ها و تغییر کاربری اراضی وسیع کارخانه می‌پردازند. آنچه از بررسی منابع علمی و تجارب جهانی موجود بر می‌آید، متخصصین آلودگی، پاکسازی محیط و بستر کارخانه را پیشنهاد می‌کنند، معاران منظر مستندسازی میراثی و مرمت ابنیه موجود را در طراحی سایت موزه ارائه می‌دهند، طراحان منظر شهری کارخانه را بخشی از ساختار منظر شهری دانسته و طراحی اکولوژیک برای توسعه آنها مطرح می‌نمایند. درواقع تحقیقات محدودی روش‌های یکپارچه و جامعی را ارائه می‌کنند که به توسعه حفاظتی مناظر پسا صنعت بیانجامد. همچنین مناظر پسا صنعتی اندک شماری در خاورمیانه به ویژه در ایران تحت مطالعات همه جانبه نگر قرار گرفته و در قالب سایت موزه پسا صنعتی طراحی شده‌اند. لذا هدف کلی از این پژوهش توسعه یک چارچوب روش‌شناختی قابل تکرار در سایر نمونه‌های مشابه جهت طراحی سایت موزه پسا صنعتی است که پاکسازی، حفاظت و باززنده سازی را ادغام کند. بر این اساس تحقیق پیش رو با به‌کارگیری معیارهای طراحی حفاظتی منظر پسا صنعتی، قصد دارد این شکاف را برطرف کند و برای افزایش ادراک و آگاهی شهروندان نسبت به اهمیت پاکسازی محیطی، حفاظت از ارزش میراثی صنعت گذشته و بازطراحی منظر متروکه، به ارائه طرح سایت پلان موزه پسا صنعت کارخانه روغن نباتی پارس بپردازد. نوآوری اصلی این پژوهش، فراتر از تلفیق صرف روش‌های تشخیص آلودگی و مستندسازی میراث، در ارائه یک چارچوب روش‌شناختی یکپارچه و قابل تکرار برای طراحی سایت موزه‌ی

پساصنعتی است که سه حوزه پاک‌سازی محیطی، حفاظت از میراث صنعتی و بازطراحی منظر را به‌طور هم‌زمان و هم‌اهنگ با یکدیگر ادغام می‌کند. این رویکرد، برخلاف تحقیقات پیشین که هر کدام به‌طور مجزا به آلودگی، مرمت بنا یا طراحی اکولوژیک پرداخته‌اند، برای نخستین بار در ایران فرایندی عملیاتی و مبتنی بر شواهد میدانی را از نمونه‌برداری و تحلیل آزمایشگاهی تا پهنه‌بندی منظر و ارائه طرح، در یک نمونه عینی (کارخانه روغن نباتی پارس) به کار گرفته است. رویکردی که تبدیل نگاه غالب تخریب یا تغییر کاربری صرف به توسعه حفاظتی است؛ به‌گونه‌ای که ارزش‌های خاطره‌انگیز، معماری و هویتی منظر پساصنعتی، نه تنها در کنار الزامات پاک‌سازی اکولوژیک قرار می‌گیرند، بلکه به‌عنوان منبعی برای بازآفرینی فرهنگی-اجتماعی و افزایش آگاهی عمومی از میراث صنعتی شهری به کار گرفته می‌شوند. این پژوهش با مستندسازی جامع و تحلیل مکانی هم‌پوشان (با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چندمعیاره)، منطق طراحی مبتنی بر داده را جایگزین رویکردهای سلیقه‌ای یا بخشی‌نگر می‌کند و الگویی است که قابلیت تعمیم به سایر کارخانه‌های متروکه مشابه را دارد، چیزی که در ادبیات موجود به‌صراحت به عنوان شکاف پژوهشی شناسایی شده است.

۲-روش انجام تحقیق

۲-۱- محدوده مورد مطالعه

شکل‌گیری و گسترش کالبدی منطقه ۱۶ شهر تهران از سال ۱۲۹۹ هجری شمسی و از زمان پهلوی اول با اعمال سیاست‌های توسعه صنعتی و خدماتی جنوب شهر تهران، زمینه ساخت انواع کارخانجات صنعتی را ایجاد کرده است. ایستگاه راه‌آهن، واحدهای صنعتی و خدماتی، کارخانه‌ها، کشتارگاه، پایانه مسافربری جنوب و ... با ایجاد فرصت شغلی باعث جذب و اسکان بخش مهمی از جمعیت مهاجر به تهران شده است. در حال حاضر صنایع متعدد فعال و غیرفعال در محلات این محدوده از شهر مانند محله باغ آذری و خزانه وجود دارند (شکل ۱). یکی از کارخانه‌های مهم در محله خزانه و در جوار باغ آذری شرکت روغن نباتی پارس ایران می‌باشد (شکل ۲). مساحت کارخانه در حال حاضر ۴۵۰۰۰ متر مربع با زیر بنای ۴۴۷۰ متر مربع و ۱۲۰۰ متر مربع مجموعه انبارها می‌باشد. کارخانه در سال ۱۳۳۳ هجری شمسی با هدف پنبه پاک‌کنی و روغن‌کشی به مساحت ۶۶۰۰۰ متر مربع تأسیس شده و از سال ۱۳۳۸ هجری شمسی در قالب طرح توسعه، یک واحد تصفیۀ روغن نیز در آن احداث و شروع به فعالیت نموده است. در اثر فعالیت کارخانه بوی نامطبوعی در اثر روغن‌کشی در محیط شهری پخش می‌شده است تا دهه ۹۰ هجری شمسی بخش تصفیه، جایگزین روغن‌کشی شده است. در دو دهه قبل تولید روزانه کارخانه معادل ۳۵۰ تا ۴۵۰ تن کره، روغن مایع و روغن جامد بوده است. به تدریج و با اعمال سیاست‌های محیط زیستی در راستای انتقال کارخانه به خارج از محدوده شهر تهران و تا انتهای فعالیت آن در سال ۱۳۹۴ هجری شمسی، ظرفیت کارخانه به ۱۵۰ تا ۲۵۰ تن در روز کاهش یافته و هم‌اکنون کارخانه متروکه و غیرفعال بوده و در اختیار بخش خصوصی با نام شرکت نهال گل می‌باشد.



شکل ۱. موقعیت صنایع غیر فعال متروکه و صنایع فعال در پیرامون کارخانه روغن نباتی پارس



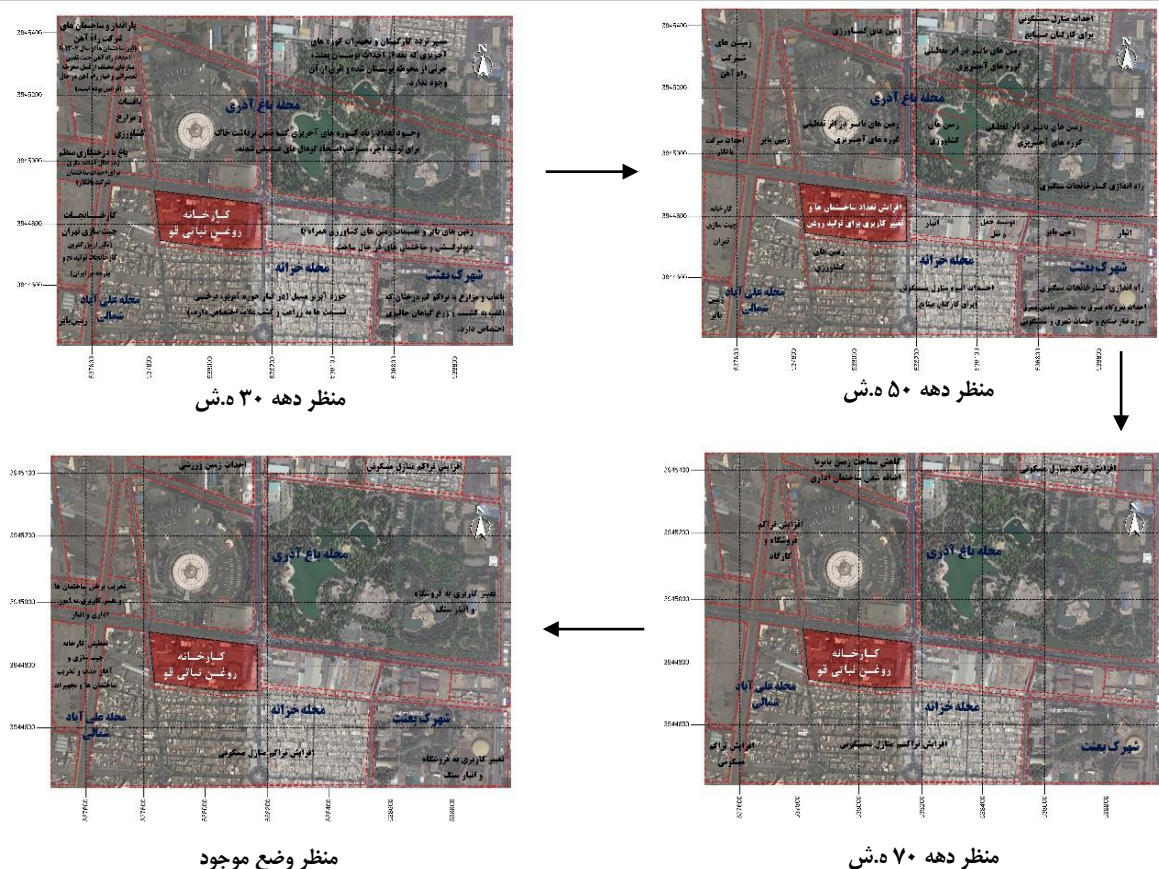
شکل ۲. محل کارخانه روغن نباتی پارس ایران در محله خزانه تهران و در پایانه جنوب (محله آذری)

علاوه بر تولید محصولات روغن و ... تولیدات جنبی چون ظروف حلبی مواد غذایی، گاز اکسیژن جهت مصارف صنعتی و بیمارستانی، بی‌کربنات آمونیوم، خلط روغن جهت صابون سازی، ضایعات خاک تونسیل جهت واکس سازی، گاز دی‌اکسید کربن و هیدروژن داشته است (بالا، ۱۳۹۴). در زمان فعالیت، واحدها و بخش‌های مختلفی چون مخازن تصفیه شیمیایی (خنثی سازی، رنگ بری، بی‌بو سازی)، تصفیه فیزیکی (صمغ‌گیری، رنگ‌بری، بی‌بوسازی)، حلب‌سازی، نیروگاه، تصفیه فاضلاب، بسته‌بندی، انبار و بارگیری وجود داشتند. در سال ۱۳۹۴ دستور پلمپ این کارخانه صادر شده است (شکل ۳).

۲-۲- فرایند کلی تولید روغن نباتی

بطور خلاصه فرایند تولید روغن نباتی و پسماند هر مرحله به شرح زیر می‌باشد:

- مرحله اول: آماده‌سازی دانه و استخراج روغن خام، روغن از دانه (سویا، کلزا، آفتابگردان و ...) بیرون کشیده می‌شود و شامل بوجاری، خرد کردن و پختن، روغن کنشی مکانیکی و شیمیایی است. پسماند این مرحله گرد و غبار و آشغال است.
- مرحله دوم: تصفیه روغن خام (تولید پسماندهای اصلی)، شامل مراحل زیر است.
 - ۱- صمغ‌گیری: با افزودن آب یا اسید فسفریک رقیق، مواد لزجی به نام "صمغ" یا فسفولیپیدها (لستین) از روغن جدا می‌شوند (پسماند: لجن لستین که وارد فاضلاب می‌شود، BOD بالا).
 - ۲- خنثی‌سازی قلیایی: افزودن سود سوزآور تا اسیدهای چرب آزاد را به صابون تبدیل کند (پسماند اصلی: صابون استاک، لجن قلیایی چسبناک و بدبو) که با اسیدشویی به روغن اسیدی تبدیل می‌شود.
 - ۳- رنگ‌بری: روغن را با خاک رنگ‌بر (رس مخصوص) مخلوط می‌کنند. خاک، رنگدانه‌ها و صابون‌های باقی‌مانده را به خود جذب می‌کند، سپس روغن را فیلتر می‌کنند (پسماند خطرناک: خاک رنگ‌بر مصرف‌شده با خطر خودسوزی بالا که ۴۰٪-۲۰٪ روغن دارد).
- مرحله سوم: عملیات نهایی و اصلاح (خنثی، بی‌مزه و شفاف کردن روغن) شامل بی‌بو کردن (پسماند اصلی: بخارهای خروجی با بوی تند و زننده که در کندانسورها به مایع تبدیل می‌شوند، این مایع هم وارد پساب می‌شود) وینترایز کردن، بسته‌بندی و ذخیره‌سازی. روغن نهایی در تانک‌های بزرگ ذخیره و سپس در بطری‌ها یا قوطی‌های فلزی پر می‌شود. معمولاً در این مرحله نیتروژن تزریق می‌کنند تا اکسیژن را جابجا کرده و از اکسید شدن روغن جلوگیری کند.



شکل ۳. بررسی سیر تغییرات منظر محدوده مطالعاتی از دهه ۳۰ ه.ش و زمان احداث کارخانه تا منظر وضع موجود

۲-۳- مطالعه و بررسی آلودگیهای موجود در سایت متروکه کارخانه روغن نباتی پارس جهت پاکسازی محیطی

بررسی ها نشان می دهد آلودگیهای کارخانه های روغن نباتی بویژه کارخانه های قدیمی را می توان به شکل زیر دسته بندی نمود:

۱- فاضلاب: آلودگی محیط زیست توسط فاضلاب یک عنصر مخرب برای محیط زیست شهری محسوب می شود. این آلودگی عمدتاً به دلیل عناصر شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی است که از حد استاندارد مجاز توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) تجاوز می کنند. یکی از منابع اصلی آلاینده ها در صنایع، صنعت فرآوری روغن نباتی است که مصرف کننده اصلی آب و بنابراین تولیدکننده مهم فاضلاب می باشد. بطور کلی در کارخانه های تولید روغن خوراکی، بیشترین میزان آلودگی مربوط به ترکیبات شیمیایی چون روغن فاضلاب صنعتی شامل روغن پساب حاوی ۷۵٪ وزنی اسید چرب آزاد بالا (میانگین وزن مولکولی اسید چرب و روغن پساب به ترتیب ۲۸۱ گرم بر مول و ۹۸۵ گرم بر مول) با بالاترین میزان اسید چرب گیاهی است، در حالی که علاوه بر این، حاوی مواد سمی مانند روغن ها، چربی ها، پلی فنول ها و سورفکتانت ها است (Khattabi, 2020; Hazrat, 2019). تصفیه پساب پالایشگاه های روغن نباتی چندین سال است که یک مسئله مهم محیط زیستی در کشورهای در حال توسعه بوده است. در صنعت تولید روغن نباتی، فاضلاب عمدتاً از مراحل صمغ گیری، اسیدزدایی، بوزدایی، تفکیک صابون، شستشو و خنثی سازی خاک ناشی می شود. این امر نگرانی اصلی محیط زیستی در کشورهای در حال توسعه مانند ایران محسوب می شود (Anyanwu, 2019). در واقع، صنایع پالایش روغن نباتی جز یکی از منابع اصلی آلاینده های محیط زیستی رتبه بندی می شوند. به عنوان مثال، پالایشگاه روغن نباتی از فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای تهیه روغن با کیفیت استفاده می کند در حالی که مقادیر قابل توجهی فاضلاب را تخلیه می کند. نشت ها، دفع ها و تخلیه مستقیم یا غیرمستقیم پساب ها به آب های سطحی یا زیرزمینی در کنار آلودگی هوا از بزرگترین مشکلات زیست محیطی این نوع از صنایع می باشد. البته ویژگی های فیزیکوشیمیایی فاضلاب تا حد زیادی به نوع روغن تصفیه شده، فرآیند اجرا شده و مواد اولیه مورد استفاده برای تولید بستگی دارد (Khattabi, 2020; Hazrat, 2019). پساب ها سرشار از COD، روغن ها و چربی ها، سولفات ها و فسفات ها هستند که منجر به بار آلاینده قابل توجهی، چه معدنی و چه آلی، می شود. در واقع، این تخلیه های مایع، چالش مهمی را در صنعت فرآوری روغن نباتی ایجاد می کنند (Anyanwu, 2019). در نتیجه در کارخانه های فعال تولید روغن نباتی، مطالعات در مورد تصفیه فاضلاب روغنی که عمدتاً بر اساس تشخیص فاضلاب انجام می شود، به طور فزاینده ای اهمیت یافته است. در دسته بندی آلودگیهای محیطی این کارخانه ها، موارد زیر اغلب بخش اصلی آلودگیها را در بر می گیرند:

- ۱- فاضلاب صنعتی: حاوی روغن، چربی، مواد آلی بالا (BOD/COD)، اسیدهای چرب فرار، کتون‌ها و آلوده‌ها و مواد شوینده.
- ۲- صمغ‌گیری و خنثی‌سازی (تصفیه قلیایی): تولید صابون استاک که حاوی روغن، صابون و سود است.
- ۳- بی‌بو کردن: آب داغ حاصل از سیستم‌های خلا که با اسیدهای چرب فرار، کتون‌ها و آلدئیدهای بدبو آلوده می‌شود.
- ۴- شست‌وشوی مخازن و تجهیزات: حاوی روغن، مواد شوینده و سود.
- ۵- سردسازی و برج‌های خنک‌کننده: آب تصفیه‌نشده می‌تواند حاوی جلبک و مواد شیمیایی ضدخوردگی باشد.

۲- آلودگی هوا:

بوی نامطبوع ناشی از فرآیند بوگیری و تصفیه روغن و گازهای گلخانه‌ای مثل CO₂ از دیگ‌های بخار مهمترین بخش آلاینده‌های فرایند تولید هستند. مهم‌ترین منبع بخارهای خروجی حاوی اسیدهای چرب آزاد، آلدئیدها، کتون‌ها و هیدروکربن‌ها با بوی تند و زننده می‌باشند. ماده شیمیایی هگزان (به عنوان حلال) نیز که در واحد استخراج مصرف می‌شود، به دلیل نشت از پمپ‌ها و فلنج‌ها خطر انفجار و آلودگی هوا را دارد. در قسمت بویلر (دیگ بخار) انتشار دی‌اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن و گوگرد (در صورت مصرف مازوت) و ذرات معلق از آلاینده‌های اصلی هستند. ذرات معلق همچنین شامل گرد و غبار ناشی از بارگیری و بوجاری (ذرات خاک، پوست دانه‌ها و بقایای گیاهی) دانه‌های روغنی می‌باشند. پودر رنگ‌بر (خاک تونسیل) نیز موجب ایجاد گرد و غبار سیلیسی در واحد رنگ‌بری می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴. مجموعه کارخانه روغن نباتی پارس (قو)، ساختمان‌های فرسوده و متصادد شدن بخارات آلوده در سال ۱۳۹۳ و زمان فعالیت آن

۳- آلودگی خاک و پسماند جامد:

شامل خاک رنگ‌بر مصرف‌شده که مهم‌ترین پسماند خطرناک و حاوی روغن اکسیدشده و فلزات سنگین می‌باشد و اگر روی خاک دپو شود، به دلیل خاصیت خودسوزی آتش می‌گیرد و روغن آن به خاک نفوذ می‌کند، لجن‌های تصفیه فاضلاب که حاوی مواد آلی و روغنی سنگین هستند، ضایعات جامد دانه‌ها مانند تفاله، پوسته و دانه‌های خراب که اگر دپو شوند، شیرابه تولید می‌کنند و مواد بسته‌بندی و بشکه‌های فلزی یا پلاستیکی مواد شیمیایی و صابون استاک اسیدی که فاز اسیدی آن در خاک نفوذ کرده و فیتوتوکسیست است. کارخانه روغن نباتی پارس نیز تا زمان فعالیت در دهه ۹۰، آلودگی‌های فاضلاب و پساب بالایی تولید می‌کرده‌است. در اوایل این دهه، پساب کارخانه و نشت آن در بستر شهری پیرامون در کنار بوی بد و نامطبوع زمینه تعطیلی آن را فراهم کرده‌است. پس از تعطیلی و در طی ده سال گذشته نیز محوطه کارخانه به اراضی قهوه‌ای تبدیل و انواع آلودگی‌های ناشی از محصولات گذشته، ماشین‌آلات فرسوده، بناهای در حال تخریب، نخاله‌های ساختمانی و زباله‌های شهری بستر محیطی آلوده‌ای را در آن بوجود آورده‌است. در حال حاضر انواع هیدروکربن‌های نفتی و مواد آلی حاصل از نشت سوخت مخازن، ماشین‌آلات، بخش‌های تعمیرات در محوطه و فرایند تولید محصول و ... بواسطه غیر فعال بودن چرخه صنعتی در کارخانه متروکه ماندگار شده و خطرات بسیاری را برای مردم منطقه و ساختار زیستی آن ایجاد کرده‌است. منابع آلاینده هوا مانند گرد چوب، مواد آزبست، فیبرهای عایق، گازهای تصعید شده از مخازن و ماشین‌آلات، ذرات سمی آزاد شده از خاک‌های سطحی آلوده، گرد و غبار ناشی از خشکی خاک و از بین رفتن پوشش گیاهی و همچنین ذرات سمی موجود در نخاله‌های ساختمانی و ویرانه‌های موجود در سایت نیز بخشی از آلودگی‌های موجود هستند که تأثیرات مخرب خود را بر منظر شهری پیرامون و سلامت ساکنان می‌گذارند.

۴-۲- ارزیابی و پاکسازی محیط زیستی

۴-۲-۱- نمونه برداری و تجزیه و تحلیل خاک

با پیش فرض اینکه در کارخانه متروکه، خاک به دلیل نشت‌های طولانی مدت به مخزن نهایی آلودگی تبدیل می‌شود، مطالعات دقیقی در ارتباط با انواع آلودگیها و میزان آنها انجام گرفت. نتیجه کلی بررسیها به شرح زیر بود:

۱- نشت مخازن زیرزمینی و رها شده:

- هگزان (حلال): به دلیل اینکه کارخانه واحد استخراج داشته، مخازن هگزان رها شده، بزرگترین مشکل محیط زیستی هستند. هگزان به سرعت در خاک نفوذ کرده و می‌تواند به سفره‌های آب زیرزمینی برسد و ترکیبات سرطان‌زا ایجاد کند.
- روغن‌های اسیدی و صابون استاک: تانک‌های حاوی روغن اکسید شده و اسیدهای چرب آزاد، طی سال‌ها خورده و نشت کرده‌اند. این مواد باعث از بین رفتن میکروارگانیسم‌ها و غیرقابل نفوذ شدن آن می‌شوند.
- خاک رنگ‌بر مصرف شده: این ماده در حالت اولیه ۲۰ تا ۴۰٪ روغن دارد که در مجاورت هوا خودبخود مشتعل می‌شود. وجود آن در بخشهایی از محوطه ممکن است آتش‌سوزی زیرسطحی ایجاد کرده و خاک را برای دهه‌ها آلوده به روغن اکسید و فلزات سنگین کند.
- آزیست و عایق‌های فرسوده: به فراوانی در کارخانه وجود دارند. لوله‌های بخار قدیمی معمولاً با عایق آزیست پوشیده شده‌اند. این عایق‌ها پوسیده‌اند و الیاف سرطان‌زای آزیست وارد خاک و هوای اطراف می‌شوند.

در تحقیق پیش رو نمونه‌های خاک از محل کارخانه طبق پروتکل‌های نمونه‌برداری شبکه‌ای سیستماتیک جمع‌آوری شدند. محل به یک شبکه نمونه‌برداری ۱۰۰ متر × ۱۰۰ متر تقسیم شد. در تقاطع هر شبکه، نمونه‌های مرکب (سه زیرنمونه در هر نقطه در عمق ۰ تا ۵۰ سانتی‌متر و در کل ۱۴ نمونه) با استفاده از مته‌های فولادی ضد زنگ، در سراسر محل ۴/۵ هکتاری کارخانه جمع‌آوری شدند. برای آماده‌سازی، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در هوا خشک، همگن‌سازی و از طریق توری نایلونی ۲ میلی‌متری الک شدند. زیرنمونه‌ها (۵ گرم) در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴ ساعت هضم اسیدی شدند (مشایخی و همکاران، ۱۴۰۱). علاوه بر موارد ذکر شده در آنالیز فلزات سنگین نیز مانند غلظت سرب (Pb)، کروم (Cr) و نیکل (Ni) با استفاده از طیف‌سنجی جرمی پلاسمای جفت‌شده القایی (ICP-MS) تعیین شد. حد تشخیص برای همه فلزات ۰.۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. همچنین در تجزیه و تحلیل هیدروکربن‌های نفتی، کل هیدروکربن‌های نفتی (Total Petroleum Hydrocarbon) و هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon) با استفاده از اولتراسونیک دی‌کلرومتان استخراج و از طریق کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی طبق روش EPA 8270E تجزیه و تحلیل شدند. نتایج فلزات سنگین موجود در خاک بر اساس جدول ۱ می‌باشد.

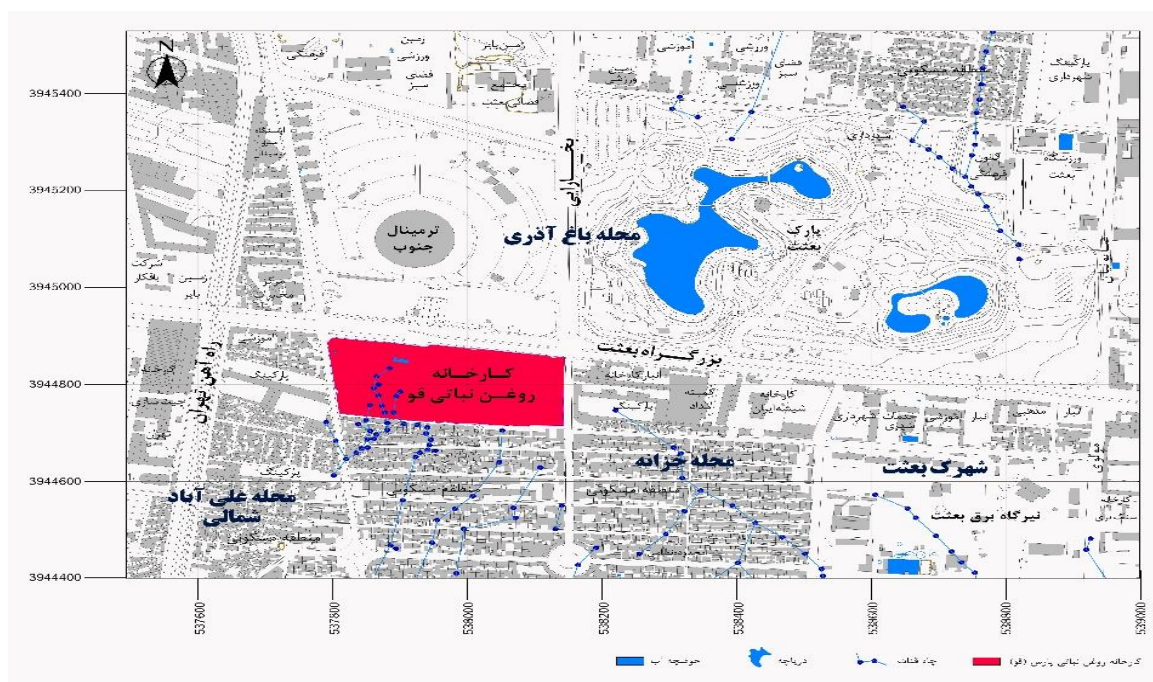
جدول ۱. دامنه غلظت فلزات سنگین در خاک در مقایسه با سازمان حفاظت محیط زیست

ترکیبات	واحد	محدوده شناسایی شده	سازمان حفاظت محیط زیست
سرب	mg/kg	۴۳۰-۹۶	۸۰
کروم	mg/kg	۳۲۰-۶۵	۱۰۰
نیکل	mg/kg	۲۱۵-۸۵	۱۶۵
PH	-	۸/۵-۹/۵	۶/۵-۸/۵

غلظت TPH از ۲۳۰ تا ۴۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر بود که در ۸۰٪ نمونه‌ها از استاندارد منابع خاک کشور تعیین شده توسط دفتر دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست در سال ۱۳۹۳، یعنی ۱۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فراتر رفت. غلظت PAH (مجموع ۱۲ PAH با اولویت) از ۴.۲ تا ۱۰۷.۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر بود که در ۸۰٪ نمونه‌ها از استانداردها بیشتر بود. PAH بیشتر در نزدیکی مخازن ذخیره سوخت قدیمی و مناطق تعمیر و نگهداری، محدوده ماشین آلات فرسوده و انبارها متمرکز شده بودند.

۲-۴-۲- نمونه برداری و تجزیه و تحلیل آلودگی آب

مطالعات آب شناسی محدوده نشان دهنده جریانات سه رشته قنات در محوطه کارخانه می باشد که پس از عبور از سایت وارد بخش های جنوبی و مناطق مسکونی می شود (شکل ۵). وجود این رشته قنات ها نمایانگر آن است که آب های زیرزمینی در محل کارخانه متروکه به شدت تهدید می شوند. گنداب های راکد و سمی چون حوضچه های تصفیه فاضلاب رها شده که اغلب مملو از لجن روغنی ترشیده و غیرهوازی هستند و بوی شدید سولفید هیدروژن تولید می کنند. شیرابه این لجن ها مستقیماً وارد آب های زیرزمینی می شود. همچنین آب های بی بوکننده که مملو از اسیدهای چرب فرار هستند. مواردی هم مانند شکستن لوله های اسید سولفوریک و سود سوزآور و واکنش بشکه ها و مخازن رها شده با بارندگی که شوک اسیدی/قلیایی شدیدی به آب های زیرزمینی وارد می کند. باران که بر تجهیزات زنگ زده و سطوح آلوده می بارد، روان آبی با COD (اکسیژن خواهی شیمیایی) بالایی ایجاد می کند که عملاً یک سم کشنده برای هر موجود زنده ای است.



شکل ۵. رشته قنات های فعال در داخل و پیرامون کارخانه روغن نباتی پارس

نمونه های آب زیرزمینی از ۲ چاه پایش به عمق ۲ متر، با پوشش PVC دو اینچی با صفحات شیاردار جمع آوری و پس از تثبیت pH، دما و رسانایی الکتریکی با استفاده از روش های پاکسازی جریان کم آماده سازی شدند. پارامترهای مهم نمونه های هر دو چاه مورد تجزیه و تحلیل شامل: نیترات، آمونیاک، فسفات و سولفات (کروماتوگرافی یونی)، فلزات سنگین، روغن ها، چربی ها، پلی فنول ها و سورفکتانت ها هستند که میانگین پارامترهای هر دو چاه در جدول زیر ارائه شده اند.

جدول ۲. آنالیز خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و فلزات سنگین در آب های زیرزمینی نزدیک به محدوده های آلوده

pH	TSS	TDS	کلسیم	کلراید	سیانور	فلوراید	منگنز	فسفات	سولفات
۸/۸۵	۲۶۵۰ mg/l	۷۸۰ mg/l	۱۳۰ mg/l	۱۸۰ mg/l	۰/۰۶ mg/l	۰/۶۳ mg/l	۰/۱۰ mg/l	۱۴/۲ mg/l	۱۲۸ mg/l
چربی و روغن	BOD ₅	COD	آمونیم	نیترات	منیزیم				
۱۷۶۰ mg/l	۲۲۰۰ mg/l	۳۶۰۰ mg/l	۲۷/۲ mg/l	۹/۵ mg/l	۷ mg/l				
آرسنیک	باریم	سرب	آلومینیوم	روی					
۰/۰۷ mg/l	۰/۰۸ mg/l	۰/۲۱ mg/l	۰/۹۴ mg/l	۰/۳۶ mg/l					

۲-۴-۳- ارزیابی کیفیت هوا

آلودگی هوا در کارخانه متروکه از نوع مزمن و گاه انفجاری است. خطر انفجار در واحد استخراج متروکه است. گاز هگزان که از هوا سنگین تر است، در گودال‌ها، زیرزمین‌ها و چاهک‌ها تجمع می‌یابد. یک جرعه کوچک می‌تواند کل محوطه را منفجر کند. گاز هیدروژن که از باتری‌های رها شده و خوردگی فلزات در اسید ایجاد و قابلیت اشتعال بالایی دارد. همچنین مواردی چون بوی تعفن دائمی (فساد بی‌هوازی) منتج از از لجن‌های راکد و روغن‌های مانده در تانک‌ها که پس از سال‌ها دچار فساد بی‌هوازی می‌شوند و گاز سولفید هیدروژن و آمونیاک متصاعد می‌کنند، ذرات معلق خطرناک بویژه در انبارهای پر از خاک رنگ‌بر خشک‌شده هستند و با کوچک‌ترین وزش باد، گرد و غبار سیلیسی حاوی روغن و فلزات سنگین در هوا پخش می‌کنند، در مشاهدات میدانی الیاف آزبست در عایق‌های فرسوده وجود داشته و گرد و غبار ناشی از نخاله‌های ساختمانی، ابنیه فرسوده و در آخر زباله‌های پراکنده در محوطه نیز به شدت کیفیت هوا را کاهش می‌دهند. کیفیت هوا توسط کارشناس از طریق نمونه‌برداری غیرفعال در ۳ مکان به مدت ۱۰ روز در پیرامون کارخانه ارزیابی شد. وجود الیاف آزبست با استفاده از میکروسکوپ فاز کنتراست و ذرات معلق PM_{10} و $PM_{2.5}$ با استفاده از مانیتورهای آئروسول قابل حمل تأیید شدند. ترکیبات آلی فرار با استفاده از دوزیمترهای غیرفعال نمونه‌برداری و از طریق GC-MS با تنظیمات مدل دستگاه GC 6890 تجزیه و تحلیل شدند، با توجه به سیاستها و برنامه انتقال و تغییر کاربری سایت کارخانه، آنالیز این پارامترها در اختیار نویسندگان مقاله قرار نگرفته و صرفاً وجود آنها در هوا تأیید گردید. همچنین خطر فروپاشی سازه‌های فرسوده، حیوانات مودی، سگ‌های وحشی و غیره وجود داشت.

۲-۴-۴- مستندسازی ارزشهای معماری و آثار صنعتی میراثی

ارزشهای ملموس موجود در کارخانه روغن نباتی پارس شامل ابنیه و سازه‌های معماری و صنعتی قدیمی موجود هستند و موبد تاریخی و تأثیرات منظر کارخانه در این بخش از منظر شهری تهران می‌باشند. در پژوهش پیش رو مستندسازی تاریخی شامل موارد زیر بود:

- تحقیقات بایگانی در آرشیو ملی ایران و اسناد شهرداری تهران
- جمع‌آوری و مقایسه عکس‌ها، نقشه‌ها و اسناد عملیاتی تاریخی و جدید (شکل ۶)
- مستندسازی معماری و سازه، سازه‌های موجود از طریق موارد زیر مستندسازی شدند:
- نقشه‌برداری توتال استیشن برای موقعیت‌یابی دقیق تمام ساختمان‌ها و ویژگی‌ها
- ثبت فتوگرامتری سازه‌های مهم
- بررسی‌های ارزیابی وضعیت با استفاده از مقیاس ۴ نقطه‌ای (۱=عالی تا ۴=مخروبه) برای یکپارچگی ارزیابی سازه‌ها
- شناسایی عناصر تاریخی از طریق بازرسی در محل و ارجاع متقابل بایگانی



شکل ۶. بخشی از محوطه کارخانه متروکه روغن نباتی پارس ۱۴۰۳

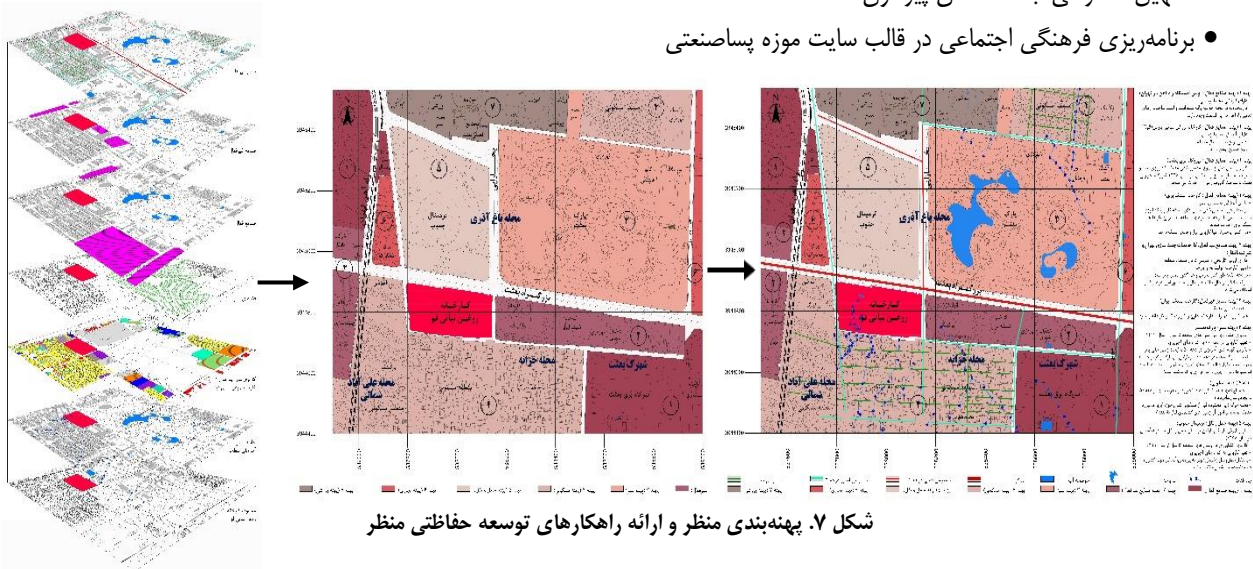
• تحلیل ویژگیهای محیط و منظر کارخانه

• جمع‌آوری داده‌های مکانی، تحلیل و پهنه بندی منظر

در مراحل بعدی پژوهش، لایه‌های مطالعاتی در سه دسته ساختارهای فیزیکی، ساختارهای طبیعی و ساختارهای انسانی- فرهنگی به منظور روی هم اندازی و تهیه نقشه تحلیلی پهنه‌بندی منظر آماده و با پیمایش محیطی و دستگاه موقعیت یاب تدقیق شده‌اند. این لایه‌ها شامل توپوگرافی، هیدروژئولوژی، هیدروژئولوژی و الگوهای زهکشی، پوشش گیاهی (گونه‌ها، توزیع، وضعیت سلامت)، کاربری (جدید و تاریخی)، شرایط سازه‌ها و تاسیسات و تجهیزات صنعتی، نوع و توزیع آلودگیها و محدوده‌های آلوده بر اساس آنالیزهای آزمایشگاهی داده‌های نمونه‌برداری شده، نقشه‌برداری ارزش میراث صنعتی و میراث معماری، شبکه‌های زیرساخت، ارزشهای اکولوژیک موجود، ارزشهای زیبایی‌شناختی موجود و ... بودند. سپس جهت لایه‌بندی و پهنه‌بندی منظر پس از تبیین مدل مفهومی و برپایه آن، عوامل شکل‌دهنده

منظر با استفاده از تحلیل همپوشانی وزنی AHP ارزشگذاری و در ArcGIS Pro به منظور تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی همپوشانی شدند. در شکل هفت تعدادی از لایه‌های مطالعاتی و بخشی از خروجی‌های منتج از روی هم گذاری لایه‌های مطالعاتی ارائه شده‌اند (شکل ۷). تجزیه و تحلیل یکپارچه حاصل، منجر به شناسایی و تعیین محدوده پهنه‌های منظر و تدوین راهکارهای برنامه‌ریزی و طراحی بخشهای مختلف مجموعه گردید. اصول کلی اعمال شده شامل موارد زیر بودند:

- حذف سازه‌ها و ابنیه جدید فاقد ارزش معماری و حفظ میراث معماری و صنعتی (مطابق با منشور بین‌المللی نیژنی تاگیل)
- پاکسازی محوطه برپایه اصول پاکسازی اکولوژیکی، فیزیکی و بیولوژیکی
- احیای ارتباطات اکولوژیکی در میان اجزای سایت
- تسهیل دسترسی جامعه ساکن پیرامون
- برنامه‌ریزی فرهنگی اجتماعی در قالب سایت موزه پسا صنعتی



شکل ۷. پهنه‌بندی منظر و ارائه راهکارهای توسعه حفاظتی منظر

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تفسیر یافته‌های آلودگی

میزان آلودگی در کارخانه روغن نباتی پارس نشان‌دهنده یک خطر محیط زیستی قابل توجه است که نیاز به اصلاح جامع قبل از هرگونه استفاده عمومی دارد. غلظت فلزات سنگین با غلظت‌های گزارش شده در سایت‌های آلوده مشابه قابل مقایسه است و خطرات بالقوه‌ای را برای سلامتی از طریق تماس مستقیم، استنشاق گرد و غبار و مهاجرت آب‌های زیرزمینی و انتقال آلودگی‌های موجود در خاک و آب ایجاد می‌کند. آلودگی ترکیبی - فلزات سنگین، هیدروکربن و قلیایی شدن، به جای اصلاح تکراری، رویکردهای تصفیه یکپارچه را ضروری می‌سازد. آلودگی آب‌های زیرزمینی نشان می‌دهد که مهاجرت آلاینده‌ها علیرغم عدم فعالیت کارخانه ادامه دارد، که با یافته‌های سایر سایت‌های پسا صنعتی مطابقت دارد. این امر فوریت مداخله برای جلوگیری از تخریب بیشتر محیط زیست را تقویت می‌کند. بدیهی است تخریب کارخانه و تغییر کاربری اراضی آن راه حل جامعی برای پاکسازی محیط زیستی و احیا اراضی وسیع آن نمی‌باشد.

۳-۲- اهمیت میراث و اولویت‌های حفاظت

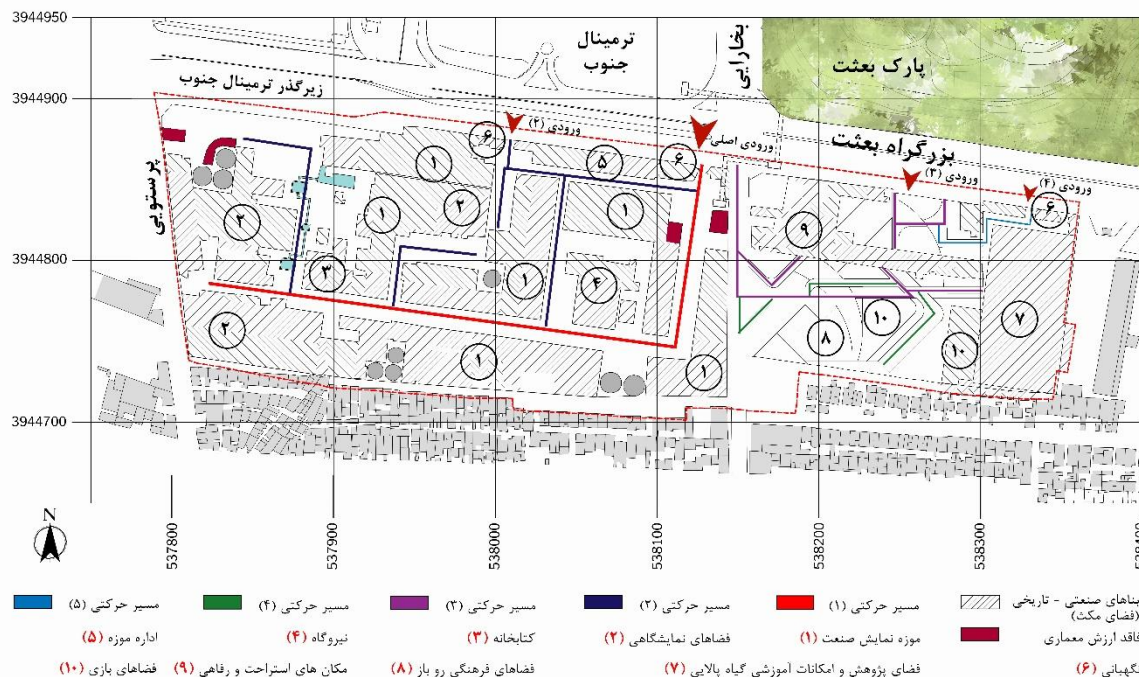
اهمیت کارخانه روغن نباتی پارس فراتر از ساختارهای فیزیکی آن است و بافت اجتماعی و حافظه جمعی جامعه محلی را در بر می‌گیرد. تخریب سازه‌های میراثی این کارخانه که در دستور کار مدیران و مسئولان شهری قرار گرفته است ناکافی بودن آگاهی از ارزشهای اراضی قهوه ای شهری در تبدیل به فضاهای باز و عمومی و سایت موزه های آموزشی-میراثی را آشکار می کند. لذا استراتژی‌های استفاده مجدد تطبیقی و پیشگیرانه برای حفاظت از میراث صنعتی ضروری هستند.

۳-۳- مشارکت‌های روش‌شناختی

این تحقیق نشان می‌دهد که ارزیابی یکپارچه محیطی، مستندسازی میراث و تحلیل مکانی، می‌تواند یک چارچوب روش‌شناختی قابل تکرار برای طراحی سایت موزه‌های پسا صنعتی باشد. رویکرد لایه‌بندی منظر امکان شناسایی سیستماتیک فرصت‌ها و محدودیت‌های طراحی را در محدوده‌های مختلف فراهم می‌کند. این رویکرد در تضاد با رویکردهایی است که اصلاح و حفاظت از میراث را به عنوان فرآیندی جداگانه از شناسایی آلودگیها و ارائه راهکارهای پاکسازی در نظر می‌گیرند.

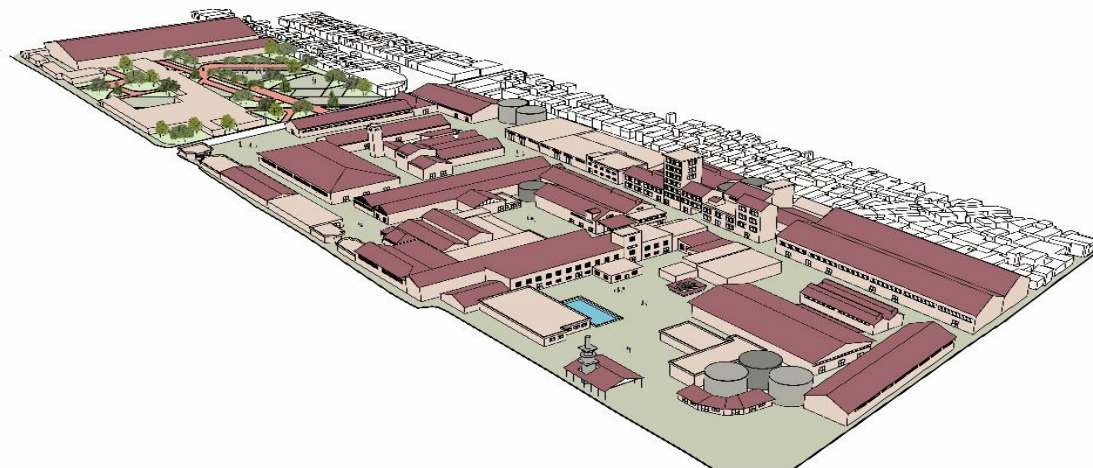
۳-۴- طراحی سایت موزه پسا صنعتی

در این پژوهش اصول طراحی منظر پسا صنعتی و چارچوب‌های نظری مورد مطالعه برای تعریف روش طراحی و طرح سایت موزه به کار گرفته شدند. در نهایت، طرح راهبردی مجموعه با توجه به ویژگی‌های ساختاری هر پهنه منظر تدوین شد. طبق این طرح، فضاهای جدیدی که بدون توجه به سبک معماری گذشته سایت به ساختمان‌های مجموعه الحاق شده و به اصالت آن آسیب رسانده‌اند، حذف خواهند شد. مراحل بعدی شامل حذف آلاینده‌ها از محیط، احیا منظر صنعتی و ایجاد ارتباط اکولوژیک بین بخشهای مختلف آن است. راهکارهای طرح برای بخشهای مختلف منظر کارخانه بهره‌گیری از احساسات چندگانه مانند بو است. ایستگاه بویایی با رایحه‌های ایمن و شبیه‌سازی شده دانه‌های روغنی تفت داده شده، هگزان و صابون استاک در نقاط مختلف تعبیه شده است. مسیر بازدیدکنندگان دقیقاً مطابق بر فرایند تولید تا بسته‌بندی کارخانه است. عبور از مسیر دانه‌های روغنی شامل قیف‌های ورودی، پرس‌های غول‌پیکر، تانک‌های عظیم تصفیه آغاز و در انتها به خط بسته‌بندی قدیمی می‌رسد. اقدامات پیشنهادی در کل مسیر و محوطه شامل رفع آلودگی، حذف الحاقات ناسازگار به ساختمان تولید، حفاظت از تجهیزات، طراحی مسیر بازدید، بازسازی مسیر کارکنان، تبدیل انبار به فضاهای نمایشگاهی و کتابخانه، تبدیل سالن پرس و تصفیه به موزه، مرمت نماد کارخانه، پاکسازی و تبدیل انبار فنی به امکانات آموزش گیاه پالایی، پاکسازی و احیای استخر برای زیباسازی، احیای پوشش گیاهی و طراحی حیاط داخلی برای گردهمایی‌های اجتماعی، تبدیل ساختمان اداری به اداره موزه، طراحی و استقرار مکانهای استراحت و زمین بازی کودکان در طول مسیر بازدید از کارخانه، طراحی فضاهای فرهنگی روباز برای تئاتر/کنسرت، احیای پوشش گیاهی برای اتصال اکولوژیکی در بخشهای پیرامون واحدهای تعمیراتی و مخازن، تخریب کامل و پاکسازی حوضچه فاضلاب و لجن، پاکسازی کل سازه‌های فلزی و پوشاندن آنها با پوشش‌های مات یا شفاف مخصوص حفاظت از آثار آهنی به عنوان نماد صنعتی، حذف سیلوهای انبار خاک رنگبر، نصب کفپوش‌های شیشه‌ای روی کانال‌های قدیمی انتقال روغن و گودال‌های تعمیراتی برای بازدیدکننده می‌باشد (شکل ۸).



شکل ۸. طرح راهبردی مجموعه کارخانه روغن نباتی پارس (مقیاس ۱/۱۰۰۰)

روش‌های پیشنهادی برای پاکسازی محدوده‌های آلوده شامل گیاه‌پالایی (گونه‌های منتخب: صنوبر، بید، کلزا و سورگوم دورنگ بر اساس آزمایش‌های میدانی قبلی برای جذب فلزات سنگین در اقلیم‌های مشابه)، زیست‌پالایی (تجزیه میکروبی آلاینده‌های آلی با استفاده از سویه‌های سودوموناس و باسیلوس) و تثبیت/جامدسازی آلاینده‌ها می‌شود. به این ترتیب طرح پیشنهادی داده‌های محیطی و میراثی را به استراتژی‌های مکانی قابل اجرا تبدیل می‌کند. نوآوری‌های کلیدی عبارتند از ادغام گیاه پالایی با سایر گیاهان به عنوان عناصر طراحی فعال به جای روش‌های غیرفعال، حفظ تجهیزات صنعتی به عنوان نمایشگاه‌های موزه‌ای در محل، احیای اتصال اکولوژیک از طریق استراتژی‌های کاشت لکه‌ای و خطی و ارتقا کیفیت زیستی محدوده با ایجاد فضاهای اجتماعی و فرهنگی که جنبه نوستالژیک و آموزشی دارند (شکل ۹).



شکل ۹. طرح سه بعدی مجموعه کارخانه روغن نباتی پارس

۴- نتیجه‌گیری

تجربیات نشان می‌دهد که تولد دوباره مکان‌های دارای میراث صنعتی تا حد زیادی با ادغام فضایی (به ویژه وحدت رابطه بین مکان میراث، محیط زیست پیرامون آن و ساختار اکولوژیکی) همراه با مرمت و توسعه مجدد منظر مرتبط است. تحلیل‌های پژوهش حاضر نمایانگر سطح وسیعی از آلودگی‌های محیطی حاصل از تولیدات گذشته کارخانه، نشت سوخت مخازن، ماشین‌آلات فرسوده، بخش‌های تعمیرات در محوطه و فرایند تولید محصول، زباله‌های شهری و نخاله‌های ساختمانی و ساختمان‌های نیمه‌مخروبه و بدون ارزش معماری می‌باشد. در کنار این آلودگی‌های محیطی، تجهیزات صنعتی ارزشمندی از صنعت قدیمی تولید روغن نباتی در کنار ساختمان‌هایی با معماری ویژه دوران پهلوی و محوطه‌های وسیعی از درختان بزرگ و تنومند وجود دارد که بر اهمیت حفاظت جامع محیطی از سایت فرصت فوق‌تاکید می‌کند. روند پژوهش انجام گرفته در راستای تداوم گذشته سایت در بستر شهری کنونی است و راهکارهای حفاظتی-توسعه‌ای ارائه شده علاوه بر پاکسازی محیط زیستی سایت، بازیابی فضاهای متروکه، نمایش صنعت روغن، تقویت ساختار اکولوژیک مجموعه، هویت بخشی به منطقه شهری و خلق فضاهایی است که میزان تعاملات اجتماعی-فرهنگی را افزوده و سایت متروکه کارخانه را به بخشی از فضاهای عمومی و سالم شهری تبدیل می‌کند. در طرح ارائه شده، طراحی هماهنگ با مفاهیم اکولوژیک و عملکردی در ایجاد سازماندهی فضایی و تشکیل وحدتی منسجم در ساختار کلی منظر کارخانه متروکه با منظر شهر موثر است. حفاظت از میراث صنعتی و سازه‌های تاریخی در بستر پاک و با کیفیت زیستی، به عنوان فضاهای شهری عمومی، محیطی مناسب برای افزایش تعاملات اجتماعی و سرزندگی جوامع محلی فراهم می‌کند. نوع زنجیره ارزش تصمیم‌گیری (از داده خام تا طرح عینی) این تحقیق یک جریان کار عملیاتی گام‌به‌گام را پیاده‌سازی کرده که در آن نمونه‌برداری شبکه‌ای سیستماتیک، آنالیزهای تخصصی آزمایشگاهی برای فلزات سنگین، هیدروکربن‌های نفتی و ... مستندسازی ابنیه با فتوگرامتری و توتال‌استیشن و پهنه‌بندی با روش همپوشانی وزنی همگی در یک زنجیره علی خطی به یکدیگر متصل شده و خروجی نهایی آن به طرح سایت‌پلان موزه ختم شده است. در این تحقیق فاصله میان «داده‌های خام زیست‌محیطی» و «طراحی منظر» برای اولین بار در یک نمونه کارخانه متروکه در ایران و در صنعت روغن نباتی، به صورت عملیاتی پر شده است. همچنین موضوع خاص آلایندة‌ها در صنعت روغن‌کشی و پیوند آن با طراحی برخلاف اغلب تحقیقات که آلودگی را به صورت کلی فلزات سنگین یا TPH بررسی می‌کنند، این پژوهش آلایندة‌های شاخص و منحصربه‌فرد صنعت روغن نباتی را شناسایی کرده و تأثیر مستقیم آنها را بر طراحی منظر لحاظ نموده است؛ نظیر: خاک رنگ‌بر مصرف‌شده (تونسیل) با خاصیت خودسوزی و نفوذ روغن اکسیدشده، صابون‌استاک اسیدی با خاصیت فیتوتوکسیک (سمیت برای گیاهان)، گاز هگزان باقی‌مانده در مخازن با خطر انفجار، پساب‌های دارای اسیدهای چرب فرار و COD بالا. در این پژوهش ماهیت شیمیایی خاص هر پسماند، مستقیماً بر نوع پاک‌سازی، نوع کاشت گیاهان مقاوم، و حتی محدوده‌بندی دسترسی بازدیدکنندگان در سایت‌موزه تأثیر گذاشته است. همچنین «بازتعریف حفاظت بر اساس تهدیدات فیزیکی - شیمیایی» به جای نگاه صرفاً تاریخی یا کالبدی به میراث صنعتی، یک سلسله‌مراتب ارزش‌گذاری دوگانه را ارائه می‌دهد: از یک‌سو، ارزش میراثی ابنیه بر اساس منشور نیژنی تاگیل و از سوی دیگر، تهدیدات زیستی ناشی از همان ابنیه (مثلاً آرزست در عایق‌های لوله‌های بخار یا نشت مخازن). این دو معیار متضاد در یک مدل تصمیم‌گیری مکانی (AHP) همپوشانی شده و به این نتیجه عملیاتی رسیده که برخی ابنیه با ارزش، اگر در محدوده آلودگی غیرقابل پاک‌سازی قرار دارند، باید به طور کامل ایزوله شوند و برخی ابنیه بی‌ارزش که در پهنه پاک قرار دارند، می‌توانند بازطراحی و تغییر کاربری گردند. این رویکرد «حفاظت مشروط به سلامت محیط» است که بسیار بدیع و فراتر از حفاظت صرف موزه‌ای است و قابل تعمیم به سایر کارخانه‌های متروکه می‌باشد. ارتباط سه‌لایه آب، خاک و هوا در سایتهای پسا صنعتی قابل چشم‌پوشی نیست. این تحقیق با رصد رشته قنات‌های فعال در زیر سایت، نشان می‌دهد که روان‌آب‌های ناشی از بارش روی سطوح آلوده، مستقیماً COD بالایی تولید کرده و آب زیرزمینی را تهدید می‌کند. از این جهت، طراحی زهکشی و مدیریت سیلاب‌های سطحی خاص هر سایت

مشابه ضروری است. به عبارتی در اغلب سایت‌های مشابه آب به عنوان «واسطه انتقال آلودگی» وارد منطق طراحی منظر می‌شود، نه صرفاً به عنوان یک لایه محیط‌زیستی مستقل. نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد طراحی سایت‌موزه باید به گونه‌ای که خود فرایند «پاک‌سازی» و «مواجهه با آلودگی‌های تاریخی» به عنوان بخشی از روایت موزه (و افزایش آگاهی شهروندان) می‌باشد، نمایش داده شود. این یعنی برخلاف موزه‌های صنعتی که صرفاً ماشین‌آلات و معماری را نمایش می‌دهند، طراحی سایت موزه پاسا صنعت به دنبال نمایش «یک زخم محیطی» و نحوه التیام آن به عنوان محتوای فرهنگی-آموزشی است؛ و آن را از یک پروژه طراحی صرف، به یک پروژه «آموزش زیست محیطی مبتنی بر مکان» ارتقا می‌دهد. چنین روشی «عملیاتی‌سازی یک زنجیره تصمیم‌گیری چندوجهی» است که در آن همه عوامل سازنده منظر به صورت «علی-معلولی» به یک طرح سایت پلان متناسب با سایت ختم می‌شود و رویکرد این پژوهش در انجام همزمان مرمت اکولوژیک و بازسازی ساختار اکولوژیک محیط و منظر (آب، هوا، خاک) همراه با طراحی مبتنی بر هنر برای حفظ سازه‌های صنعتی متروکه می‌تواند مسیر تازه‌ای پیرامون دگرگونی کارخانه‌های متروکه بگشاید.

منابع

- Anyanwu E.D., M.C. Dike and O.G. Onyele (2019). "Quality assessment of vegetable oil effluent discharged into a southeastern nigeria river. " *African Journal of Environment and Natural Science Research* 2(1): 1-11.
- Bahrami B. and P. Jafari (2020). "Paper recycling, directions to sustainable landscape. " *Int J Environ Sci Technol* 17: 371–382. <https://doi.org/10.1007/s13762-019-02354-y>
- Bahrami B., F. Agha Ebrahimi Samani and K. Akhbari (2026). "Post-Industrial Site-museum Design: A Discourse Between Industry and the Environment." *International Journal of Environmental Research* 20 (258). <https://doi.org/10.1007/s41742-026-01214-1>
- Bahrami B., F. Agha Ebrahimi Samani and S. Nasirzadeh (2026). " Regeneration of Polluted Urban Landscape Through Post-industrial Site Museum Design." *Pollution* 12 (2). 10.22059/poll.2026.411605.3303
- Edelblutte, S. (2006). "Industrial Landscapes Between Originality and Banality." In: TICCIH 2006. XIII International Congress (Terni / Roma 14 -18 September 2006). ([http://www.ticcihcongress2006.net/paper/Paper%20B/Edelblutte Text.pdf](http://www.ticcihcongress2006.net/paper/Paper%20B/Edelblutte%20Text.pdf) - accessed 01 October 2007, 01:53)
- Hazrat Q., E. Khan, and E. Ikram Ilahi (2019). "Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. " *Journal of chemistry* 4: 1-14. <https://doi.org/10.1155/2019/6730305>
- Humphris, I. and W. Rauws (2021). "Edgelands of practice: post-industrial landscapes and the conditions of informal spatial appropriation. " *Landscape Research* 46 (5): 589-604. doi: 10.1080/01426397.2020.1850663.
- Khattabi R.S., A. Aguelmous, E.I. Fels, M. Hafidi and S. Souabi (2020). "Effectiveness assessment of olive mill wastewater treatment by combined process: Natural flotation and anaerobic/aerobic Biodegradation. " *Water and Environment Journal* 35(3): 986-997. <https://doi.org/10.1111/wej.12689>
- Kolejka, J., M. Klimanek, S. Martinat and A. Ruda, (2013). "Delineation of post-industrial landscapes of the Upper Silesian corridor in the Basin of Ostrava. " *Environmental & Socio-economic Studies* 1(3): 21-34. doi: 10.1515/environ-2015-0016.
- Li, M. (2022). "Landscape Regeneration of Urban Industrial Heritage Sites Towards the Human Factors Perspective: Perception and Assessment. " *Landscape Architecture and Regional Planning* 7(1):1-7. doi: 10.11648/j.larp.20220701.11
- Loures, C., R. Luis Meireles, J. Frederico Rato Nunes and A. Loures (2017). "Post-Industrial Landscapes: are they threats or opportunities? " *International Journal of Environmental Science* 2: 295-301.
- Loures, L. (2008). "Post-Industrial Landscapes: dereliction or heritage? " 1st WSEAS (Paper presented at the 124th. International Conference on Landscape Architecture Annual Meeting of the American Public Health Association, New York), 23-28.

- Loures, L. and J. Burley (2012). "Post-Industrial Land Transformation – An Approach to Sociocultural Aspects as Catalysts for Urban Redevelopment. " *Advances in Spatial Planning* 223-246.
- Loures, L. and T. Panagopoulos (2007). "Recovering Derelict Industrial Landscapes in Portugal: Past Interventions and Future Perspectives. " *Proceedings of the Int. Conf. on Energy, Environment, Ecosystems & Sustainable Development*, July 24-26, 2007 Agios Nicolaos, Crete, Greece, 116-121.
- Merwin, L., L. Umek and E.A. Alison (2022). "Urban post-industrial landscapes have unrealized ecological potential. " *Restoration Ecology* 1 (8): 1-5. doi: 10.1111/rec.13643
- Nikolić, M., B. Drobniak and I. Kuletin Culafić (2020). "The Possibilities of Preservation, Regeneration and Presentation of Industrial Heritage: The Case of Old Mint "A.D." on Belgrade Riverfront. " *Sustainability*.
- Qu, J., G.e. Xiuli and J.i. Chang (2020). "Digital Forms of Post-Industrial Landscape in the Context of All-for-One Tourism. " *Advances in Economics, Business and Management Research*: 133, 72-76.
- Radziszewska-Zielina E., D. Adamkiewicz, B. Szewczyk and O. Kania (2022). "Decision-Making Support for Housing Projects in Post-Industrial Areas. " *MDPI* 14:1-26. doi: 10.3390/su14063573
- Rong, L. (2013). "The Spirit of the Site: The Core Value of China's Urban Industrial Heritage Conservation. " *Southeast Cult* 29: 17–22.
- Subin, X., A. Nobuo, Z. Song, L. Boying, C. Jiang, W. Lin, L. Jianchang, Z. Yan, G. Yongkang and Z. Lan (2022). "Turning "the Rusty" into "Beauty" The New Ideas and New Development of the Preservation and Reuse Trend of Industrial Heritage. " *China Cult, Herit* 19: 4–18.
- Wójcik, M., P. Tobiasz-Lis and K. Dmochowska-Dudek (2018). "Uneven Development of a Post-Industrial City as Exemplified by Łódź (Poland). " *Annals of the Austrian Geographical Society* 160: 91-114. doi: 10.1553/moegg160s91
- بلالی، م. (۱۳۹۵). "طراحی منظر فراصنعتی نمونه موردی کارخانه روغن نباتی پارس قو." دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
- توکلی، آ. عنایت پور، م. (۱۴۰۴). "ارزیابی تاثیر فعالیت کارخانه آسفالت عمران و تولیدی خاصه بر کیفیت هوای منطقه- مطالعه موردی استان زنجان." فصلنامه مطالعات علوم محیط زیست، دوره ۱۰، شماره ۴. ۱۰.۲۲۰۳۴.۴. jess.2025.552940.2414/۱۰.۲۲۰۳۴.۴
- مشایخی، پ. شریفی، ح. (۱۴۰۱). "ارزیابی چندین روش هضم در استخراج عناصر سنگین از منابع آلی مختلف." نشریه علوم محیطی نوین، دوره ۲۰، شماره ۳. ۱۰.۲۲۰۳۴.۴. http://dorl.net/dor/20.1001.1.17351324.1401.20.3.3.6