

Research Article

**Analysis of the Development of the Petrochemical Industry in Iran and Associated Environmental Effects**

Ali Mokhtari<sup>1</sup> 

Assistant Professor, Department of Political Science, Yasouj University, Yasouj, Iran.

Bahman Ramavandi 

Professor, Department of Environmental Health, Bushehr University of Medical Science, Bushehr, Iran.

Received: 2025/03/17 Accepted: 2025/06/08

<https://doi.org/10.22034/jis.2025.2056170.1027> 

**Extended Abstract**

**Introduction:** The Iranian petrochemical industry was established in 1963 and has since expanded significantly. The formation of over 57 petrochemical complexes with a production capacity of 70 million tons annually has placed Iran among the main petrochemical hubs in the region. This industry in Iran is the second source of foreign exchange after oil and has a substantial impact on the country's economic development. However, there are many uncertainties regarding the reasons for the expansion of this industry and its environmental consequences. This research aims to explain the reasons for the development of this industry in Iran over the past decades, and assess its environmental consequences on the Asaluyeh region and the Persian Gulf.

**Method:** This research consists of two separate parts. In the first part, which explains the development of the petrochemical industry, the documentary method and review of library resources were employed. In the second part, which analyzes the environmental consequences of petrochemical industries, it also employs available global data, systematic review of related articles, laboratory experiment results, and information provided by petrochemical companies were utilized.

**Findings:** The extensive development of the petrochemical industry in Iran can be understood within the context of the global division of labor and the referral of crisis-causing industries to the "periphery". This means that the transfer of this industry from the "center" to the "quasi-periphery" has been due to the uneconomical nature and crisis-causing nature of this industry in environmental terms. The development of the petrochemical industry in the Asaluyeh region has had significant environmental consequences. High fuel consumption and emissions of greenhouse gases such as CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> on the one hand, and the production of hazardous pollutants such as nitrogen and sulfur oxides, volatile organic compounds, and suspended particles, on the other hand, have severely affected the air quality and local community health.


**Conclusion:** The findings suggest that explaining Iran's petrochemical industry development solely through "domestic advantage" theories is incomplete; it is highly dependent on the mechanisms of the global division of labor and the relocation of crisis-causing industries. Therefore, while the development of the petrochemical industry has positive aspects, it also includes negative aspects, especially in the field of the environment. Accordingly, to address the health and environmental issues of the Asaluyeh region, the following suggestions are presented: improving industrial infrastructure, enhancing monitoring and pollutants management, increasing public awareness and social responsibilities, creating green belts and buffer zones, and finally, developing forward-looking research.

**Keywords:** Petrochemical industry, Environment, Sustainable development, Global division of labor, Iran


**Citation:** Mokhtari, A. & Ramavandi, B. (2025). Analysis of the Development of the Petrochemical Industry in Iran and Associated Environmental Effects. *Journal of Industrial Sociology*, 1(2), 59-80.

## مقاله پژوهشی

# تحلیل توسعه صنعت پتروشیمی و پیامدهای زیست محیطی آن در ایران

علی مختاری<sup>۱</sup> 

استادیار، گروه علوم سیاسی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

بهمن رماندی 

استاد، گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۸

<https://doi.org/10.22034/jis.2025.2056170.1027> 

## چکیده مبسوط

**مقدمه:** صنعت پتروشیمی ایران در سال ۱۳۴۲ پایه گذاری شد و از آن پس به طور گسترده، توسعه یافت. تأسیس بیش از ۵۷ مجتمع پتروشیمی با ظرفیت تولید ۷۰ میلیون تن در سال، باعث شده است ایران به یکی از قطب‌های اصلی پتروشیمی در منطقه تبدیل گردد. این صنعت، دومین منبع درآمدهای ارزی کشور پس از نفت است و بر توسعه اقتصادی کشور اثرات قابل توجهی دارد. با این حال، در مورد دلایل گسترش صنعت پتروشیمی و آثار زیست محیطی آن ابهامات زیادی وجود دارد. هدف این پژوهش، این است که دلایل توسعه این صنعت را در ایران طی دهه های گذشته تشریح و نشان دهد، توسعه این صنعت، چه تهدیدهایی برای محیط زیست منطقه عسلویه و خلیج فارس داشته است؟

**روش:** این پژوهش از دو بخش مجزا تشکیل شده است. در بخش اول که به تبیین توسعه صنعت پتروشیمی می‌پردازد، از روش اسنادی و تحلیل منابع کتابخانه‌ای استفاده می‌کند. در بخش دوم که به تحلیل پیامدهای زیست‌محیطی صنایع پتروشیمی می‌پردازد، علاوه بر روش اسنادی، از داده‌های موجود جهانی، مرور نظام‌مند مقالات مرتبط، نتایج حاصل از آزمایش‌های آزمایشگاهی، و اطلاعات ارائه شده توسط شرکت‌های پتروشیمی نیز استفاده کرده است.

**یافته‌ها:** در این پژوهش، توسعه گسترده صنعت پتروشیمی در ایران، در قالب تقسیم کار جهانی و ارجاع صنایع بحران‌زا به «پیرامون» معنا شده است. بدین معنی که انتقال صنعت پتروشیمی از «مرکز» به «شبه پیرامون» به دلیل غیراقتصادی بودن و بحران‌زا بودن این صنعت در حوزه محیط زیست بوده است. چنانکه، توسعه صنعت پتروشیمی در منطقه عسلویه، پیامدهای زیست‌محیطی قابل توجهی به همراه داشته است. مصرف سوخت بالا و انتشار گازهای گلخانه‌ای نظیر  $CO_2$  و  $CH_4$  از یکسو و تولید آلاینده‌های خطرناک مانند اکسیدهای نیتروژن و سولفور، ترکیبات آلی فرار و ذرات معلق، از سوی دیگر، باعث شده کیفیت هوا و سلامت اجتماعات محلی به شدت تحت تأثیر قرار گیرد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج پژوهش نشان می‌دهد، تبیین توسعه صنعت پتروشیمی در ایران صرفاً با نظریه‌های «مزیت داخلی» ناقص است و تحلیل کامل توسعه این صنعت، وابسته به سازوکارهای تقسیم کار جهانی و انتقال صنایع بحران‌زا است. از این رو، توسعه صنعت پتروشیمی علاوه بر دارا بودن سویه‌های مثبت، دربردارنده سویه‌های منفی و بحران‌زا به ویژه، در حوزه محیط زیست است. براین اساس، برای رفع مشکلات بهداشتی و محیطی منطقه عسلویه، پیشنهادهایی ارائه می‌شود: بهبود زیرساخت‌های صنعتی، افزایش پایش و مدیریت آلاینده‌ها، افزایش آگاهی عمومی و مسئولیت‌های اجتماعی، ایجاد کمربندهای سبز و مناطق حائل، و بالاخره، توسعه تحقیقات آینده‌نگرانه.

**کلیدواژه‌ها:** صنعت پتروشیمی، محیط زیست، توسعه پایدار، تقسیم کار جهانی، ایران.

**ارجاع:** مختاری، علی، رماندی، بهمن. (۱۴۰۴). تحلیل توسعه صنعت پتروشیمی و پیامدهای زیست محیطی آن در ایران. *مجله جامعه‌شناسی صنعتی*، ۲(۱)، ۵۹-۸۰.

۱. ایمیل نویسنده مسوول: A.mokhtari@yu.ac.ir

نفت، دومین منبع درآمد ارزی کشور است و تأثیرات شگرفی بر توسعه اقتصادی کشور دارد (دنیای اقتصاد، ۱۴۰۳). این صنعت همچنین موجب اشتغالزایی قابل توجهی در کشور شده است. طبق آمار شرکت ملی صنایع پتروشیمی، بیش از ۱۰۰ هزار نفر به صورت مستقیم در مجتمع‌های پتروشیمی ایران مشغول به کار هستند و صدها هزار نفر نیز به طور غیرمستقیم در صنایع پایین‌دستی وابسته به پتروشیمی مشغول می‌باشند (خبرگزاری ایسنا، ۱۴۰۳). علاوه بر همه این مزایای ذکر شده، محصولات تولیدی این صنعت، مواد اولیه بخش‌های زیادی از اقتصاد ایران را فراهم می‌کند و از این منظر برای اقتصاد ایران حائز اهمیت است (مرشدی و دیگران، ۱۳۹۹). این محصولات پتروشیمی (عمدتاً پلی‌الفین و متانول) که بیش از یک سوم صادرات غیرنفتی کشور را تشکیل می‌دهند به طور کلی شامل موادی مانند «اتیلن»، «پروپیلن»، «بنزن»، «بوتادین»، «زایلن‌ها»، «پلی اتیلن سنگین و سبک»، «پلی اتیلن»، «پلی پروپیلن»، «پلی وینیل کلراید»، «پلی استایرن»، «پلی اتیلن ترفتالات»، «متانول»، «آمونیاک» و «اوره» هستند (شاهمرادی و همکاران، ۱۴۰۰). در کنار این فرصت‌ها، این صنعت با چالش‌هایی نیز مواجه است. یکی از این چالش‌ها، وابستگی به فناوری‌های خارجی است. چنانکه، بسیاری از مجتمع‌های پتروشیمی برای بهره‌برداری از طرح‌های توسعه‌ای، نیازمند تکنولوژی‌های مدرن هستند که هنوز در داخل به‌طور کامل بومی نشده‌اند. برآورد می‌شود حدود ۷۰٪ از تجهیزات مورد استفاده در «صنعت پتروشیمی»، از خارج تأمین می‌شود. از سوی دیگر تحریم‌های اقتصادی بین‌المللی نیز بر این صنعت به شدت تأثیر داشته است. در سال‌های اخیر، محدودیت‌های صادراتی و دسترسی به مواد اولیه، هزینه‌های تولید را افزایش داده و توان رقابت در بازار

«صنعت پتروشیمی» به دلیل فراهم‌آوردن مواد لازم برای گستره‌ای از محصولات که در زندگی روزمره استفاده می‌شوند، یک بخش اساسی از دنیای نوین به حساب می‌آید. پلاستیک، منسوجات، حمل و نقل، کشاورزی، داروسازی، لوازم آرایشی، مواد شوینده، رنگ‌ها و... پیوند بسیار نزدیک و پیچیده‌ای با «صنعت پتروشیمی» دارند (لونشتاین، ۲۰۲۳). «صنعت پتروشیمی» در ایران در سال ۱۳۴۲ با افتتاح مجتمع پتروشیمی مرودشت، در استان فارس، آغاز شد. این مجتمع نخستین واحد تولید «کود شیمیایی» در کشور بود و تولید سالانه آن به ۵۰ هزار تن می‌رسید. در دهه ۱۳۵۰، با تأسیس شرکت ملی صنایع پتروشیمی و اجرای طرح‌های توسعه‌ای، ظرفیت تولید کشور به‌طور چشمگیری افزایش یافت که عمده‌تاً در زمینه کودهای شیمیایی و مواد اولیه پلاستیک بود. در سال‌های پس از پیروزی انقلاب اسلامی و جنگ تحمیلی، «صنعت پتروشیمی» برای بازسازی زیرساخت‌ها و توسعه ظرفیت‌های خود، سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌ای انجام داد (خبرگزاری ایسنا، ۱۴۰۳). در دهه ۱۳۷۰، با بهره‌برداری از مجتمع‌های «پتروشیمی اراک» و «بندر امام خمینی»، و در دهه ۱۳۸۰ با طرح‌های توسعه‌ای «عسلویه»، خیز بلندی در صادرات محصولات پتروشیمی برداشته شد. حسب مستندات، ایران با دارا بودن بیش از ۳۰ محصول پتروشیمی، ۵۷ مجتمع و ظرفیت تولید بیش از ۷۰ میلیون تن در سال، یکی از بزرگترین تولیدکنندگان پتروشیمی در منطقه است (شرکت پتروشیمی ایران، ۲۰۲۲) و برآورد می‌شود بزودی ظرفیت تولید ایران به ۱۳۰ میلیون تن برسد. «صنعت پتروشیمی» ایران با صادرات محصولات به بیش از ۶۰ کشور جهان، سالانه ۱۵ میلیارد دلار درآمد کسب می‌کند که پس از

نمونه پژوهش‌هایی است که تأکید دارد که با توجه به پتانسیل کشور در تولید محصولات شیمیایی و پتروشیمی، به این بخش از اقتصاد ایران توجه ویژه شده است. ایران با در اختیار داشتن بیش از ۳۳ تریلیون متر مکعب ذخایر متعارف گاز طبیعی و ۱۵۷ میلیارد بشکه ذخایر قابل برداشت نفت خام، از پتانسیل و مزیت نسبی مناسبی برای توسعه صنعت پتروشیمی با هدف تکمیل رنجیره ارزش نفت و گاز برخوردار است. از نظر این پژوهشگران چنین پتانسیلی سبب شد که در اسناد بالادستی کشور از جمله سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی یکی از راه‌های جلوگیری از ضربه‌پذیری اقتصاد از درآمدهای نفت و گاز، افزایش صادرات محصولات شیمیایی ذکر شود. در همین چارچوب، دژپسند و سالاری (۱۳۸۶) در پژوهشی با عنوان «مزیت نسبی در صنعت پتروشیمی ایران» به بررسی مزیت نسبی محصولات منتخب پتروشیمی در دوره ۱۳۸۴-۱۳۷۴ پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند، در بخش صادرات غیرنفتی، ایران در تمام دوره مورد بررسی از مزیت نسبی برخوردار بوده است و ۲۰ محصول اصلی پتروشیمی ایران دارای مزیت نسبی هستند.

این پژوهش فرایند رشد و توسعه سریع «صنعت پتروشیمی» را در چارچوبی فراتر از امر درونی، و پیچیده‌تر از عوامل داخلی بررسی می‌کند. مدلی نظری که در قالب یک تقسیم کار جهانی و مزیت‌های طبیعی کشور قابل جمع بندی است.

### چارچوب نظری

در تبیین رشد و توسعه «صنعت پتروشیمی» می‌توان به مبانی نظری مختلفی مراجعه کرد. از جمله نظریه‌های رایج در این زمینه، نظریه‌های «مزیت محور» است. نظریه «مزیت

جهانی را کاهش داده است. به علاوه، «صنعت پتروشیمی» ایران به شدت به ارتقای بهره‌وری نیازمند است (شیرازی و آلبا، ۱۴۰۳؛ احمدی و همکاران، ۱۴۰۳؛ ایسنا، ۱۴۰۳). در مجموع، هرچند این صنعت به رشد اقتصادی کشور کمک می‌کند، منبع مهم تأمین ارز است و فرصت‌های اشتغال‌زایی فراوانی را پدید آورده است؛ اما مناطق میزبان خود را با چالش بزرگی مواجه ساخته است. شواهد نشان می‌دهد، گسترش سریع، بی‌رویه و قارچ‌گونه این صنعت در منطقه «عسلویه» و مجاورت خلیج فارس، که به یک قطب بزرگ «صنعت پتروشیمی» تبدیل شده است، شرایط ناگوار و مخربی برای زیست محیط به وجود آورده است به گونه‌ای که حسب گزارش سازمان محیط زیست و توسعه پایدار<sup>۱</sup> (۲۰۲۲) بالغ بر ۶۰٪ آلاینده‌های زیست محیطی در ایران ناشی از «صنعت پتروشیمی» است. این امر باعث شده است، مجتمع‌های پتروشیمی از سوی سازمان محیط زیست، ملزم به اجرای پروژه‌های مدیریت آلاینده‌گی و تصفیه فاضلاب گردند.

پیدایش و توسعه سرسام آور «صنعت پتروشیمی» طی دوره‌ای کوتاه، این سوال را به ذهن متبادر می‌سازد که چرا «صنعت پتروشیمی» و به طور خاص، در منطقه عسلویه طی دهه گذشته رشد روزافزونی پیدا کرده و این امر با مسئله محیط زیست چه نسبتی داشته است؟ به علاوه، توسعه «صنعت پتروشیمی» برای محیط زیست منطقه «عسلویه» و خلیج فارس چه تهدیدهایی به وجود آورده است؟

### پیشینه پژوهش

عمده پژوهشگران درباره چرایی توسعه «صنعت پتروشیمی» در ایران، در چارچوب نظریه‌های «مزیت محور» بحث کرده اند. برای نمونه، پژوهش میرجلیلی و توسلی (۱۳۹۷) یکی از

پورتر<sup>۷</sup> (۱۹۸۰) از «مزیت رقابتی» صحبت می‌کند و اعتقاد دارد که اقتصادها می‌باید از طریق شناخت وضعیت و ساختار خود و ظرفیت سازی، به خلق مزیت پرداخته و با فراهم آوردن بسترهای سرآمدی جهانی و شرایط کارایی رقابتی، به فعالان اقتصادی اجازه دهند همگام با هدایت دولت، حوزه های جدیدی در تجارت جهانی را به خود اختصاص دهند (مرشدی و دیگران، ۱۳۹۹). چنانکه ملاحظه شد، این دسته نظریه ها راجع به توسعه، بر اصول و مفروضات «لیبرالی» استوار هستند. یکی از این اصول، حاکمیت رقابت در سایه اقتصاد آزاد جهانی است. این مهم، سبب نادیده انگاشتن وضعیت رئالیستی حاکم بر نظام اقتصاد جهانی است. درکی که سبب می‌شود مانند آدام اسمیت از تقسیم کار جهانی یاد شود در حالی که تقسیم کار جهانی در سایه رقابت و مزیت صرف تعیین نمی‌شود، بلکه داشتن مزیت و از دست رفتن آن و قرار گرفتن در نظم تقسیم کار جهانی فارغ از سلسله مراتب قدرت، سیاست و نظام حاکم بر جهان قابل تصور نیست. این دسته از نظریه ها، مانند مکتب «نوسازی»، توسعه و گسترش صنعت در یک کشور را از زاویه درونی می‌نگرند. اینان باور دارند که کشورها می‌توانند توسعه خاص خود را داشته باشند. بنابراین، به «عامل بیرونی» به معنای ساختارها و سازوکارهای بین المللی چندان توجه ندارند و به زبانی دیگر، در تحلیل عقب ماندگی تنها به عوامل ساخت درونی می‌اندیشند. برخلاف رویکرد بالا، برخی مبادله نابرابر با «نظام اقتصادی جهانی» را مورد توجه قرار می‌دهند. در این نگاه، انتقال ارزش در بازار جهانی از کشورهای «پیرامونی» به سمت «مرکز» و «انباشت سرمایه» در این ناحیه را علت‌العلل عقب ماندگی کشورهای «پیرامونی» معرفی می‌کنند. از این رو، مسئله توسعه

محور» در توسعه توسط «آدام اسمیت»<sup>۱</sup> بنیاد گذاشته شد. البته، وقتی که نظریات پیشین که سود یکی را در ضرر طرف مقابل می‌دید، منسوخ شدند، آدام اسمیت (۱۳۵۷) اصل تقسیم کار بین المللی و تخصص گرایی نیروی کار با فرض قابلیت جابجایی و تحرک عوامل تولید در قالب تئوری مزیت مطلق را مطرح نمود. بعد از وی، «دیوید ریکاردو»<sup>۲</sup> در قالب نظریه «مزیت نسبی» و «ارزش کار» عنوان کرد که هر کشوری تا آنجا «مزیت نسبی» در تجارت و تولید دارد که هزینه فرصت تولید کالایی برای آن کشور در مقایسه با سایر کشورها کمتر است و یا دارای کمترین عدم مزیت مطلق است (حسینی و نیک نام، ۱۳۹۷). روایتی دیگری را اقتصاددانانی همچون «هکشر»<sup>۳</sup> و «اوهلین»<sup>۴</sup> مطرح کردند که کشورهایی که دارای نیروی کار فراوان و ارزان تر هستند در مقایسه با کشورهایی که نیروی کار کمتر و گران تر دارند در تولید کالاهای کاربر دارای مزیت نسبی خواهند بود، زیرا با هزینه کمتر می‌توانند همان مقدار کالا را تولید نمایند. به این ترتیب، قیمت نسبی عوامل تولید (کار و سرمایه) در ایجاد مزیت نسبی کشورها و رونق تجارت نقش ایفا می‌کند (مرشدی، ۱۳۹۹). پوسنر<sup>۵</sup> (۱۹۶۱) پا را فراتر از عوامل سنتی می‌گذارد و «شکاف فناوری» را عامل اصلی تعیین مزیت می‌داند؛ عامل نوینی که امروزه امری تعیین کننده و البته ناکافی در تعیین مزیت است. در کنار این نظریه ها، کروگمن<sup>۶</sup> (۱۹۸۷) از «مزیت نسبی پویا» بحث می‌کند. وی مدعی است که مزیت، اکتسابی است و همراه با تغییر در موجودی عوامل و فناوری تغییر می‌کند. کارایی در تولید و تخصص و مهارت نیز از جمله عواملی هستند که سبب تغییر در مزیت نسبی می‌شوند. اما در رویکردی مشابه و البته کمی متفاوت و واقع بینانه،

5. Posner  
6. Krugman  
7. Porter

1. Adam Smith  
2. Ricardo  
3. Heckscher  
4. Ohlin

فرایند، به معنای نوعی «تقسیم کار جهانی» است اما در اینکه چگونه این اتفاق می‌افتد، وی معتقد است که در اساس، بازتولید کشورهای پیرامونی به بازار جهانی وابسته است. این بازتولید به روابط مبادلاتی جنسی لازمی متکی است که تولید این کشورها را به تولید کشورهای مرکزی سرمایه وابسته می‌کند. تقسیم کار جهانی در حقیقت چیزی نیست جز ارجاع «کار» از جانب کشورهای مرکزی امپریالیستی به کشورهای پیرامونی (اورس، ۱۳۶۲). بر این اساس، ساخت تولید در پیرامون پا می‌گیرد که ویژگی‌های خاصی دارد: یکی اینکه، اضافه تولید قابل تحقق این کشورها شامل برخی مواد خام معدنی یا کشاورزی است که تقاضا برای آنها در بازار داخلی این کشورها بسیار کم است یا اصلاً وجود ندارد. دوم اینکه، بخش اعظم این مواد باید در بازار جهانی یا در کشورهای صنعتی تحقق یابد تا متقابلاً امکان ورود کالاهایی (مصرفی، تسلیحاتی) به وجود آید که این کشورها به خاطر ساخت تولیدی یک جانبه خود نمی‌توانند آنها را در داخل تولید کنند (اورس، ۱۳۶۲). همچنانکه پیش‌تر گفته شد، مشخصه کشورهای توسعه نیافته یا در حال توسعه، وجود ساخت‌های اقتصادی-اجتماعی گوناگون است. هر چند سرمایه‌داری در این جوامع رخنه پیدا می‌کند اما تنها این شیوه تولید سرمایه‌داری حیات ندارد بلکه اشکال دیگر شیوه‌های تولید در حال تکاپو و زیست هستند. البته، شکل و شیوه تولید آنها یک مسئله تاریخی است. هر کشوری، شیوه‌های سنتی تولید خود را دارد که با ورود شیوه تولید سرمایه‌داری همزیستی تداوم پیدا می‌کند. این همزیستی «صورت بندی‌های مختلف اجتماعی» را نیز تداوم می‌بخشد. ناگفته نماند که از نظر اورس، پیوند بخش مدرن با سرمایه جهانی، مهمترین عامل شکل‌گیری تعدد ساختی در جوامع پیرامونی است. زیرا

یافتگی یا به طور خاص گسترش صنعت پتروشیمی فراتر از نگاه تقلیل‌گرایی داخلی یا خارجی است. از جمله کسانی که این مشکل نظری را به نحوی شایسته مورد توجه قرار داد، «تیلمان اورس»<sup>۱</sup> است. وی در کتاب «ماهیت دولت در جهان سوم» از هر دو نگرش داخلی و خارجی برای پاسخ به مسئله بهره‌جسته و مسئله توسعه را در قالب دو مفهوم «بازتولید وابسته به بازار جهانی» و «تعدد ساختی صورت بندی‌های اجتماعی» صورت‌بندی کرده است. در نظر اورس (۱۳۶۲) سرمایه‌داری از ابتدای پیدایش با یک تمایل دوگانه همراه بوده است. نخست، تولید مجدد در درون شکل‌بندی اجتماعی که در آن ریشه می‌گیرد و دوم، گسترش یافتن و رخنه آن به خارج از شکل‌بندی اجتماعی. گسترش سرمایه‌داری در محیط اول، به صورتی هماهنگ، سعی در یکپارچه کردن بسیاری از اجزاء جامعه دارد. اما در محیط‌های پیرامونی، سرمایه‌داری شیوه‌های تولیدی ماقبل سرمایه‌داری را از بین نمی‌برد، بلکه بر مبنای نیاز کشورهای مرکزی و بر حسب احتیاجات شان، در آنها تغییراتی را به وجود می‌آورد. اورس این عوامل را در نحوه «بازتولید وابسته به بازار جهانی» و دیگری «تعدد صورت‌بندی اجتماعی» توضیح می‌دهد. منظور از «بازتولید وابسته به بازار جهانی»، بیان این واقعیت است که عوامل عمده تولید و بازتولید اقتصادهای پیرامونی، چه از نظر اقتصادی و چه از نظر اجتماعی به طور عمده از طریق بازار جهانی به کشورهای پیرامونی انتقال یافته و از این رو تحت الشعاع منافع ارزش افزایی اقتصادی طبقات حاکم کشورهای مرکزی و تحت کنترل سیاسی این طبقات قرار دارند. همین منافع ارزش افزایی کشورهای مرکزی، محرکی بود که به خاطر آن در ابتدا کشورهای عقب مانده به طور قهرآمیز و یا از طریق حساب شده در نظام سرمایه‌داری ادغام شدند. این

1. Tilman Evers

خدمت روند انباشت در بخش‌های سرمایه‌داری قرار می‌گیرند، گاهی تحت شرایط تاریخی معینی، اصولاً پیدایش و توسعه بخش‌های جدید را ممکن می‌سازند و درست در رابطه با همین نقش اقتصادی خود را توجیه کرده و محتوای اجتماعی امروزی خود را کسب می‌کنند» (اورس، ۱۳۶۲). برای نمونه در مصر و در ابتدای قرن ۲۰ به بعد، تولید پنبه و صدور آن به ارزان‌ترین قیمت ممکن به «مرکز» اساس بازتولید وابسته به بازار جهانی را در این کشور شکل می‌داد. لذا، جهت تحقق چنین فرایندی در داخل مصر، یک طبقه زمین‌دار سنتی با حمایت انگلستان، قدرت سیاسی و اقتصادی را تحت کنترل خود قرار داده بود، و وظیفه اساسی آن استثمار شدید نیروی کار داخلی و انتقال قسمت عمده ی سود حاصله از آن به انگلستان بود (خالقی، ۱۳۸۵).

بنابراین، در نگاه نظری این پژوهش، عوامل عمده تولید و بازتولید اقتصادهای پیرامونی، چه از نظر اقتصادی و چه از نظر اجتماعی به طور عمده از طریق بازار جهانی به کشورهای «پیرامونی» انتقال می‌یابد. این وضعیت تقسیم کار جهانی خاصی را شکل می‌دهد به محض اینکه بنابر دلایلی تولید در یک حوزه، غیر اقتصادی می‌شود مقدمات انتقال آن در قالب یک فرایند جهانی به دیگر کشورهایی که در آن زمینه دارای مزیت هستند، بوجود می‌آید. یعنی هنگامی انتقال صنایع بحران‌زا امکان‌پذیر و اقتصادی می‌شود که در این حوزه، کشور میزبان این چنین صنایعی، دارای مزیت نسبی باشد. در واقع این اتفاق وقتی رخ می‌دهد که کشورهای پیرامونی علاوه بر اینکه از شیوه تولید غالب سرمایه‌داری برخوردارند دارای اشکال و شیوه‌های تولید سنتی هستند. وضعیتی که ناشی از ارتباط بخش مدرن با سرمایه جهانی است و عامل شکل‌گیری تعدد ساختی در جوامع پیرامونی است. زیرا سرمایه جهانی بر

سرمایه جهانی بر مبنای نیاز خود وارد این جوامع شده و با پیوند زدن بخش‌هایی از آن با سیستم جهانی سرمایه‌داری بقیه حوزه‌ها را به صورت سنتی اما در خدمت بخش‌های مدرن حفظ می‌کند. «سمیر امین»<sup>۱</sup> در توضیح این واقعیت معتقد است «ما در مرکز شاهد وجود سرمایه‌داری به مثابه یک شیوه تولید خالص هستیم. در حالی که در پیرامون شاهد یک سرمایه‌داری پیرامونی می‌باشیم، یعنی شکل‌بندی‌ای که تحت سلطه شیوه سرمایه‌داری قرار دارد، ولی در عین حال آمیخته به شیوه‌های تولید گوناگون ماقبل سرمایه‌داری است. شیوه‌های تولیدی که گرایش به نابودی از خود نشان نمی‌دهند» (خالقی، ۱۳۸۵). با این اوصاف، میان مرکز و پیرامون در این باره تفاوت وجود دارد. برخلاف مرکز که دارای نوعی یکپارچگی نسبتاً وسیع اجتماعی است که تقریباً تمامی بافت ملی جامعه را فرا گرفته است، در پیرامون «در کنار کار مزدبری، هنوز اشکال پنهان وابستگی فردی، بقایایی از اقتصاد جمعی ماقبل مستعمراتی و بالاخره بخش وسیعی از جمعیت، یعنی زاغه‌نشینانی وجود دارند که به صورت کارهای موسمی، پست‌ترین کارهای خدماتی را انجام می‌دهند و یا به عنوان دهقانان خودکفا در حصه‌های کوچک کشاورزی به وضع رقت باری تجدید تولید می‌کنند» (اورس، ۱۳۶۲). درباره رابطه بخش‌های سنتی و مدرن در جوامع پیرامونی دو دیدگاه مختلف وجود دارد. برخی، باور دارند که سرمایه‌داری همه دیگر بخش‌های سنتی را نابود می‌کند. در مقابل چنین دیدگاهی و مطابق با رویکرد نظریه پژوهش، برخی، باور دارند که حیات مناسبات سنتی تهدید نمی‌شود بلکه بقای آنها در خدمت روند انباشت در بخش‌های سرمایه‌داری قرار می‌گیرد. «در بسیاری از موارد می‌توان نشان داد که این بخش‌های عقب مانده که از نظر اقتصادی در

1. Samir Amin

مبنای نیاز خود وارد این جوامع شده و با پیوند زدن بخش‌هایی از آن با سیستم جهانی سرمایه‌داری بقیه حوزه‌ها را به صورت سنتی اما در خدمت بخش‌های مدرن حفظ می‌کند. کارگر ارزان، ساخت ساده سرمایه‌داری که بیشتر در قالب تولید مواد خام به سر می‌برد و در نهایت ضعف اجتماعی در حوزه حقوق کار و بویژه حقوق مرتبط با محیط زیست همگی اجزایی از وجوه تعدد ساختی اند که امکان انتقال و برخورداری از مزیت نسبی را برای صنایع بحران زده مهیا می‌سازد.

### روش پژوهش

این پژوهش از نوع اسنادی است. در روش اسنادی، برخلاف روش‌های آزمایشی، پیمایشی، و میدانی که داده‌های مورد نیاز به وسیله محقق با استفاده از فنون مختلف به طور مستقیم گردآوری می‌شوند، داده‌ها از طریق تحلیل «اسناد» به دست می‌آیند. در این پژوهش، در بخش اول که به تبیین توسعه صنعت پتروشیمی می‌پردازد، از روش اسنادی و تحلیل منابع کتابخانه‌ای استفاده گردید. اما در بخش دوم که به تحلیل پیامدهای زیست‌محیطی صنایع پتروشیمی می‌پردازد، علاوه بر روش اسنادی، از داده‌های موجود جهانی، مرور نظام‌مند مقالات مرتبط، نتایج حاصل از آزمایش‌های آزمایشگاهی، و اطلاعات ارائه شده توسط شرکت‌های پتروشیمی، نیز استفاده شده است.

### یافته‌ها

**صنعت پتروشیمی در اقتصاد سرمایه‌داری:** برخی از صنایع مانند صنعت «کشتی سازی»، «فولاد» و «پتروشیمی» در دهه ۱۹۷۰ به دلایل مختلف چون کاهش مصرف، وابستگی بیش از اندازه به نفت و یا پرهزینه بودن و اثرات تخریبی فراوان

بر روی محیط زیست به صنایع «بحران زده» معروف شدند. بر این اساس، بسیاری از کشورهای سرمایه‌داری جهت کاهش اثرات منفی صنایع فوق بر روی خود، تصمیم به انتقال آنها به کشورهای «جهان سوم» گرفتند. از سوی دیگر کشورهایی که راهبرد توسعه صادرات را برگزیده بودند به دلایل مختلف برای جذب این صنایع از خود انگیزه نشان می‌دادند. یکی از مهمترین تصورات آنان این بود که می‌پنداشتند با دریافت این صنایع می‌توانند تولیدات صادراتی خود را افزایش داده و از این طریق توانایی لازم جهت کسب درآمدهای ارزی و غلبه بر مشکلات ناشی از کسری موازنه بازرگانی و بازپراخت بدهی‌های خود را خواهند یافت (خالقی، ۱۳۸۵). از این‌رو، در میزان تقاضای تولیدات شیمیایی، کاهش قابل ملاحظه‌ای در دهه ۱۹۷۰ بوجود آمد. بین سال‌های ۱۹۶۷ تا ۱۹۷۳ مواد ناخالص شیمیایی فقط رشدی معادل ۶ درصد در کشورهای پیشرفته با اقتصاد آزاد داشت. طی دوره سال‌های ۱۹۷۳ تا ۱۹۷۹ این میزان به ۳/۸ درصد رسید. طی سال‌های ۱۹۷۳ تا ۱۹۸۳ میزان مصرف ۳ محصول از ۵ محصول اصلی پلاستیکی در اروپا کاهش یافت (یونیدو، ۱۳۶۵). افزایش قیمت نفت به همراه کاهش مصرف، موجب زیان‌دهی بسیاری از کارخانه‌ها شده بود. به طوری که در اواسط سال ۱۹۸۲، واحدهای تولید پتروشیمی در اروپا ماهیانه ۲۰۰ میلیون دلار زیان پیش‌بینی کرده بودند. در بریتانیا، صنایع شیمیایی «امپریال» ظرفیت‌های پتروشیمی خود را در اواسط ۱۹۸۲ کاهش دادند. برای مثال صنایع شیمیایی «امپریال» تولید پلی اتیلن با غلظت کم خود را کاملاً متوقف کرد. این توقف که بعد از ۵۰ سال تولید اتفاق افتاد باعث بیکار شدن ۱۸۰۰ نفر گردید. دولت فرانسه و آلمان نیز در این زمان با بحران صنایع خود مواجه بودند و برنامه‌هایی برای سازماندهی مجدد صنایع شیمیایی آماده کرده بودند.

اثرات تخریبی صنایع شیمیایی بر محیط زیست از جمله عوامل مهم دیگری بود که انتقال این صنایع از کشورهای «مرکز» را ضرورت بخشید. براساس پژوهشی که توسط اداره فدرال در آمریکا منتشر شده، اگر صنعت شیمیایی بخواهد میزان آلوده سازی آنها را به صفر برساند باید در سال متحمل ۲/۷ میلیارد دلار هزینه شود. این افزایش هزینه میزان سود آنها را تقریباً به نصف آنچه در آن زمان بود، می‌رساند (خالقی، ۱۳۸۵). در این میان، نهادهای بین‌المللی و کشورهای «مرکز» به این راه حل رسیدند که سرمایه‌گذاری در این صنعت بحران‌زده به ویژه به لحاظ زیست محیطی را به کشورهای که در این زمینه دارای مزیت نسبی هستند واگذار کنند و حتی در این راه نیز استانداردهایی تعریف کردند. چنان که در «سمپوزیوم» بین‌المللی صنایع شیمیایی که توسط «سازمان ملل متحد» برای توسعه صنعتی در نوامبر ۱۹۶۷ در «آتن» تشکیل شده بود تأیید شد کشورهای که در جستجوی توسعه صنایع شیمیایی خویش هستند مجبورند در این زمینه از امکانات تمام کشورهای صنعتی شده استفاده نمایند. به‌علاوه بر اساس «سمپوزیوم» پتروشیمی «باکو» در ۱۹۶۹ می‌باید شوریهایی که می‌خواهند برای خود صنایع شیمیایی ایجاد کنند و یا آنرا توسعه دهند بتوانند از این طریق تمام اطلاعاتی که برای تدوین و تهیه پروژه‌های خویش و برای انتخاب روش‌ها مفید هستند، به دست آورند. ولی قبل از هر چیز ضروری دانسته شد که کشورهای صنعتی، آمادگی کافی از لحاظ اقتصادی، مالی، سیاسی، روانی و حتی تشکیلاتی برای کمک به توسعه این صنعت در کشورهای مربوطه داشته باشند (خالقی، ۱۳۸۵). از مصادیق چنین فرایندی این بود که کشورهای پیشرفته مانند آلمان، ایالات متحده، ژاپن و غیره، واحدهای بالادست در حوزه پتروشیمی را به کشورهای در حال توسعه انتقال دادند، زیرا این صنایع، آلودگی و

سرمایه‌بری بالا، و ارزش افزوده کمتری داشته‌اند. صنایع بالادست، انواع مختلفی از آلاینده‌ها مانند «هیدروکربن‌های آروماتیک» چند حلقه‌ای، فلزات سنگین، «بنزن» و مشتقات آن، «سولفور دی‌اکسید»، «نیتروژن دی‌اکسید»، «هیدروژن سولفید»، «کربن منوکسید» و غیره تولید می‌کنند که در غلظت‌های پایین نیز سمی بوده اثرات جبران‌ناپذیری بر زیست‌بوم، محیط زیست و سلامت دارند (قلوژی و همکاران، ۱۴۰۴). چنانکه، وقتی در صنایع فولاد و پتروشیمی ژاپن بحران شکل گرفت، دولت ژاپن با تردستی کلیه صنایع خود را به کره جنوبی منتقل کرد. در واقع، دولت ژاپن نیز مانند هم‌تایان خود با اعطای وام، تکنولوژی موجود در این زمینه را به کشور کره جنوبی واگذار نمود. در این فرایند، دهها کارخانه فولاد و پتروشیمی، کشتی‌سازی ژاپن به کره انتقال یافت. ناگفته نماند قسمت اعظم هزینه ساخت کارخانه فولاد کره با وامی که ژاپن پرداخت، تأمین گردید (وزارت بازرگانی، ۱۳۶۵). البته کشورهای مرکز علاوه بر اینکه می‌خواستند صنایع بحران‌زای خود را بفروشد می‌توانستند با وجود تأمین ارزان قیمت این مواد در کشورهای جهان سوم، معامله کم هزینه و اقتصادی داشته باشند. لازم به یادآوری است که در این واگذاری، مشکل تنها فقدان بازدهی اقتصادی صنعت پتروشیمی نبود بلکه اثرات زیست محیطی این صنعت، در این واگذاری‌ها نقش اساسی داشته است. طبق تحقیقات انجام شده درباره ۱۳ کارخانه مختلط صنعتی-پتروشیمی در ناحیه «اولسان»، ۱۰ نوع مشتقات سمی «کروم» وارد آب این منطقه می‌شده است که در نتیجه آن، ۳۸ هزار اعتراض ثبت شد که معترضان درخواست داشتند تدابیری جهت جلوگیری از آلودگی آب اتخاذ گردد (سونو، ۱۳۷۰). شرایط وخیم زیست محیطی و اجبار به زندگی در آن منطقه، موجب بیماری‌های فراوان مردم این ناحیه گردید. مثلاً در

امکان پذیر است (هانت، ۱۳۵۸). البته، این واگذاری تنها در قالب تولید مواد خام صورت پذیرفته بود. چنانکه «استورک» در این باره می‌نویسد، نهضت سرمایه‌گذاری در کارخانه‌های پتروشیمی در خارج به نحوی خواهد بود که عمدتاً مراحل اولیه تولید در کشورهای در حال توسعه انجام گیرد، برای مثال «اتیلن» و «آمونیاک» تولیدی به کارخانه‌های اروپا و آمریکا صادر خواهد شد (هانت، ۱۳۵۸). واقعیت این است که ایران مانند دیگر کشورهای نفت خیز منطقه، در مدار تقسیم کار جهانی قرار گرفت و بر اساس منابع نفت و گاز فراوان، به سمت تولید محصولات پتروشیمی رفت که تولید آنها مبتنی بر همین مواد است: محصولاتی نظیر «پروپان»، «بوتان»، «بنزن»، «تولوئن» و «متانول» که مشخص نیست که در چارچوب یک نظام بدون یارانه‌ای آیا دارای مزیت هستند یا نه؟ این در حالی است که کشورهای وارد کننده این فراورده‌ها، محصولاتی چون داروهای گران قیمت، سموم دفع آفات گران قیمت و سایر کالاهای پیشرفته را تولید می‌کنند و با چندین برابر قیمت، به کشورهای دیگر از جمله ایران صادر می‌کنند (فهیمی فر، ۱۳۸۴). این روند اجتناب ناپذیر با علاقه سیاستمداران در ایران به سرمایه‌گذاری در صنعت پتروشیمی همراه شد. چنانکه، ارزش صادرات محصولات پتروشیمی از ۲۹ میلیون دلار در سال ۱۳۶۸ به ۸۰۰ میلیون دلار در سال ۱۳۸۰ و ۱/۵ میلیارد دلار در سال ۱۳۸۷ رسیده بود (فهیمی فر، ۱۳۸۴). این روایت از توسعه، اقتصادهای منطقه‌ای را وادار به ایجاد ارزش جدید در بازارهای جهانی از طریق بهره برداری از قدرت‌های درونی خود کرد تا بسیاری از متخصصان از آن به عنوان رقابت پذیری منطقه‌ای یاد کنند (رهبر و میرشجاعیان، ۱۳۸۸). این در حالی است که با هر تعبیری از فرایند جهانی شدن اقتصاد و تقسیم کار جهانی به موضوع نگریسته شود، توسعه صنعت پتروشیمی در ایران

اطراف کارخانه جات «اولسان»، از اوایل ۱۹۷۸ بیش از هزار نفر از ۲۰۰ خانواده از منشأیی ناشناخته، دچار بیماری‌های پوستی و ناراحتی‌های بینایی شده بودند (سونو، ۱۳۷۰). در تحقیق دیگری که وضع رودخانه‌ها را مورد مطالعه قرار داده به این نتیجه دست یافتند که آبهای آلوده این رودخانه‌ها به بیش از ۱۰ میلیون سکنه «سئول» آسیب می‌رساند(خالقی، ۱۳۸۵).

**ایران در منطقه خاورمیانه:** در سطح جهان، کشورهای فعال در تجارت محصولات پتروشیمی به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند: کشورهای دارای ذخایر نفت و گاز طبیعی که بیشتر جزء «اوپک» هستند؛ این کشورها صادرکنندگان اصلی محصولات اولیه همچون «پروپان مایع شده»، «بوتان مایع شده» و «متانول» هستند. کشورهای صنعتی و تازه صنعتی شده جنوب شرقی آسیا صادر کننده مواد فرآوری شده حاصل از اقلام مذکورند. کشورهای تازه صنعتی شده عموماً با سرمایه‌گذاری در صنعت پتروشیمی در پی جایگزین شدن به جای کشورهای صنعتی هستند. به عبارت دیگر، کشورهای صنعتی به تدریج از صف تولیدکنندگان عمده خارج می‌شوند (فهیمی فر، ۱۳۸۴). چنانکه ملاحظه شد، بعد از برنامه ناموفق گسترش صنعت پتروشیمی در کره جنوبی، اغلب کشورهای مرکز، منطقه خاورمیانه را بهترین منطقه تولید مواد شیمیایی یافتند. امروزه، شرکت‌های چند ملیتی پتروشیمی، این بار به رهبری دولت آمریکا در جهت کسب منافع مستقیم در امور مربوط به سوخت، تهیه مواد اولیه و پالایش هستند. در حال حاضر در خاورمیانه مرحله‌ای از برنامه ریزی احداث ۱۵۰ واحد پالایش مایع سازی گاز و پتروشیمی به انجام رسیده است. به گفته یکی از کارشناسان برنامه ریزی در شرکت «داو»، بخشی از رشد صنعت پتروشیمی اروپا بستگی به تغییر مکان به خاورمیانه دارد جایی که دسترسی درازمدت به نفت

چالش‌های زیست محیطی در عسلویه: صنایع پتروشیمی سومین مصرف کننده انرژی در ایران محسوب می‌شود. از اولین «صنعت پتروشیمی» در سال ۱۳۴۲ تا ۱۳۹۰، شرکت ملی صنایع پتروشیمی تلاش نمود ۳۱/۱٪ کل تولید در خاورمیانه و ۳/۹٪ کل محصولات پتروشیمیایی جهان را به خود اختصاص دهد. عمده این محصولات از دو منطقه ویژه اقتصادی «ماهشهر» و «عسلویه» تولید می‌شوند. گرچه هر دو منطقه در حاشیه خلیج فارس قرار دارند ولی منطقه عسلویه به دلیل شرایط «توپوگرافی» و اقلیمی دارای اهمیت فراوانی از دید زیست محیطی و بهداشتی است. شتاب صنعتی شدن و افزایش فعالیت های دریایی در منطقه عسلویه و حضور صنایع بزرگ پتروشیمی را می‌توان عامل ورود طیف وسیعی از آلاینده‌های خطرناک به اتمسفر و منابع آب این منطقه دانست.

**مصرف سوخت و تولید گازهای گلخانه‌ای:** از جمله شاخص های توسعه پایدار در صنایع پتروشیمی انتخاب مناسب منابع (نوع سوخت و خوراک)، مصرف موثر منابع، تولید در راستای توسعه پایدار و ممانعت از انتشار آلاینده است (دایکما<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۳). افزایش مصرف منابع و در نتیجه، انتشار مقادیر زیاد گازهای گلخانه‌ای نظیر CO<sub>2</sub> به اتمسفر از جمله مشکلاتی است که جهان را با مسئله گرمایش مواجه ساخته است. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای پتروشیمی های مستقر در عسلویه با استفاده از فاکتورهای انتشار در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. با توجه به جدول ۱، مشخص است که پتروشیمی های مستقر در عسلویه حدود ۴/۵ میلیون تن در سال ۲۰۰۹ گاز گلخانه‌ای وارد اتمسفر کرده‌اند.

تهدیدات زیست محیطی جدی به همراه دارد. گرچه، این گونه اقدامات به دلیل فراهم بودن عوامل تولیدی فراوان، فناوری وارداتی در دسترس و نیز علاقمندی سرمایه گذاران خارجی در سرمایه‌گذاری این بخش از اقتصاد از سوددهی بالایی برخوردار است، اما اتکاء صرف در حوزه تولید «مواد اولیه» و عدم برنامه برای کار در حوزه فرآوری صنایع وابسته و تبدیلی می‌تواند موقعیت تولیدی کشور را به شدت در خدمت نظام های تولیدی پیشرفته قرار دهد. دیگر اینکه، صنعت پتروشیمی، یکی از صنایع «سرمایه بر» است تا «کار بر». بنابراین، از نظر ایجاد شغل، این سرمایه‌گذاری قابل توجیه نیست ولی از این جهت که منابع و مواد اولیه این صنعت به وفور در ایران وجود دارد، توسعه صنایع پتروشیمی تحت شرایط و راهبردهای خاصی می‌تواند ارز آور باشد (فهیمی فر، ۱۳۸۴). این شرایط در ایران سبب شده است که صنعت پتروشیمی رشد روزافزونی پیدا کند به نحوی که توسعه صنعت پتروشیمی محدود به منطقه عسلویه باقی نماند بلکه رشد و توسعه این صنعت در سراسر این سرزمین پراکنده شود و حتی قطب های صنعت گردشگری کشور را نیز آلوده نماید. حسب مستندات، هم اکنون ۸۵ شرکت صنایع پتروشیمی در گستره وسیعی از کشور به شرح ذیل با تولید محصولات مختلف، در حال فعالیت هستند: آبادان (۱)، کنگان (۱۴)، عسلویه (۱۸)، ماهشهر (۱۸)، اصفهان (۱)، گلپایگان (۱)، ایلام (۲)، مسجد سلیمان (۱)، بند امام (۳)، کرمانشاه (۲)، تبریز (۲)، کردستان (۱)، بارق (۱)، مهاباد (۲)، خارک (۱)، بجنورد (۱)، اراک (۱)، مرودشت (۱)، جم (۲)، بندر دیر (۱)، ارومیه (۱)، گنبدکاووس (۱)، فیروزآباد (۱)، میاندوآب (۱)، خمین (۱)، همدان (۱)، گچساران (۱)، سنقر (۱)، لردگان (۱)، گناوه (۱).

## 1. Dijkema

جدول ۱. مقدار انتشار گاز گلخانه‌ای توسط پتروشیمی‌ها در عسلویه

انتشار گاز گلخانه‌ای			مصرف سوخت (میلیون مترمکعب)	پتروشیمی
CH4	N2O	CO2		
۴۸/۸	۴۶/۷	۲۵۴۶۱۴۲/۷	۱۲۵۷/۶	مبین
۲/۸	۲/۷	۱۴۹۰۵۷/۳	۱۱/۷	آریاساسول
۶/۲	۶	۳۲۸۳۰۶/۸	۱۴۰۲/۵	زاگرس
۸/۳	۷/۹	۴۳۱۳۶۸/۳	۲۴۷	برزویه
۱/۵	۱/۵	۷۸۹۸۵	۶۷/۹	جم
۱۱	۱۰/۵	۵۷۱۵۰۰/۵	۲۵۷/۳	پارس
۱/۲	۵/۵	۳۰۰۳۴۶		اطلاعات در دسترس نیست
۰	۰	۱۸۶/۲		اطلاعات در دسترس نیست
۱	۱	۵۵۲۹۰/۲		اطلاعات در دسترس نیست
۸۰/۸	۸۱/۸	۴۴۶۱۱۸۳	۳۲۴۴	جمع کل

الکتروسیته با یک توربین گازی. (۳) مترکم کردن گاز و تزریق آن به لوله‌های پالایش نفت.

صنایع پتروشیمی در دسته صنایع با پایه علمی طبقه‌بندی شده‌اند (پاویت<sup>۳</sup>، ۱۹۸۴). بنابراین، با تغییر نوآورانه و باز طراحی در تکنولوژی‌ها، راکتورها، کاتالیست‌ها و فرایندهای جداسازی می‌توان کیفیت محیط زیست، سلامت کارکنان، جامعه و اقتصاد را بهبود داد و در جهت توسعه پایدار حرکت نمود. هر چند که ایجاد تغییرات در سیستم‌های پیچیده پتروشیمی نیازمند شبکه گسترده از جمله تحقیق و توسعه قوی و بهینه نمودن تکنولوژی است.

خوشبختانه، خوراک پتروشیمی‌های مستقر در عسلویه، گاز طبیعی استخراج شده در منطقه است در غیر این صورت، آمار انتشار گازهای گلخانه‌ای بیشتر از این می‌بود (جدول ۲ را ببینید). بخش عمده گاز CO<sub>2</sub> شرکت‌های پتروشیمی از طریق سوزاندن گازها<sup>۱</sup> به اتمسفر راه پیدا می‌کند. بنابراین، کنترل آنها می‌تواند کمک شایانی به کنترل گازهای گلخانه‌ای نماید (رحیم پور<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). سه راهکار عمده برای کاهش سوزاندن گازها که عامل اصلی ورود آلاینده به اتمسفر است، ارائه شده است: (۱) تبدیل گاز به مایع. (۲) تولید

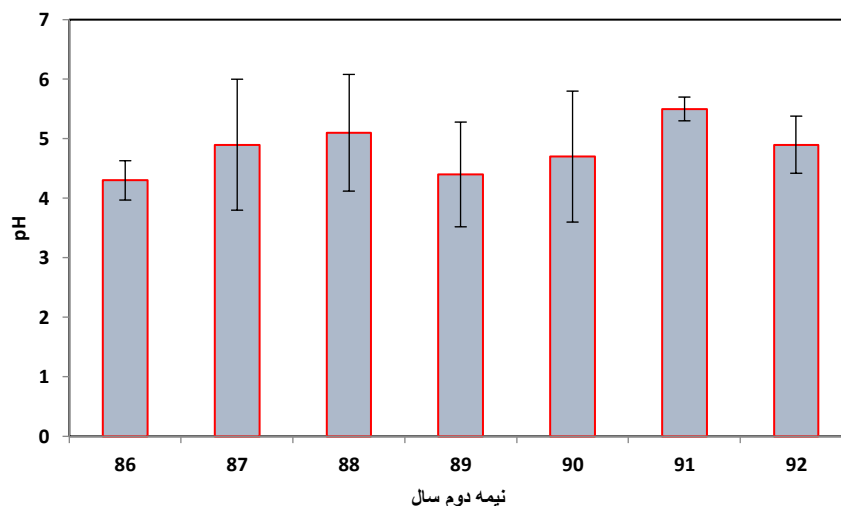
جدول ۲. فاکتور انتشار کیلوگرم گاز گلخانه‌ای به ازای تراژول سوخت مصرفی

سوخت	CH4	N2O	CO2
گاز طبیعی	۱	۰/۱	۵۶۱۰۰
نفت کوره	۳	۰/۶	۷۷۴۰۰

سال متوالی گذشته اسیدی بوده است (شکل ۱). بارش‌های اسیدی همچنین جمعیت آبریان در خلیج فارس را در اثر تشکیل و رسوب  $Al(OH)_3$  بر سطح آبشش و در نتیجه خفگی آنها، کاهش داده است. از جمله اثرات دیگر باران اسیدی می‌توان به از بین رفتن رسوبات زیبای مرجانی منطقه و فرسایش زودرس ساختمان‌ها و بناها اشاره کرد ( کلیچ و پاموکولو، ۲۰۲۳).

آلاینده‌های اتمسفری در منطقه عسلویه می‌تواند به همراه مه (که معمولاً در دسترس است) به تشکیل مه-دود فتوشیمیایی که پدیده‌ای خطرناک است، منجر شود. حضور ذرات معلق در اثر فعالیت‌های صنعتی و پتروشیمیایی و همچنین خاک‌برداری و احداث پتروشیمی‌ها و ساخت و سازهای جدید، ذرات معلق ( $PM_{10}$ ) را افزایش می‌دهد (چو، ۲۰۲۵). ذرات معلق بسته به جنس ممکن است اثرات زیانباری بر سلامتی انسان، حیوانات و گیاهان بگذارد. همچنین، این ذرات باعث کاهش میدان دید و در نتیجه، اختلال در حمل و نقل می‌گردد. حضور همزمان «اکسیدهای سولفور» و «ذرات معلق» در اتمسفر که یک پدیده رایج در عسلویه است، اثر هم افزایی بر کیفیت بد هوا و بیماری ساکنین منطقه دارد.

**آلودگی هوای منطقه:** شرکت‌های پتروشیمی علاوه بر انتشار  $CO_2$  به اتمسفر که مشکل گرمایش جهانی را تشدید می‌نماید، بسته به فرایند و نوع رها کردن گازها به اتمسفر می‌تواند طیف وسیعی از آلاینده‌های خطرناک از قبیل اکسیدهای نیتروژن ( $NO_x$ )، اکسیدهای سولفور ( $SO_x$ )، ذرات معلق ( $PM_{10}$ )، «بنزن»، هیدروکربن‌های آروماتیک پلی سیکلیک ( $PAH$ ) و ترکیبات آلی فرار ( $VOC$ ) وارد هوا کنند. اثرات ناگوار این آلاینده بر سلامت انسان قابل توجه است و در سال‌های اخیر شواهد اپیدمیولوژی فراوانی در خصوص بیماری‌های قلبی، آسم، و سرطان گزارش شده است (کلچرمن، ۲۰۲۴). آلاینده‌های گازی ممکن است در اتمسفر واکنش داده و آلاینده‌های به مراتب خطرناکتری (نظیر *ازن* و *پراکسی استیل نیترات*) بسازند و اثرات جدی‌تری بر سلامت انسان و محیط به بار آورند. مشکل عمده آلودگی هوا ناشی از آلاینده‌های اکسیدهای نیتروژن ( $NO_x$ ) و اکسیدهای سولفور ( $SO_x$ ) تشکیل بارش و یا رسوبات اسیدی در منطقه عسلویه است که می‌تواند بر روی سازه‌ها و «فون» و «فلور» منطقه مؤثر باشد. معمولاً  $pH$  متوسط آب باران به دلیل تعادل با  $CO_2$  اتمسفری ۵/۶ است، به باران‌های با  $pH$  کمتر از این مقدار، باران اسیدی اطلاق می‌گردد. با توجه به اندازه‌گیری  $pH$  آب باران در منطقه عسلویه، میانگین  $pH$  باران‌ها طی ۷



شکل ۱. میانگین pH آب باران در منطقه عسلویه طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲

اسیدی، با رسوب خشک یا مرطوب و در نتیجه ورود به دریا می‌تواند معضلاتی ایجاد نمایند. به عنوان نمونه، ورود ترکیبات «نیتروژنه» از اتمسفر آلوده یا از طریق فاضلابها می‌تواند باعث رشد بیش از حد جلبک و بهم خوردن تعادل بوم شناختی در خلیج فارس گردد. فاضلاب پتروشیمی های عسلویه توسط شرکت پتروشیمی «مبین» تصفیه و به دریا تخلیه می‌شود. مطابق استانداردهای ملی، مقدار COD پساب‌های تخلیه شده به دریا باید کمتر از ۶۰ mg/L باشد، این در حالی است که مقدار COD فاضلاب تخلیه شده از تصفیه خانه فاضلاب «مبین» به دریا به مراتب بیش از این مقدار بوده است و حتی در زمانی که تصفیه خانه با بار اضافی فاضلاب مواجه می‌شود، فاضلاب خام را مستقیماً و بدون تصفیه به دریا می‌ریزد (ان پی سی، ۲۰۰۹).

**تأثیر بر تنوع زیستی:** آلاینده‌های اتمسفری ناشی از صنعت پتروشیمی در منطقه عسلویه می‌تواند بر آب و خاک منطقه تأثیرات منفی برجای گذاشته و «فون» و «فلور» را تحت تأثیر قرار دهد. برخی گونه‌های گیاهی و جانوری به آلاینده‌ها

**آلودگی آب خلیج فارس:** زیست‌بوم‌های دریایی مانند خلیج فارس طیف گسترده‌ای از کالاها و خدمات ضروری را برای انسان فراهم می‌کنند. این کالاها و خدمات شامل غذا، سوخت، تولیدات بیولوژیکی برای اهداف پزشکی، مدیریت مواد مغذی و زائدات، تنظیم اقلیم، توسعه صنعت گردشگری و حتی فواید روانشناختی است (سلطان‌ا و همکاران، ۲۰۲۴). حضور آلاینده‌ها در اتمسفر و یا تخلیه غیرمجاز آلاینده‌های صنعتی به خلیج فارس می‌تواند این منبع آب کرده، انسان را از فواید بی‌شمار آن بی‌بهره کند. ورود آلودگی نفتی در اثر حضور کشتی‌ها برای حمل محصولات پتروشیمی و تخلیه روغن‌های سوخته به خلیج فارس، اثرات جبران ناپذیری بر روی این منبع آبی دارد. فاضلاب صنایع پتروشیمی اغلب حاوی ترکیبات «آلی» مقاوم و فلزات سنگین است که می‌تواند در بدن موجودات زنده دریایی مانند ماهی‌ها، میگو و صدف‌ها تجمع یابد. به عبارت دیگر، ورود آلاینده به زنجیره غذایی از طریق فاضلاب‌های تصفیه نشده یا تصفیه ناکافی تسهیل می‌گردد. آلاینده‌های اتمسفری نیز علاوه بر ایجاد باران

انگلیس، ایتالیا، آمریکا و تایوان در یک تحقیق گزارش شده است (اکسلسون<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). چیو<sup>۶</sup> و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند، سرطان کبد در ساکنین مجاور شرکت‌های پتروشیمی در مقایسه با مناطق غیرآلوده به طور چشمگیری افزایش یافته است. این آمارها می‌تواند به عنوان هشدار خطرناک برای مسئولین شرکت‌های پتروشیمی باشد تا با بهره‌گیری از سیستم‌های مدرن و بهره‌برداری صحیح از آنها در حفاظت محیط زیست و سلامت ساکنین مجاور صنایع پتروشیمی مستقر در عسلویه کوشا باشند.

#### راهکارهای کاهش آلودگی‌های صنایع پتروشیمی:

راهکارهای کاهش خطر زیست محیطی و بهداشتی در صنایع پتروشیمی توسط اوده و فلین<sup>۷</sup> (۲۰۰۳) بر روی چهار عامل مدیریت ارشد، مدیریت، نظارت، و کارکنان متمرکز بود. عامل‌های مدیریت ارشد شامل نگرش بهداشتی- زیست محیطی، سبک رهبری و اعتماد است. عامل مدیریت به هفت مورد تقسیم می‌شود: تعهد به بهداشت- محیط زیست، مشارکت و درگیر بودن در مسائل بهداشتی- زیست محیطی، اولویت دادن به مسائل بهداشتی- زیست محیطی، سبک رهبری، تعامل، ارتباط قوی و مدیریت عملگرای انسانی. عامل نظارتی شامل نظارت حمایتی، دخالت سرپرست، استقلال سرپرست و نظارت مشارکتی است. و بالأخره، عامل کارکنان به پنج مورد تقسیم می‌شود: دخالت کارگر، استقلال کارگر، ادراک خطر، کارگر، انسجام کارگر و انگیزه کارگر. این عوامل، طیف گسترده‌ای از جنبه‌های زیست محیطی و بهداشتی، همانند مواردی که در جدول ۳ آمده است (هوانگ<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۲؛ جیمز<sup>۹</sup>، ۲۰۰۹؛ چینگین<sup>۱۰</sup> و همکاران،

حساس تر بوده و در نتیجه، زودتر از بین می‌روند. این موضوع سبب می‌شود گونه‌های دیگر غالب شوند. غالب شدن یگ گونه شیب تخریب زیست‌بوم را افزایش می‌دهد. مطالعات بیانچی و موری<sup>۱</sup> (۲۰۰۰) نشان می‌دهد، بیش از ۸۵۰۰ گونه ماکروسکوپی در خلیج فارس زندگی می‌کنند که معادل ۴ تا ۱۸ درصد گونه‌های دریایی جهان است. حدود ۸۴٪ این گونه‌ها حیوانی و ۱۶٪ باقی‌مانده جلبک‌ها و گیاهان دریایی هستند. ورود بار آلودگی‌ها بیش از ظرفیت خودپالایی خلیج فارس می‌تواند از تعداد گونه‌ها کاسته و گونه‌های مقاوم که نقش مؤثری در بوم‌شناختی دریایی ندارند را افزایش دهد.

**افزایش بار بیماری‌ها و ناتوانی‌ها:** صنایع پتروشیمی به عنوان مهم‌ترین منبع انتشار طیف وسیعی از آلاینده‌های شیمیایی نظیر فلزات سنگین، آلاینده‌های آلی مقاوم، «بزن»، «آرماتیک‌های چند حلقوی» به اتمسفر شناخته شده‌اند که عمدتاً مشکوک به سرطان‌زایی هستند (ماناسوینی<sup>۲</sup>، ۲۰۲۴). این آلاینده‌ها نه تنها کارکنان این صنایع را تحت تأثیر قرار می‌دهند، بلکه جمعیت اطراف نیز ممکن است در معرض این آلاینده‌های خطرناک قرار گیرند. حضور آلاینده‌های مذکور در هوا در مقادیر بیش از استاندارد می‌تواند مشکلات جدی بهداشتی مانند سرطان، نارسایی کبدی، سقط جنین، «موتاسیون» و «تراژونی» را به بار آورد (چن<sup>۳</sup> و دیگران، ۲۰۲۴). نادال<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه تأثیر آلاینده‌های منتشره (آلی و فلزی) از یک منطقه پتروشیمی بر کارکنان و ساکنان اطراف نشان دادند، بار بیماری‌های سرطانی و غیرسرطانی در سال‌های مطالعه (۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹) زیاد شده است. بروز بیماری سرطان در مناطق مجاور پتروشیمی در

6. Chiu  
7. O'Dea and Flin  
8. Huang  
9. James  
10. Qinqin

1. Bianchi and Morri  
2. Manaswini  
3. Chen  
4. Nadal  
5. Axelsson

کشور ژاپن مقدار گاز N<sub>2</sub>O در پتروشیمی شیراز را با ساز و کارهای توسعه پاک به مقادیر قابل قبولی کاهش داد (ان پی سی، ۲۰۰۹). بهبود کیفیت سوخت و بهینه کردن مصرف سوخت و کاهش سوزاندن گازها می‌تواند از جمله راهکارهای دیگر برای کاهش اثرات آلودگی هوا و کاهش گرمایش جهانی باشد.

۲۰۱۴)، را پوشش می‌دهد. در خصوص گازهای گلخانه‌ای با توجه به اینکه این مسئله جهانی است مطابق کنوانسیون کیوتو باید با اشتراک مساعی بین المللی با آن مقابله شود. کشورمان ایران برای رفع این معضل می‌تواند از کشورهای پیشرفته طی مفاد این کنوانسیون به نام ساز و کارهای توسعه پاک (CDM) کمک بگیرد و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را به سال‌های قبل از توسعه یعنی دهه ۱۹۹۰ برساند. در سال ۲۰۰۹

**جدول ۴. راهکارهای ارتقاء وضعیت محیط زیست و بهداشت پتروشیمی‌های مستقر در عسلویه.**

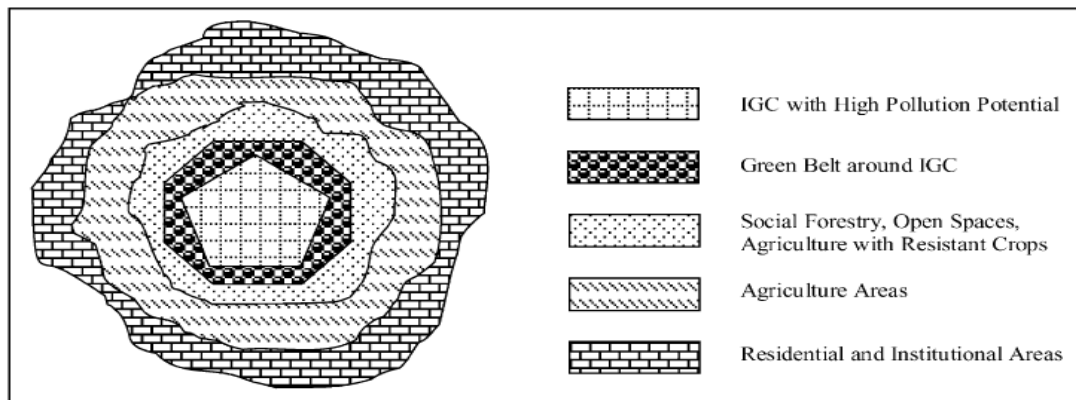
ارتقاء راندمان بویلرها، توربین‌ها و کوره‌های گازی
استفاده از سیستم تولید همزمان گرما و برق
جایگزینی و تعمیر پمپ‌ها، کمپرسورها، فن‌ها و ... بمنظور مصرف کمتر و بهسوزی سوخت
بازیافت مواد زائد و گاز فلرها به عنوان سوخت واحدهای مختلف
مصرف حرارت و گرمای تولید شده برای تولید برق و بخار
توسعه و تحقیق جهت بهبود فرایندها، بازطراحی راکتورها، استفاده از کاتالیست‌های دوستدار محیط زیست و ...
نصب دستگاه‌های کنترل آلودگی هوا
آموزش مستمر به کارکنان صنعت پتروشیمی و حساس کردن آنان به مسائل زیست محیطی و بهداشتی
پایش مستمر آلاینده‌ها در فاضلاب، هوا و منابع آب
اجرای سیستم‌های آنالاین (در خط) پایش آب، خاک و هوا
بروز کردن سیستم‌های تصفیه فاضلاب و هوا
نشت یابی و نشت گیری لوله‌ها و مخازن
گسترش سازمان‌های مردم نهاد محیط زیستی
ارتقاء کمی و کیفی فضای سبز
افزایش حس تعهدپذیری مسئولین
سولفورزدایی از گاز خوراک پتروشیمی
ارزیابی اثرات زیست محیطی (در زمان اجرا، بهره برداری و زمان تخریب)
شناسایی، ارزیابی و مدیریت خطرات بارز زیست محیطی
نظارت دقیق بر اجرای آیین‌نامه‌ها زیست محیطی توسط شرکت‌های پتروشیمی
اجرای تعهدات بین المللی زیست محیطی

بسیار بیشتر است. بنابراین، باید اطمینان حاصل شود که حائل مناسبی برای حفاظت زمین‌ها و منابع آبی حساس، پارک‌ها و مناطق مسکونی وجود داشته باشد. یک مدل پیشنهادی مناسب برای زمین‌های اطراف صنایع پتروشیمی، در شکل ۲

برنامه‌ریزی برای کاربری زمین‌های اطراف صنایع پتروشیمی برای مهار آلودگی می‌تواند مفید باشد. تأثیر هر فعالیت صنعتی به حساسیت کاربری زمین‌های اطراف وابسته است. برای مثال، صنایعی که دارای آلودگی بیشتری هستند فضایی که برای کاهش و اصلاح آلودگی در نظر می‌گیرند

می‌توان از محصولات زراعی مقاوم استفاده کرد و در لایه‌های بعدی، می‌توان به کشاورزی متداول یا اهداف مشابه اختصاص داد.

پیشنهاد شده است که با اندکی اصلاح، برگرفته از گپتا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۲) است. همانگونه که مشخص شده است، صنعت پتروشیمی می‌تواند با یک کمربند سبز احاطه گردد تا کاهش بوم‌شناختی آلاینده‌ها را فراهم نماید. بعد از آن،



شکل ۲. سناریو ترجیحی برای توسعه یک مرکز صنعتی (IGC) مانند عسلویه

اول اینکه، اتکاء صرف در حوزه تولید مواد اولیه، موقعیت تولید یک کشور را به شدت در خدمت نظام های تولید پیشرفته قرار می‌دهد، چنانکه یک کشور در چارچوب «تقسیم کار جهانی»، چون منابع نفتی و گازی فراوانی در اختیار دارد پس باید محصولاتی را تولید و صادر کند که تولید آنها مبتنی بر همین مواد است. محصولاتی که مشخص نیست که در چارچوب یک نظام بدون یارانه دارای مزیت باشد یا نه؟ این در حالی است که کشورهای وارد کننده این فرآورده ها، محصولاتی چون داروهای گران قیمت، سموم دفع آفات گرانقیمت و سایر کالاهای پیشرفته را تولید می‌کنند و با چندین برابر قیمت، به کشورهای تولید کننده مواد شیمیایی صادر می‌کنند. این روند اجتناب ناپذیر، با علاقه غالب کشورهای «پیرامونی» جهت سرمایه‌گذاری در صنعت پتروشیمی سنخیت پیدا کرده است. فرایند پیچیده‌ای که

### بحث و نتیجه‌گیری

برخی از صنایع مانند صنعت «کشتی سازی»، «فولاد» و «پتروشیمی» در دهه ۱۹۷۰ به دلایل مختلف نظیر کاهش مصرف، وابستگی بیش از اندازه به نفت و یا پرهزینه بودن و اثرات تخریبی فراوان بر محیط زیست، به «صنایع بحران زده» معروف شدند. از این رو، عمده کشورهای صاحب چنین صنایعی، جهت کاهش اثرات منفی، تصمیم گرفتند آنها را به کشورهای «جهان سوم» منتقل کنند. در این میان، کشورهای که راهبرد «توسعه صادرات» را برگزیده بودند، پیگیر و راغب به جذب چنین صنایعی شدند. این کشورها چنین می‌پنداشتند که با دریافت این صنایع می‌توانند تولیدات صادراتی خود را افزایش داده و از این طریق، توانایی لازم جهت کسب درآمدهای «ارزی» و غلبه بر مشکلات ناشی از کسری موازنه بازرگانی و بازپرداخت بدهی‌های خود را خواهند یافت. نکته

پتروشیمی در کشور و جهان مورد استفاده قرار گرفته و مفید باشد. برای رفع مشکلات بهداشتی و محیطی منطقه پیشنهادهای زیر می‌تواند مشکل گشا باشد: ۱) بهبود زیرساخت‌های صنعتی مانند به‌روزرسانی سیستم‌های پالایش گاز و سیستم‌های فرینگ برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بازیافت گازهای زائد. ۲) افزایش پایش و مدیریت آلاینده‌ها مانند نصب سیستم‌های پیشرفته پایش آنلاین برای کنترل کیفیت هوا، آب و خاک. ۳) بهبود زیرساخت‌های صنعتی مانند استفاده از فناوری‌های جدید برای کاهش مصرف انرژی و آلاینده‌ها، نظیر بازیافت گازهای زائد و استفاده از کاتالیست‌های سازگار با محیط زیست. ۴) افزایش آگاهی عمومی و مسئولیت اجتماعی مانند آموزش مستمر کارکنان صنعت و جوامع محلی درباره اهمیت حفاظت از محیط زیست. ۵) ایجاد کمربندهای سبز و مناطق حائل: توسعه فضای سبز در اطراف صنایع برای جذب آلاینده‌ها و کاهش تأثیر آن‌ها بر جوامع نزدیک. ۶) توسعه تحقیقات آینده‌نگرانه مانند انجام مطالعات جامع‌تر برای تحلیل اثرات بلندمدت و تدوین استراتژی‌های ملی در راستای توسعه پایدار.

**ملاحظات اخلاقی:** نویسندگان مقاله، به رعایت ملاحظات اخلاقی در پژوهش‌های اسنادی به ویژه، رعایت دقت و امانت در ذکر مطالب، همواره ملزم و معتقد بوده‌اند.

**تقدیر و تشکر:** این مقاله برگرفته از پژوهشی مستقل است. نویسندگان مقاله از داوران محترم که با ذکر برخی نکات به تقویت مقاله کمک نمودند تشکر می‌نمایند.

**تضاد منافع:** نویسندگان مقاله اظهار می‌نمایند هیچ گونه تضاد منافی ندارند.

بسیاری از متخصصان از آن به عنوان «رقابت پذیری منطقه‌ای» یاد کرده‌اند. نکته دوم اینکه، در سایه تعدد صورتبندی اجتماعی، نیروی کار ارزان فراوان است و رقابت در این زمینه، اندیشیدن به بیماری و به خطر افتادن سلامت خود در حین کار را بی معنا می‌کند. اما مسئله این است که صنعت پتروشیمی یکی از صنایع «سرمایه‌بر» است تا «کاربر»، و نسبت به میزان سرمایه‌گذاری در این صنعت، نیروی انسانی زیادی استخدام نمی‌شود. در نهایت اینکه، یکی از مهم‌ترین مشکلات سد راه این صنعت در ایران، پیامدهای جبران ناپذیر این صنعت بر محیط زیست منطقه خلیج فارس بوده است. بارندگی منطقه به دلیل حضور آلاینده‌های «نیتروژنه» و «سولفور» خاصیت اسیدی پیدا کرده است. بارش‌های اسیدی باعث تخریب زیست‌بوم دریایی و خاکی منطقه و همچنین تخریب تجهیزات و ابنیه انسانی شده. همچنین مشخص شده مقدار گازهای گلخانه‌ای خروجی پتروشیمی‌ها بسیار قابل توجه است، به عبارتی شرکت‌های پتروشیمی منطقه در افزایش پتانسیل گرمایش جهانی نیز سهم هستند. در این ارتباط، کنترل خروجی، بهسوزی و یا استفاده‌های دیگر از گازهای زائد می‌تواند در کنترل گازهای گلخانه‌ای نظیر «CO<sub>2</sub>» مؤثر باشد. با توجه به حضور آلاینده‌های خطرناک هوا، احتمال طغیان و افزایش بار بیماری‌ها و در نتیجه، افزایش بار مالی و روانی برای نسل آتی وجود دارد که توجهات ویژه و تحقیقات بیشتر را می‌طلبد. راهکارهای کنترل آلاینده‌ها در منطقه عسلویه حول سه محور مهندسی، نظارتی و مدیریتی می‌چرخد. از آنجا که سطح تکنولوژی، نوع و تجهیزات پتروشیمی‌ها در ایران با سایر پتروشیمی‌ها در جهان مشابه است، پتانسیل‌های بهینه نمودن و رفع آلودگی در ایران و جهان می‌تواند مشترک و قابل استفاده برای همدیگر باشد. بنابراین، نتایج این تحقیق می‌تواند برای سایر

## منابع فارسی

احمدی، سیاوش، حسین خلیج، بابک، نجاری، شقایق. (۱۴۰۳). هوش مصنوعی در صنایع پتروشیمی ایران: چالش ها و راهکارها. سیاست علم و فناوری، ۷(۴)، ۳۹-۳۱.

<https://doi.org/10.22034/jstp.2025.11792.1825>

اسمیت، آدام. (۱۳۵۷). *ثروت ملل*. ترجمه سیروس ابراهیم زاد. تهران: انتشارات پیام.  
اورس، تیلمان. (۱۳۶۲). *ماهیت دولت در جهان سوم*. ترجمه بهروز توانمند. تهران: انتشارات آگاه.  
خبرگزاری ایسنا. (۱۴۰۳). *توسعه پایدار صنعت پتروشیمی در ایران*. کد خبر ۱۴۰۳۱۰۰۶۰۴۴۳۱.  
حسینی، شمس الدین، نیک نام، محمدرضا. (۱۳۹۷). *بررسی مزیت نسبی و سیاست های حمایتی از محصول ذرت استان کرمانشاه با استفاده از ماتریس تحلیل سیاستی*. فصلنامه اقتصاد کاربردی، ۸(۲۴)، ۱۱-۱.

<https://dori.net/dor/20.1001.1.22516212.1397.8.0.19.4>

خالقی، احمد. (۱۳۸۵). *جهانی شدن سرمایه*. تهران: گام نو.  
دژپسند، فرهاد، سالاری، ابوذر. (۱۳۸۶). *مزیت نسبی در صنعت پتروشیمی ایران*. *نشریه اقتصاد و تجارت نوین*، ۳(۱)، ۱۱۱-۸۴.  
دنیای اقتصاد. (۱۴۰۳). *ارزآوری ۱۵ میلیارد دلاری صنعت پتروشیمی*. شماره خبر ۱۲۴۲۸۰.  
رهبر، فرهاد، میرشجاعیان حسینی، حسین. (۱۳۸۸). *ارزیابی استراتژی ملی و منطقه‌ای توسعه صنعت پتروشیمی کشور*. *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۶(۲۱)، ۶۵-۲۹.

سونو، هاک وون. (۱۳۷۰). *کره جنوبی به کجا می رود؟ ترجمه غلامرضا استوار*. تهران: یادآوران.  
شاهمرادی، بهروز، آدینه، عاطفه، سمندر، مژگان، اشتهازدی، علی، و افشاری، زهرا. (۱۴۰۰). *بررسی پیچیدگی محصولات صنعت پتروشیمی ایران و فرصت های پیش رو*. *سیاست ها و پژوهش های اقتصادی*، ۲۹(۱۰۰)، ۲۵۵-۲۸۸.

<http://dx.doi.org/10.52547/qjerp.29.100.255>

شیرازی، حسین، آلبا، کاوه. (۱۴۰۳). *شناسایی پیشران های توسعه صنعت پتروشیمی ایران و ترسیم سناریوهای آینده*. *مجله آینده پژوهی ایران*، ۹(۱)، ۲۶۹-۲۳۸.

<https://doi.org/10.30479/jfs.2024.20721.1567>

فهمی، فر، جمشید. (۱۳۸۴). *توسعه صنعت پتروشیمی: ضرورت یا عدم ضرورت؟ بررسی های بازرگانی*، ۱۱، ۴۰-۳۴.  
قلوژی، غزاله، رستمی، محمدزمان، مقصودی، حمیدرضا، و کشاورزبان، سجاد. (۱۴۰۲). *شناسایی چالش های اصلی تولید در صنعت پتروشیمی (مطالعه موردی: صنایع پتروشیمی هلدینگ خلیج فارس)*. *اندیشه راهبردی مدیریت*، ۱۷(۳۶)، ۷۴-۳۵.

<https://doi.org/10.30497/smt.2023.244857.3487>

مرشدی، سعیده، نوژاد، مسعود، ابراهیمی، مهرزاد، حقیقت، علی. (۱۳۹۹). *ارزیابی مزیت نسبی صادرات محصولات شیمیایی و پتروشیمی با استفاده از هزینه فرصت منابع داخلی، اقتصاد و تجارت نوین*. *پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی*، ۵(۲)، ۱۷۹-۱۴۳.

<https://doi.org/10.30465/jnet.2020.6120>

میرجلیلی، فاطمه، توسلی، سلاله. (۱۳۹۷). *جایگاه صنعت پتروشیمی در اقتصاد ملی، معاونت پژوهش های زیربنایی و امور تولیدی*. سازمان پژوهش های مجلس شورای اسلامی، قابل دسترس در: <https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1092118>

وزارت بازرگانی. (۱۳۶۵). *نظری اجمالی به کشورها: کره جنوبی*. تهران: موسسه مطالعات و پژوهش های بازرگانی.  
هانت، ای.ک. (۱۳۵۸). *تکامل نهادها و ایدئولوژی های اقتصادی*. ترجمه سهراب بهداد. تهران: انتشارات کتاب های جیبی.  
یونیدو. (۱۳۶۵). *اولویت های صنعتی در کشورهای در حال توسعه*. ترجمه بایزید مردوخ. تهران: انتشارات سازمان برنامه و بودجه.

## References

- Ahmadi, S., Hossein Khalaj, B. & Najari, S. (2024). Artificial intelligence in Iran's petrochemical industry: Challenges and solutions. *Journal of Science and Technology Policy*, 7(4), 39-31. [In Persian]  
<https://doi.org/10.22034/jstp.2025.11792.1825>
- Axelsson, G., Barregard, L., Holmberg, E. & Sallsten, G. (2010). Cancer incidence in a petrochemical industry area in Sweden. *Science of the Total Environment*, 408(20), 4482-4487.
- Bianchi, C.N. & Morri, C., (2000). Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, 40(5), 367-376.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00027-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00027-8)
- Chen, W. H., Chang, C. F., Lai, C. H., Peng, Y.P., Su, Y. J. & Chen, G. F. (2024). Multivariate analysis of carcinogenic equivalence (CEQ) to characterize carcinogenic VOC emissions in a typical petrochemical industrial park in Taiwan. *Environment International*, 186, 1-15.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2024.108548>
- Chiu, C.Y., Kao, J.F., Tsai, S.S. & Lan, S.J. (1997). Cancer mortality and residence near petrochemical industries in Taiwan. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 50(3), 265-274.
- Choe, S., Yu, G. H., Song, M., Oh, S. H., Jeon, H., Ko, D. H., Park, C. & Bae, M. S. (2025). Identification of major sources of PM<sub>2.5</sub> and gaseous pollutants contributing to oxidative potential in the Yeosu national petrochemical industrial complex: Insights from the PMF model. *Atmospheric Environment*, 342, 120943.  
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2024.120943>
- Dejpasand, F. & Salari, A. (2007). Comparative advantage in Iran's petrochemical industry. *Journal of New Economy and Commerce*, 3(1), 111-84. [In Persian]
- Dijkema, G.P., Grievink, J. & Weijnen, M.P. (2003). Functional modelling for a sustainable petrochemical industry. *Process Safety and Environmental Protection*, 81(5), 331-340.  
<http://dx.doi.org/10.1205/095758203770224360>
- Environment and Sustainable Development Organization. (2022). *Environmental impact of industries in Iran*. Tehran: Environment and Sustainable Development Organization.
- Evers, T. (1983). The nature of the state in the third world. (B. Tavanmand, Trans.). Tehran: Agah Publication. [In Persian]
- Fahimifar, J. (2005), Development of the petrochemical industry: Necessity or non-necessity? *Commercial Surveys*, 11, 34-40. [In Persian]
- Ghalozi, G., Rostami, M. Z., Maghsoudi, H. Reza. & Keshavarzian, S. (2023). Identifying the main production challenges in the petrochemical industry (Case study: Persian Gulf Holding Petrochemical Industries). *Strategic Management Thought*, 17(36), 74-35. [In Persian]  
<https://doi.org/10.30497/smt.2023.244857.3487>
- Gupta, A.K., Suresh, I.V., Misra, J. & Yunus, M. (2002). Environmental risk mapping approach: Risk minimization tool for development of industrial growth centers in developing countries. *Journal of Cleaner Production*, 10(3), 271-281.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00023-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00023-3)
- Hoseini, S., Niknam. & M. Reza. (2018). Study of comparative advantage and support policies for corn crop in Kermanshah province using policy analysis matrix. *Applied Economics*, 8(24), 1-11.[In Persian]  
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.22516212.1397.8.0.19.4>
- Huang, L., Shao, Z., Bao, W., Duan, B., Bi, J. & Yuan, Z.( 2012). The influencing factors of the WTP for the risk reduction of chemical industry accidents in China. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 6(6), 860-868.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s11783-012-0467-y>

- Hunt, E.K. (1979). The evolution of economic institutions and ideologies. (S. Behdad, Trans.). Tehran: Pocket Books Publication. [In Persian]
- Iran Petrochemical Commercial Company. (2022). *Annual Report on the Petrochemical Industry*. Iran Petrochemical Commercial Company.
- ISNA. (2024). Sustainable development of the petrochemical industry in Iran. News Code 1403100604431. [In Persian]
- James, P. (2009). The supervision of environmental risk: The case of HCB waste or Botany/Randwick? *Journal of environmental management*, 9(4), 1576-1582.  
<http://dx.doi.org/10.1080/14697010903360574>
- Kelchtermans, J., March, M.E., Mentch, F., Qu, H., Liu, Y., Nguyen, K. & Hakonarson, H. (2024). Genetic modifiers of asthma response to air pollution in children: An African Ancestry GWAS and PM2. 5 Polygenic Risk Score Study. *Environmental Research*, 120666.  
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.120666>
- Khaleghi, A. (2006). *Globalization of capital*. Tehran: Gam No. [In Persian]
- Kilic, M. & Pamukoglu, M.Y. (2023). Characterization of water-insoluble particulate matters in sequential rain samples collected by a novel automatic sampler in Antalya, Turkey. *Atmospheric Pollution Research*, 14(4), 10-22.  
<https://dx.doi.org/10.1016/j.apr.2023.101722>
- Krugman, P. R. (1987). Is free trade passe? *Journal of Economic Perspectives*, 1(2), 131-144.
- Levenstein, C. (2023). Sustainability in petrochemicals: Challenges, innovations, and solutions. *Journal of Chemistry Engineering Process Technology*, 14(1), 1-12.  
<https://doi.org/10.35248/2157-7048.23.14.457>
- Posner, M. (1961). *International trade and technical change*. Oxford University Press, 13(3), 323-341.
- Manaswini, G., Sivagami, K., Gopalakrishnan, M., Harshini, P., Janjoren, D. & Ganesan, S. (2024). Biodegradation of low Molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons in soil: Insights into bacterial activities and bioremediation techniques. *Sustainable Chemistry for the Environment*, 7, 1-10.
- Ministry of Commerce. (1986). A brief overview of countries: South Korea. Tehran: Institute of Business Studies and Research. [In Persian]
- Mirjalili, F. & Tavasoli, S. (2018). The position of the petrochemical industry in the national economy. Islamic Consultative Assembly Research Center. Available at: <https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1092118>. [In Persian]
- Morshedi, S, Nonejad, M, Ebrahimi, M. & Haghghat, A. (2019). Assess the comparative advantage of exporting chemical and petrochemical products using the opportunity cost of domestic resources, *Journal of New Economy and Trade*, 5(2), 143-179. [In Persian]  
<https://doi.org/10.30465/jnet.2020.6120>
- Nadal, M., Schuhmacher, M. & Domingo, J. L. (2011). Long-term environmental monitoring of persistent organic pollutants and metals in a chemical/petrochemical area: human health risks. *Environmental Pollution*, 159(7), 1769-1777.
- O'Dea, A. & Flin, R. (2003). *The role of managerial leadership in determining workplace safety outcomes*. London: HSE.
- Qinqin, C., Jia, Q., Yuan, Z. & Huang, L. (2014). Environmental risk source management system for the petrochemical industry. *Process Safety and Environmental Protection*, 92(3), 251-260.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2013.01.004>
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), 343-373.  
[https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0)

- Porter, M. E. (1980). *Competitive strategy*. New York: Free Press.
- Rahbar, F. & Mirshojaian Hosseini, H. (2009). Assessing national and regional strategy of the petrochemical industry in Iran. *Energy Economics Studies*, 6(21), 29-65. [In Persian]
- Rahimpour, M., Jamshidnejad, Z., Jokar, S., Karimi, G., Ghorbani, A. & Mohammadi, A. (2012). A comparative study of three different methods for flare gas recovery of Asalooeye Gas Refinery. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 4, 17-28.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jngse.2011.10.001>
- Shahmoradi, B., Adineh, A., Samandar, M., Eshtehardi, A. & Afshari, Z. (2021). Examine the complexity of Iran's petrochemical industry and its future opportunities. *Journal of Economic Research & Policy*, 29(100), 288-255. [In Persian]  
<http://dx.doi.org/10.52547/qjerp.29.100.255>
- Shirazi, H. & Alba, K. (2024). Identifying the development drivers of Iran's petrochemical industry and drawing future scenarios. *Journal of Iran Future Studies*, 9(1), 238-269. [In Persian]  
<https://doi.org/10.30479/jfs.2024.20721.1567>
- Smith, A. (1978). *The wealth of nations*. (S. Ebrahimzad, Trans.). Tehran: Payam Publication. [In Persian]
- Sultana, M.A., Sunny, A.R., Hussain, M.A., Islam, M.R., Raposo, A. & et al. (2024). Beyond economics: The multitude of benefits from ecosystem services in the Meghna river basin. *Regional Studies in Marine Science*, 81(1-2), 103985.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103985>
- Sunoo, H. H. (1991). *Where is South Korea going?* (G. Stovar, Trans.). Tehran: Yadavaran Publication. [In Persian]
- UNIDO. (1986). *Industrial priorities in developing countries*. (B. Mardukhi, Trans.). Tehran: Planning and Budget Organization Publication. [In Persian]
- World of Economy. (2024). 15-billion-dollar foreign exchange from petrochemical industry. News number 4124280. [In Persian]