

علم‌سنجی و ترسیم نقشه دانش تولیدات علمی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری

در صنعت پتروشیمی

 20.1001.1.24767220.1404.15.1.2.8

حسین شیرازی^۱

کاوه آلبا^۲

چکیده

علم‌سنجی در سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری، ابزار مهمی برای ارزیابی و تحلیل تأثیرات این سیاست‌ها در بخش‌های مختلف صنعتی، از جمله صنعت پتروشیمی محسوب می‌شود. این حوزه کیفیت و کمیت تولیدات علمی، میزان همکاری‌های بین‌المللی و تأثیرگذاری مقالات و اختراعات ثبت‌شده در توسعه فناوری‌های جدید را بررسی می‌کند. پژوهش از نظر هدف کاربردی است و با رویکرد علم‌سنجی با استفاده از ترسیم نقشه‌های دانش انجام شد. در ابتدا، تعداد ۳۷۹۸۷ پژوهش مرتبط با صنعت پتروشیمی با موضوعات مختلف، در پایگاه گوگل اسکالر طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ میلادی شناسایی شد. این داده‌ها از طریق نرم‌افزار Publish or Perish استخراج شدند. پس از انجام فرایند استخراج، داده‌ها وارد نرم‌افزار VOSviewer شد و نقشه دانش به کمک نرم‌افزار ترسیم شد. کلیدواژگان استفاده‌شده در پژوهش عبارت است از: توسعه فناوری و نوآوری، سیاست‌گذاری، اقتصاد و بازار، محیط‌زیست و پایداری، فناوری‌های اساسی در صنعت پتروشیمی، سایر مفاهیم در صنعت پتروشیمی. یافته‌ها نشان می‌دهد که شبکه دانش سیاست‌های علم و فناوری در صنعت پتروشیمی، شش خوشه اصلی دارد. بر پایه نتایج تحلیل، واژه‌های «جهانی‌سازی» و «اقتصاد» در خوشه اول، «هندبوک» و «تولید» در خوشه دوم، «شیمی سبز» و «فرصت» در خوشه سوم، «بیومس» و «سوخت» در خوشه چهارم، «مدل‌سازی» و «پالایشگاه» در خوشه پنجم و «هوش مصنوعی» و «وضعیت» در خوشه ششم بیشترین امتیاز و وزن را داشتند که تحلیل ارتباطات بین واژگان هر خوشه ارائه شد. همچنین بر پایه تحلیل روندها تعداد پژوهش‌ها در حوزه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در ابعاد مختلف در صنعت پتروشیمی طی سال‌های اخیر روندی نزولی داشته است.

واژگان کلیدی: علم‌سنجی، نقشه دانش، سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری، صنعت پتروشیمی

تاریخ پذیرش: ۲۲ آبان ۱۴۰۳

تاریخ بازنگری: ۲۱ آبان ۱۴۰۳

تاریخ دریافت: ۹ شهریور ۱۴۰۳

۱. استادیار دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم، قم، ایران (نویسنده مسئول): Hossein.Shirazi63@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

مقدمه

علم‌سنجی در سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری ابزار مهمی برای ارزیابی و تحلیل تأثیرات این سیاست‌ها در بخش‌های مختلف صنعتی، از جمله صنعت پتروشیمی، محسوب می‌شود. این حوزه به بررسی کمیت و کیفیت پژوهش‌های علمی، میزان همکاری‌های بین‌المللی و تأثیرگذاری مقالات و اختراعات ثبت‌شده در توسعه فناوری‌های جدید می‌پردازد. از طریق علم‌سنجی می‌توان روندهای پژوهشی در صنعت پتروشیمی را شناسایی و نقاط قوت و ضعف سیاست‌های علمی و فناورانه را ارزیابی کرد (Ardito et al., 2020). در صنعت پتروشیمی، استفاده از علم‌سنجی به تحلیل سیاست‌های نوآوری و فناوری کمک می‌کند و به تصمیم‌گیران اطلاعات لازم برای بهبود رقابت‌پذیری و افزایش بهره‌وری در این صنعت را ارائه می‌دهد. این تحلیل‌ها شامل ارزیابی تأثیر سیاست‌های تحقیق و توسعه، تحلیل شبکه‌های همکاری پژوهشی و شناسایی روندهای نوآوری در زمینه‌های مختلف پتروشیمی می‌شود (Changsheng and Wenjie, 2023). در صنعت پتروشیمی، که یکی از صنایع مهم و راهبردی در سطح جهانی محسوب می‌شود، علم‌سنجی تأثیر مهمی در بهبود فرایندهای تحقیق و توسعه، نوآوری‌های فناورانه و افزایش رقابت‌پذیری دارد. این صنعت به دلیل وابستگی به فناوری‌های پیچیده و سرمایه‌بر، نیازمند سیاست‌هایی است که تحقیق و توسعه را تسریع کند و بهره‌وری را افزایش دهد. علم‌سنجی در این زمینه به شناسایی روندهای اصلی، بررسی نقاط قوت و ضعف سیاست‌های موجود و ارائه پیشنهادهایی برای بهبود راهبردهای تحقیق و توسعه کمک می‌کند (Marti-nez-Garcia et al., 2023).

یکی از کاربردهای مهم علم‌سنجی در صنعت پتروشیمی، ارزیابی شبکه‌های همکاری علمی و فناورانه است. این شبکه‌ها شامل همکاری‌های بین دانشگاه‌ها، مؤسسات پژوهشی و شرکت‌های صنعتی می‌شود. علم‌سنجی با تحلیل داده‌های مربوط به این همکاری‌ها، تأثیر این شبکه‌ها در انتقال فناوری و تسریع نوآوری را بررسی می‌کند. مثلاً، ارزیابی همکاری‌های بین‌المللی در تحقیق و توسعه فناوری‌های نوین مانند کاتالیزورها، مواد جدید و فرایندهای تولید بهینه، به شناسایی شرکای اصلی و توسعه سیاست‌های مؤثر برای افزایش توان رقابتی این صنعت کمک می‌کند (Zhu and Zhang., 2023). علاوه بر این، علم‌سنجی به ارزیابی تأثیر سیاست‌های آموزشی و تربیت نیروی انسانی در صنعت پتروشیمی نیز کمک می‌کند. با توجه به پیچیدگی‌های فناوری و نیاز به نیروی کار متخصص، علم‌سنجی می‌تواند به شناسایی نیازهای آموزشی و طراحی برنامه‌های آموزشی متناسب با نیازهای آینده این صنعت کمک کند. این تحلیل‌ها اطلاعات مهمی برای تصمیم‌گیران فراهم می‌آورد تا سیاست‌های آموزشی

مناسبی را برای تأمین نیروی کار ماهر و افزایش رقابت‌پذیری در بازار جهانی تدوین کنند (Zhao, 2023). فناوری‌های جدید انقلاب صنعتی نسل چهارم، مانند هوش مصنوعی، محاسبات ابری و فناوری رباتیک، شیوه زندگی و یادگیری و کسب‌وکارها با سرعت بی‌سابقه‌ای تاریخ بشر را تغییر داده است. این تغییرات در راستای تغییر چشم‌اندازهای سیاسی و بی‌ثباتی محیطی نشان می‌دهد، بیش از هر زمان دیگری، رهبران به ابزارهایی برای درک آینده و برنامه‌ریزی برای آن، هم در بازه‌های بلندمدت و هم در بازه‌های کوتاه‌مدت نیاز دارند (Charmchi et al., 2023). در نهایت، علم‌سنجی به شناسایی و ارزیابی نوآوری‌های پایدار در صنعت پتروشیمی کمک می‌کند. با توجه به معضلات زیست‌محیطی و نیاز به کاهش اثرهای منفی بر محیط‌زیست، این صنعت نیازمند نوآوری‌های سبز و پایدار است. با علم‌سنجی می‌توان به شناسایی روندهای پژوهشی و نوآوری‌های مرتبط با توسعه فرایندها و محصولات پایدار در صنعت پتروشیمی کمک کرد و سیاست‌های حمایتی مناسبی را برای توسعه این نوآوری‌ها تدوین کرد (Tamala et al., 2022). یکی از اهداف اصلی سیاست‌های علم و فناوری در صنعت پتروشیمی، تسهیل تحقیق و توسعه و نوآوری در این صنعت است. سیاست‌های حمایتی دولت‌ها در زمینه تحقیق و توسعه به تسریع توسعه فناوری‌های جدید در زمینه‌های مانند کاتالیزورها، مواد جدید و فرایندهای تولید پیشرفته کمک می‌کند (Wu et al., 2024). همچنین، سیاست‌های علم و فناوری موجب ترویج استفاده از فناوری‌های پاک و پایدار در صنعت پتروشیمی می‌شود. با توجه به افزایش نگرانی‌ها درباره تغییرات اقلیمی و اثرهای زیست‌محیطی، این سیاست‌ها در تشویق صنایع به کاهش آلاینده‌ها و توسعه فرایندهای پایدار بسیار تأثیرگذارند. به عنوان مثال، سیاست‌های تشویقی برای تحقیق و توسعه در حوزه‌های مرتبط با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود کارایی انرژی را می‌تواند به سمت تولید محصولات پتروشیمی با اثرهای زیست‌محیطی کمتر هدایت کند (Rissman et al., 2020). در ادامه بر اساس ادبیات مستخرج از پایگاه استنادی گوگل اسکالر در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ میلادی به سؤالات پژوهش پاسخ داده خواهد شد:

- خوشه‌های اصلی در حوزه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی کدام‌اند؟
- بر پایه ترسیم شبکه، این خوشه‌ها از طریق کدام گره‌ها به هم مرتبط‌اند؟
- مهم‌ترین آثار حوزه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی در چه طیف زمانی رخ داده‌اند؟

۱. مبانی نظری

۱-۱. علم‌سنجی صنعت پتروشیمی

صنعت پتروشیمی، که یکی از شاخه‌های حیاتی و پیشرو در صنایع شیمیایی است، در اقتصاد جهانی بسیار تأثیرگذار است. این صنعت، با تبدیل مواد خام نفتی و گازی به محصولات متنوع شیمیایی و پلیمری، زمینه‌ساز توسعه بسیاری از صنایع وابسته است (International Energy Agency, 2018). از دهه‌های گذشته، رشد صنعت پتروشیمی پیوسته افزایش یافته و با ورود فناوری‌های نوین، تولید و بهره‌وری در این صنعت به‌طور چشم‌گیری بهبود یافته است (Shaju et al., 2021). علم‌سنجی، به‌منزله ابزاری تحلیلی، تولیدات علمی و پژوهشی مرتبط با این صنعت را بررسی و ارزیابی می‌کند و از آن به‌عنوان معیاری برای اندازه‌گیری توسعه و نوآوری در این حوزه استفاده می‌شود. با توجه به پیچیدگی‌های فنی و فناورانه صنعت پتروشیمی، با تحلیل‌های علم‌سنجی می‌توان روندهای پژوهشی را شناسایی کرد و نقشه‌های پژوهشی آینده را هدایت کرد (Sadeqi Ara- ni and Kadkhodaie, 2023). این امر به‌ویژه در شناسایی نوآوری‌ها، فناوری‌های جدید و نیازهای پژوهشی صنعت پتروشیمی، که به رشد و توسعه پایدار آن کمک می‌کند، اهمیت دارد (Wu et al., 2024). با افزایش تقاضا برای محصولات پتروشیمی در بخش‌های مختلف مانند خودروسازی، کشاورزی، داروسازی و صنایع بسته‌بندی، رشد این صنعت در دهه‌های اخیر به‌شدت افزایش یافته است (Emergen Research, 2025). در سال‌های اخیر، به‌ویژه پس از سال ۲۰۲۰، تمرکز بیشتری بر تحلیل‌های علم‌سنجی در حوزه پتروشیمی صورت گرفته است. این تحلیل‌ها نشان می‌دهند که چگونه پژوهش‌ها و نوآوری‌های جدید به بهبود فرایندها، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری در این صنعت منجر شده است. علاوه‌براین، بررسی علم‌سنجی صنعت پتروشیمی، کمک می‌کند تا مسیرهای جدیدی برای تحقیق و توسعه شناسایی شود و کشورهای پیشرو در این حوزه و مراکز پژوهشی برجسته مشخص شوند. مثلاً، پژوهش‌هایی که بر پایه علم‌سنجی پتروشیمی در سال‌های اخیر انجام شده‌اند، نشان می‌دهند که کشورهایی مانند چین و ایالات‌متحد آمریکا بیشترین سهم را در تولیدات علمی مرتبط با این صنعت دارند. این کشورها نه‌تنها از نظر کمی بلکه از نظر کیفی نیز در پژوهش‌ها و نوآوری‌های جهانی تأثیر مهمی دارند. از سوی دیگر، تحلیل‌های علم‌سنجی کمک می‌کند تا حوزه‌هایی که به توجه بیشتری در پژوهش‌ها نیازمندند شناسایی شوند و منابع پژوهشی مؤثرتری به آن‌ها تخصیص یابند. درنهایت، نتایج حاصل از علم‌سنجی برای سیاست‌گذاران، مدیران صنعتی و محققان، اطلاعات ارزشمندی فراهم می‌کند تا بتوانند برنامه‌های راهبردی توسعه پایدار صنعت

پتروشیمی را تدوین کنند. این امر نه‌تنها به افزایش رقابت‌پذیری این صنعت در بازارهای جهانی کمک می‌کند، بلکه به کاهش اثرهای زیست‌محیطی و توسعه فناوری‌های سبز نیز منجر می‌شود (Wu et al., 2024).

۲-۲. سیاست علم و فناوری و نوآوری

سیاست‌های علم و فناوری در پیشبرد صنایع مختلف، ازجمله صنعت پتروشیمی، نقش مهمی ایفا می‌کنند. این سیاست‌ها مستقیماً بر توسعه فناوری‌های نوین، بهبود فرایندهای تولید و افزایش رقابت‌پذیری در بازارهای جهانی تأثیر می‌گذارند. صنعت پتروشیمی، یکی از صنایع راهبردی و پایه‌ای مشهور در اقتصاد جهانی، وابستگی زیادی به فناوری‌های پیشرفته و نوآوری‌های علمی دارد. ازاین‌رو، تدوین و اجرای سیاست‌های مؤثر در حوزه علم و فناوری برای تقویت این صنعت از اهمیت بالایی برخوردار است. در این راستا، سیاست‌های علم و فناوری می‌توانند از طریق حمایت از نوآوری، تسهیل تحقیق و توسعه و ایجاد زیرساخت‌های مناسب تأثیر مستقیمی بر بهبود عملکرد این صنعت داشته باشند (Rissman et al., 2020). سیاست علم، فناوری و نوآوری بر برقراری پیوندها، خوشه‌ها و شبکه‌ها و نیز برانگیختن یادگیری بین عناصر موجود در نظام‌ها و تواناکردن کارآفرینی متمرکز است (Fartash et al., 2021). تسریع نوآوری و تحقیق و توسعه یکی از اهداف مهم سیاست‌های علم و فناوری در صنعت پتروشیمی است. این سیاست‌ها معمولاً شامل تخصیص بودجه‌های پژوهشی، تشکیل مراکز پژوهشی تخصصی و تشویق به همکاری بین صنعت و دانشگاه‌ها می‌شود. حمایت از طرح‌های تحقیق و توسعه در زمینه‌های مختلف پتروشیمی، مانند توسعه کاتالیزورها، مواد جدید و بهینه‌سازی فرایندهای تولید، به افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تولید کمک می‌کند. به‌عنوان مثال، سیاست‌هایی که از همکاری‌های پژوهشی بین‌المللی حمایت می‌کنند ممکن است به تبادل دانش و انتقال فناوری‌های پیشرفته بین کشورها و شرکت‌ها منجر شوند (Rissman et al., 2020). سیاست‌های علم و فناوری همچنین می‌توانند تأثیر مهمی در ترویج استفاده از فناوری‌های پاک و پایدار در صنعت پتروشیمی داشته باشند. با توجه به افزایش نگرانی‌های جهانی درباره تغییرات اقلیمی و تأثیرات زیست‌محیطی صنایع سنگین، سیاست‌های محیط‌زیستی تأثیر مهمی در صنعت پتروشیمی دارند. این سیاست‌ها شامل تشویق به توسعه و استفاده از فناوری‌های کم‌کربن، کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌هاست. به‌عنوان مثال، حمایت‌های مالی و قانونی از تحقیق و توسعه در حوزه‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر و بهبود کارایی انرژی به کاهش اثرهای زیست‌محیطی این صنعت کمک می‌کند (Dey et al., 2023). علاوه‌براین، سیاست‌های علم و فناوری

۲. پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های بیشتری در زمینه علم‌سنجی سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی انجام شده است که هر یک به جنبه‌های خاصی از این حوزه پرداخته‌اند. این مطالعات، علاوه بر ارزیابی عملکرد سیاست‌ها در ترویج نوآوری و فناوری، به بررسی تعاملات بین عوامل مختلف و تأثیرات سیاست‌های ملی و بین‌المللی بر توسعه این صنعت نیز توجه کرده‌اند.

۲-۱. پژوهش‌های بین‌المللی

پیشینه پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه علم‌سنجی سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی تأثیر سیاست‌های علم و فناوری در تسهیل نوآوری‌ها و توسعه فناوری‌های پیشرفته را در این صنعت تحلیل و ارزیابی می‌کند. این مطالعات از ابزارها و روش‌های علم‌سنجی برای ارزیابی تأثیرهای سیاست‌های مختلف بر روندهای نوآورانه و عملکرد علمی و فناورانه صنعت پتروشیمی بهره برده‌اند.

می‌تواند به تقویت رقابت‌پذیری صنعت پتروشیمی در بازارهای جهانی کمک کند. این سیاست‌ها با تشویق به نوآوری و بهبود فرایندهای تولید، می‌تواند به افزایش کیفیت محصولات، کاهش هزینه‌ها و بهبود بهره‌وری کمک کنند. برای مثال، سیاست‌های حمایتی از تحقیق و توسعه در زمینه‌های مربوط به بهینه‌سازی فرایندهای تولید و استفاده از مواد اولیه با کارایی بالاتر می‌تواند به تولید محصولات با کیفیت بالاتر و هزینه‌های کمتر منجر شود. همچنین، سیاست‌های تشویقی برای مشارکت در زنجیره‌های تأمین جهانی و همکاری‌های بین‌المللی می‌تواند به بهبود جایگاه رقابتی کشورها در صنعت پتروشیمی منجر شود (Hassani et al., 2017). در نهایت، سیاست‌های علم و فناوری می‌تواند به تربیت نیروی انسانی متخصص و بهبود زیرساخت‌های آموزشی در صنعت پتروشیمی کمک کنند. با توجه به نیازهای روزافزون این صنعت به نیروی کار ماهر و متخصص، سیاست‌هایی که به توسعه برنامه‌های آموزشی و حرفه‌ای مرتبط با این صنعت می‌پردازند از اهمیت بالایی برخوردارند. این سیاست‌ها تنظیم برنامه‌های تحصیلات تکمیلی تخصصی، دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت و برنامه‌های کارآموزی در مراکز صنعتی را در برمی‌گیرد که به تربیت نیروی کار متناسب با نیازهای آینده صنعت پتروشیمی کمک می‌کنند (Pinto and Uchil, 2024).

جدول ۱: پیشینه پژوهش‌های بین‌المللی

موضوع	محقق
به سوی صنعت ۴/۰: نداشت فناوری‌های دیجیتال برای ادغام مدیریت زنجیره تأمین و بازاریابی	(Ardito et al., 2020)
روند تحول فناوری صنعت پتروشیمی بر اساس دیدگاه ثبت اختراع	(Changsheng and Wenjie, 2023)
تأثیر همکاری‌های صنعتی، دانشگاهی، پژوهشی بر بازده نوآوری در صنعت نفت و پتروشیمی چین	(Zhu and Zhang., 2023)
تحقیق درباره آموزش اصلاح دروس پتروشیمی در دانشگاه‌ها در زمینه بی‌طرفی کربن	(Zhao, 2023)
تصمیم‌گیری مدیریتی در عصر صنعت ۴/۰	(Jankelova and Puhovichova, 2022)
تجزیه و تحلیل کتاب‌سنجی تحقیقات تولید نفت و گاز پایدار با استفاده از VOSviewer	(Tamala et al., 2022)
روند جهانی تحقیق و توسعه گازهای پسماند پتروشیمی از سال ۱۹۸۱ تا ۲۰۲۲	(Wu et al., 2024)
فناوری‌ها و سیاست‌ها برای کربن‌زدایی صنعت جهانی: بررسی و ارزیابی محرک‌های کاهش تا سال ۲۰۷۰	(Rissman et al., 2020)
آینده پتروشیمی‌ها: به‌سوی پلاستیک‌ها و کودهای پایدارتر	(International Energy Agency, 2018)
تحلیل کتاب‌سنجی کاربرد روش‌های یادگیری ماشین در صنعت نفت	(Sadeqi Arani and Kadkhodaie, 2023)
اندازه بازار پتروشیمی، سهم، رشد، گزارش ۲۰۲۵ تا ۲۰۳۴	(Emergen Research, 2025)
سبزکردن صنعت پتروشیمی: راهبردهای پایداری	(Dey et al., 2023)
تأثیر نوآوری و فناوری در پایداری صنعت نفت و پتروشیمی	(Hassani et al., 2017)

موضوع	محقق
مروری بر توسعه مهارت در صنعت پتروشیمی: فرصت‌ها، معضلات و جهت‌گیری‌های راهبردی	(Pinto and Uchil, 2024)
ادغام و جداسازی در صنعت پتروشیمی جهانی: تحلیل شبکه شرکتی چندمقیاسی	(Verbeek and Mah, 2020)
تحلیل علم‌سنجی و نقشه‌برداری آرایه اسنادی با موضوع «نفت و فرآورده‌های نفتی»	(Busygina and Rykova, 2020)
مدل مدیریت نوآوری برای شرکت‌های پتروشیمی تولیدکننده محصولات پلی اتیلن در ایران	(Marznaki and Khamseh, 2018)
خوشه‌های نوآوری در صنعت پتروشیمی در منطقه آسیا و اقیانوسیه	(Trifonova et al., 2017)

۲-۲. پژوهش‌های داخلی

در ایران نیز پژوهش‌هایی با موضوع علم‌سنجی سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی انجام شده است. این پژوهش‌ها بیشتر بر تحلیل عملکرد نوآوری و سیاست‌های فناوری

جدول ۲: پیشینه پژوهش‌های داخلی

موضوع	محقق
شناسایی معضلات اصلی تولید در صنعت پتروشیمی (مطالعه موردی: صنایع پتروشیمی هلدینگ خلیج فارس)	(Ghaloozi et al., 2023)
تجزیه و تحلیل کتاب‌سنجی گزارش‌دهی پایداری: کارکردها و معضلات تدوین در صنعت پتروشیمی ایران	(Moradi, 2024)
ارزیابی و تحلیل عملکرد عوامل مؤثر بر نوآوری در شرکت پتروشیمی جم با رویکرد هوشمندی فناوری	(Sadeqi and Khamseh, 2017)
مروری بر ابعاد و چشم‌انداز توسعه پایدار در صنعت نفت و گاز ایران و جهان	(Hatefi and Ahmadvand, 2024)
تأثیر سیاست‌های حمایتی دولت‌ها در افزایش ظرفیت جذب نوآوری در شرکت‌های کوچک و متوسط	(Goudarzi et al., 2015)
تحلیل روند بهره‌وری انرژی در صنعت پتروشیمی ایران	(Graminia et al., 2015)

۲-۳. شکاف‌های پژوهشی

کمبود مطالعات تطبیقی بین‌المللی در این حوزه مشهود است. بااینکه صنعت پتروشیمی ماهیت جهانی دارد اما پژوهش‌هایی که عملکرد سیاست‌های علمی و نوآوری را در کشورهای مختلف مقایسه و بهترین تجارب را شناسایی کنند بسیار اندک‌اند (Aszódi et al., 2021). درنهایت، شکاف مهم دیگری در بررسی ارتباط بین سیاست‌های نوآوری و اهداف زیست‌محیطی دیده می‌شود. مطالعات کمی به ارزیابی تأثیر سیاست‌های نوآوری بر پایداری زیست‌محیطی پرداخته‌اند، درحالی‌که این موضوع جهت‌گیری مهمی در توسعه پایدار صنعت پتروشیمی داشته باشند.

۳. روش‌شناسی پژوهشی

روش‌های علم‌سنجی شامل تحلیل کتاب‌سنجی تحلیل شبکه‌های همکاری و تحلیل محتوای مقالات علمی است. ابزارهایی مانند Scopus، Web of Science و Google Scholar برای

شکاف‌های پژوهشی موجود در حوزه علم‌سنجی مربوط به سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی موضوعات متعددی را در برمی‌گیرد که هنوز به‌طور جامع مطالعه نشده‌اند. نخست، نبود مطالعات نظام‌مند و بلندمدت برای ارزیابی تأثیر سیاست‌های علمی بر نوآوری‌های بنیادین از مهم‌ترین شکاف‌هاست. بیشتر مطالعات بر شاخص‌های کمی تمرکز دارند و به تحلیل‌های کیفی و ساختاری توجه کافی نشده است.

شکاف دیگر، توسعه نیافتن روش‌های نوین علم‌سنجی مانند تحلیل شبکه‌ای برای بررسی تعاملات بین دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و صنعت است. این روش‌ها می‌توانند ساختار پیچیده نوآوری را در صنعت پتروشیمی بهتر نمایان کنند، اما هنوز کاملاً به کار گرفته نشده‌اند (Glänzel et al., 2021). همچنین،

مناسب برای استفاده در VOSviewer تبدیل شوند. معمولاً داده‌ها به فرمت‌های txt، csv یا ris استخراج و ذخیره می‌شوند. داده‌های آماده‌شده را می‌توان مستقیماً به VOSviewer وارد کرد (Van Eck and Waltman, 2010).

[۴] ساخت شبکه‌ها: نرم‌افزار VOSviewer گزینه‌های مختلفی برای ترسیم شبکه دانش دارد. مراحل ترسیم شبکه دانش و ترسیم طیف فعال‌ترین و قدیمی‌ترین اصطلاحات تهیه‌شده در این بازه زمانی عبارت است از: (۱) ابتدا گزینه Creat a map based on text data انتخاب شد (۲) سپس گزینه Read data from Bibliographics database files انتخاب شد (۳) نشانی فایل موردنظر در بخش Select Files مشخص شد (۴) در این مرحله گزینه Titled Field انتخاب شد (۵) برای شمارش و ترسیم شبکه دانش روش دودویی Binary انتخاب شد (۶) حداقل تعداد دفعات یک اصطلاح برابر با ۷۰ در نظر گرفته شد. (۷) سپس شبکه دانش ترسیم شد.

[۵] مصورسازی: ابزارهای گرافیکی قدرتمندی برای مصورسازی شبکه‌های طراحی شده است. می‌توان نقشه‌های مختلفی تنظیم کرد که ساختار و روابط بین عناصر مختلف را نشان دهند. این نقشه‌ها شامل نقشه‌های حرارتی (heat maps)، نقشه‌های خوشه‌بندی (Cluster maps) و نقشه‌های چگالی (Density maps) هستند (Van Eck and Waltman, 2010).

[۶] ترسیم روندها: در این مرحله، روندهای مرتبط با سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی بر اساس تعداد پژوهش‌های انجام‌شده در قالب موضوعات مختلف طی سال‌های گذشته بررسی شد تا روندهای گوناگون در موضوعات مرتبط شناسایی و ارزیابی شوند. داده‌های جمع‌آوری‌شده در قالب نمودارهایی ارائه شده است که تغییرات و نوسانات در حوزه‌های مختلف به‌خوبی نمایش داده شوند.

[۷] تحلیل و تفسیر: پس از نمایش روندها، مرحله تحلیل و تفسیر داده‌ها آغاز می‌شود. در این مرحله، باید الگوها و روندهای مشخص داده‌ها شناسایی شود و نتایج آن با مقالات و مطالعات پیشین مقایسه شود (Donthu et al., 2021).

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای مشخص‌شدن روندها و کلان‌روندها، به داده‌هایی در بازه‌های زمانی مختلف نیاز است. ماهیت پژوهش بررسی و علم‌سنجی برای سیاست‌گذاری در صنعت پتروشیمی است، بنابراین استفاده از روندها و کلان‌روندها طی ۲۴ سال اخیر حائز اهمیت است، ازاین‌رو این واژگان در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ میلادی تجزیه و تحلیل شد. برای جمع‌آوری داده‌ها و بررسی خوشه‌های مختلف در زمینه سیاست‌گذاری علم و فناوری در صنعت پتروشیمی تمامی ابعاد مختلف پژوهش در نظر گرفته

جمع‌آوری و تحلیل داده‌های علمی استفاده می‌شوند. این ابزارها می‌توانند به شناسایی پژوهشگران، مراکز پژوهشی برجسته و روندهای پژوهشی کمک کنند. نرم‌افزار VOSviewer به‌طور گسترده در تحلیل‌های کتاب‌سنجی و مصورسازی داده‌های شبکه‌ای علمی استفاده می‌شود. استفاده از این نرم‌افزار به دلایل متعددی دارای مزیت است:

[۱] تحلیل شبکه‌های علمی: VOSviewer برای تحلیل روابط بین محققان، مقالات، کلمات کلیدی و نشریات طراحی شده است. این نرم‌افزار این امکان را می‌دهد که شبکه‌های همکاری، استنادی و مفهومی را شناسایی و تحلیل کرد.

[۲] مصورسازی داده‌های پیچیده: داده‌های کتاب‌سنجی معمولاً پیچیده‌اند و به شکل شبکه‌های بزرگ و غیرقابل فهم می‌آیند. VOSviewer با فراهم‌کردن ابزارهای بصری‌سازی پیشرفته، این داده‌ها را به شکلی قابل فهم و کاربردی نمایش می‌دهد.

[۳] شناسایی روندهای علمی: قابلیت Overlay Visual-ization در VOSviewer به محققان کمک می‌کند تا روندهای زمانی را در زمینه‌های علمی شناسایی کنند و تحول مفاهیم یا تغییرات در همکاری‌های علمی را در طول زمان تحلیل کنند. مراحل اجرای این پژوهش عبارت است از: (۱) تعیین واژگان کلیدی (۲) جمع‌آوری داده‌ها (۳) آماده‌سازی و دسته‌بندی (۴) ترسیم شبکه (۵) مصورسازی (۶) ترسیم روندها (۷) تحلیل و تفسیر. ابزار علم‌سنجی این پژوهش نرم‌افزار تخصصی VOSviewer است که در بالا توضیحات لازم در خصوص چرایی استفاده از آن ارائه شد. این رویکرد به شفاف‌سازی رشد علمی، شناخت حوزه‌های پراهمیت و شناسایی شکاف‌های پژوهشی کمک می‌کند و در سیاست‌گذاری علمی و تصمیم‌گیری‌های استراتژیک تأثیر مهمی دارد. در زیر هر یک از این مراحل به تفسیر ارائه شد:

[۱] تعیین واژگان کلیدی: ماهیت پژوهش به‌گونه‌ای است که برای سیاست‌گذاری باید ابعاد مختلفی را تجزیه و تحلیل کرد. همچنین برای ترسیم شبکه دانش باید داده‌های زیادی را بررسی کرد. لذا واژگان کلیدی در قالب ۳۸ کلیدواژه شناسایی شد و برای هر کلیدواژه نیز تعداد ۱۰۰۰ رکورد مدنظر قرار گرفت.

[۲] جمع‌آوری داده: برای دریافت رکوردها در این حجم بالا (۳۸ هزار)، باید از نرم‌افزار Publish or Perish استفاده کرد. این نرم‌افزار این قابلیت را دارد که در هر بار جست‌وجو ۱۰۰۰ رکورد را استخراج کرد. شایان ذکر است که داده‌ها از پایگاه اطلاعاتی Google Scholar استخراج شد. همچنین قبل از جست‌وجو باید بازه زمانی را تنظیم کرد. بازه زمانی این پژوهش، بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ میلادی است.

[۳] آماده‌سازی داده‌ها: داده‌های استخراج‌شده باید به فرمت

- شده است. شایان ذکر است که تعداد ۳۷,۹۸۷ پژوهش در خصوص صنعت پتروشیمی با ابعاد مختلف یافت شد که شامل این موارد است:
- فناوری‌های کلیدی در پتروشیمی (Technologies Key in Petrochemical)
 - سایر مفاهیم مرتبط (Other related Concepts)
 - توسعه فناوری و نوآوری (Technology development and innovation)
 - سیاست‌گذاری (Policy making)
 - اقتصاد و بازار (Economy and market)
 - محیط‌زیست و پایداری (The Environment and Sustainability)
- واژه سیاست‌گذاری شاید به‌تنهایی نتواند ابعاد مختلف را مشخص کند؛ به همین سبب ابعاد مختلفی همچون توسعه فناوری و نوآوری، اقتصاد و بازار، محیط‌زیست و پایداری، فناوری‌های کلیدی در پتروشیمی و سایر مفاهیم مرتبط در نظر گرفته شد و این ابعاد نیز به موضوعات دیگری طبقه‌بندی شدند.

جدول ۳: فهرست واژگان مطالعه‌شده در پژوهش در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴

خوشه اصلی	واژگان	تعداد مقالات	تعداد استنادات
Technology development and innovation	Technological Innovation	۱۰۰۰	۲۹۵,۷۳۶
	Research and Development	۹۹۹	۵۱,۴۳۵
	Technology Transfer	۱۰۰۰	۲۹۰,۱۱۱
	Advanced Technologies Development	۱۰۰۰	۱,۲۰۱,۲۱۱
	Fourth-generation Petrochemicals	۹۹۹	۴۴,۰۷۶
	Digitalization	۱۰۰۰	۱۱۴,۸۰۲
	Industrial Automation	۱۰۰۰	۱۲۹,۶۴۳
Policy making	Industrial Policy	۱۰۰۰	۲۵۴,۰۰۵
	Science and Technology Policy	۱۰۰۰	۹۸۳,۳۰۵
	Sustainable Development	۱۰۰۰	۲۷۹,۰۸۸
	Energy Policies	۹۹۹	۲۲۷,۶۴۰
	Environmental Policies	۱۰۰۰	۲۹۱,۵۶۴
	National Petrochemical Strategies	۱۰۰۰	۳۲۰,۹۰۹
	International Collaboration	۹۹۹	۱۴۸,۸۹۸
Economy and market	Global Petrochemical Market	۹۹۹	۲۵۵,۴۰۸
	Value Chain	۹۹۸	۳۴۳,۶۵۸
	Circular Economy	۱۰۰۰	۱۰۱,۲۴۵
	Energy Efficiency	۹۹۸	۲۸۸,۳۱۵
	Tax and Tariff Policies	۱۰۰۰	۴۳۳,۷۷۲
	Technology Investment	۹۹۹	۲۲۳,۵۰۶

تعداد استنادات	تعداد مقالات	واژگان	خوشه اصلی
۵۴۵,۰۴۰	۱۰۰۰	Carbon Emission Reduction	The Environment and Sustainability
۲۹۱,۸۹۰	۱۰۰۰	Clean Technologies	
۲۲۶,۳۲۵	۱۰۰۰	Waste Management	
۱۶۲,۱۰۱	۱۰۰۰	Low-carbon Economy	
۷۲۴,۱۲۶	۱۰۰۰	Corporate Social Responsibility	
۲۵۳,۰۴۳	۱۰۰۰	Environmental Regulations	
۲۲۴,۱۹۵	۱۰۰۰	Advanced Catalysts	Technologies Key in Petrochemicals
۸۱۸,۱۲۳	۱۰۰۰	Oil Refining Processes	
۸۱۹,۰۰۸	۱۰۰۰	Advanced Polymers and Plastics	
۱۴۰,۶۰۱	۱۰۰۰	Biochemicals	
۳۵۳,۰۸۶	۱۰۰۰	Process Engineering	
۱۶۳,۷۸۷	۱۰۰۰	Simulation and Modeling	
۲۹۵,۴۴۳	۹۹۹	Competitive Sustainability	Other related Concepts
۲۵۶,۷۶۰	۹۹۹	Policy Analysis	
۶۸۳,۳۹۵	۱۰۰۰	Human Resources and Training	
۲۲۰,۹۳۷	۱۰۰۰	Technological Infrastructure	
۱۳۳,۶۹۷	۹۹۹	Energy Security	
۴۸۸,۱۴۷	۱۰۰۰	Future Technology Outlook	
۱۳,۰۷۸,۰۳۱	۳۷,۹۸۷	جمع	

در حوزه سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی، خوشه‌های متعددی شکل گرفته‌اند که هریک بر موضوعات و جنبه‌های خاصی از این صنعت تمرکز دارند. این خوشه‌ها بر اساس پژوهش‌های متعدد و تحلیل‌های علم‌سنجی شناسایی شده‌اند و هرکدام تأثیر مهمی در توسعه و نوآوری در صنعت پتروشیمی دارد. در ادامه خوشه‌های اصلی در این حوزه را بررسی می‌کنیم. حداقل تعداد دفعات یک اصطلاح در نرم‌افزار VOSviewer برابر با ۷۰ در نظر گرفته شده است. در مجموع ۳۶,۳۳۰ اصطلاح است که برای هر ۲۴۸ اصطلاح یک امتیاز در نظر گرفته می‌شود. بر اساس این امتیاز، بیشترین اصطلاحات مرتبط انتخاب شده و ۶۰ درصد اصطلاحات در خروجی در نظر گرفته شده است که برابر با ۱۴۹ اصطلاح است. در شکل (۱) خوشه‌های مربوط به سیاست علم و فناوری و نوآوری در حوزه پتروشیمی مطالعه شده در پژوهش مشخص شده است.

در حوزه سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی، خوشه‌های متعددی شکل گرفته‌اند که هریک بر موضوعات و جنبه‌های خاصی از این صنعت تمرکز دارند. این خوشه‌ها بر اساس پژوهش‌های متعدد و تحلیل‌های علم‌سنجی شناسایی شده‌اند و هرکدام تأثیر مهمی در توسعه و نوآوری در صنعت پتروشیمی دارد. در ادامه خوشه‌های اصلی در این حوزه را بررسی می‌کنیم. حداقل تعداد دفعات یک اصطلاح در نرم‌افزار

جدول ۴: مشخصات شبکه

Total Link Strength	Links	Clusters	Items
۲۳۶۲۷	۳۳۴۸	۶	۱۴۹

جدول ۵: کلیدواژگان خوشه اول

Label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
۲۱st century	۲۶	۶۴	۸۰	۵۷۵	۲۰۱۰
Africa	۳۴	۱۱۲	۱۲۶	۵۸۷۳	۲۰۱۱
Asia	۳۵	۱۷۹	۱۵۷	۴۷۱۳	۲۰۱۰
Barrier	۳۹	۲۳۷	۲۴۲	۳۰۹۹	۲۰۱۵
Brazil	۳۹	۱۷۱	۱۸۵	۲۱۶۲	۲۰۱۰
Business	۳۵	۱۱۷	۱۵۷	۹۴۹	۲۰۱۱
carbon emission	۳۷	۲۶۲	۱۷۰	۸۷۰۶	۲۰۱۷
Challenges	۴۱	۲۴۷	۱۲۰	۸۵۸۳	۲۰۱۵
China	۱۱۴	۲۵۸۱	۲۵۶۹	۵۴۹	۲۰۱۵
City	۴۲	۲۹۶	۲۸۲	۳۷۹۴	۲۰۱۵
climate change	۴۶	۱۴۲	۲۲۱	۶۶۰۶	۲۰۱۰
emission co ₂	۳۸	۴۰۳	۳۲۰	۹۸۷۵	۲۰۱۳
Company	۵۵	۴۰۷	۴۴۸	۱۹۲	۲۰۱۳
comparative analysis	۲۶	۹۵	۷۷	۳۷۶۶	۲۰۱۴
corporate social responsibility	۴۵	۱۸۲	۲۶۲	۶۳۳۶	۲۰۱۰
Country	۷۴	۴۱۱	۴۸۷	۲۳۲	۲۰۱۲
Determinant	۳۰	۱۰۱	۱۰۲	۲۲۵۵	۲۰۱۰
Driver	۴۰	۲۹۰	۲۴۲	۲۸۵۱	۲۰۱۴
eco industrial park	۸	۸۲	۸۰	۷۳۷۵	۲۰۱۲
economic growth	۳۹	۳۲۱	۲۰۷	۴۴۴۴	۲۰۱۳
Economy	۱۱۸	۱۴۷۸	۱۳۹۷	۵۳۷۶	۲۰۱۵
Effect	۱۰۵	۱۰۱۴	۹۲۷	۵۱۱۳	۲۰۱۴
empirical evidence	۲۵	۱۲۰	۷۷	۳۹	۲۰۱۶
energy consumption	۳۷	۲۵۰	۱۶۲	۵۹۸۸	۲۰۱۳
energy security	۳۲	۱۱۵	۱۷۲	۳۳۷۲	۲۰۱۱
Enterprise	۴۱	۳۰۶	۲۵۹	۳۰۵	۲۰۱۶
environmental performance	۲۵	۱۳۵	۹۱	۳۳	۲۰۱۶
environmental regulation	۲۰	۱۶۸	۹۹	۳۱۳۱	۲۰۱۶
Evidence	۶۵	۹۷۱	۶۲۲	۷۴۶	۲۰۱۴
Evolution	۴۸	۲۵۶	۲۱۷	۲۵۸۱	۲۰۱۱

Label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
Factor	۷۲	۳۴۸	۳۵۴	۸۲۴۹	۲۰۱۴
Firm	۴۷	۳۰۷	۳۱۰	۴۶۷۷	۲۰۱۰
foreign direct investment	۳۰	۱۶۴	۱۰۳	۲۹۱۳	۲۰۰۹
gas industry	۴۲	۱۷۲	۲۴۳	۵۸۰۲	۲۰۱۵
Globalization	۳۰	۱۴۸	۱۱۳	۹۹۱۲	۲۰۰۹
Growth	۵۹	۲۴۱	۲۵۳	۳۴۷۸	۲۰۱۱
hydrogen economy	۱۱	۴۸	۱۰۴	۵۴۸۱	۲۰۱۶
Impact	۱۰۵	۱۰۳۸	۱۰۵۸	۹۶۱۲	۲۰۱۴
industrial policy	۲۷	۱۹۶	۱۵۱	۸۴۷۷	۲۰۱۰
industrial symbiosis	۱۲	۱۰۴	۱۴۳	۴۱۹۶	۲۰۱۱
Innovation	۸۵	۸۴۱	۸۳۹	۱۲۲۸	۲۰۱۴
Japan	۳۳	۱۶۹	۱۲۵	۲	۲۰۱۰
Korea	۳۱	۱۱۳	۱۳۹	۱۰۷۹	۲۰۱۱
Latin America	۲۶	۷۳	۸۹	۹۴۳۸	۲۰۰۸
Lesson	۳۱	۱۸۵	۱۸۴	۱۰۸۷	۲۰۱۲
low carbon economy	۲۶	۷۶	۷۲	۷۰۸۳	۲۰۱۳
Mexico	۲۸	۸۲	۱۰۲	۷۸۴	۲۰۱۰
Performance	۸۹	۷۵۲	۷۱۷	۹۹۰۲	۲۰۱۳
Planning	۳۰	۸۹	۱۹۰	۸۵۲۶	۲۰۱۰
Politic	۳۹	۱۵۳	۱۷۵	۸۸۵۷	۲۰۱۱
Relationship	۴۲	۲۰۴	۱۸۸	۵۴۲۶	۲۰۱۳
Saudi Arabia	۴۳	۱۸۰	۱۸۴	۸۷۵	۲۰۱۳
Singapore	۲۰	۹۱	۹۷	۴۲۲۷	۲۰۰۹
south Africa	۳۲	۱۱۵	۱۰۰	۸۹	۲۰۱۲
south Korea	۲۵	۱۷۹	۱۳۵	۵۵۵۶	۲۰۱۲
systematic review	۲۵	۹۲	۱۰۲	۸۷۲۵	۲۰۱۸
Taiwan	۳۸	۲۱۴	۲۱۹	۸۰۸۲	۲۰۰۹
technological innovation	۲۱	۹۸	۸۱	۸۷۶۵	۲۰۱۴
Theory	۴۸	۱۵۱	۱۹۶	۵۹۶۹	۲۰۱۲
Trade	۳۷	۲۱۳	۱۸۷	۲۸۸۸	۲۰۱۱
View	۴۲	۱۰۴	۱۲۴	۵۵۶۵	۲۰۱۳

جدول ۶: کلیدواژگان خوشه دوم

Label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
Application	۱۰۸	۱۴۵۴	۱۵۳۷	۵۳۸۷	۲۰۱۴
Biodegradation	۲۸	۷۶	۱۰۵	۴۷۶	۲۰۱۳
Biodiesel	۲۸	۱۲۶	۱۲۶	۲۵۴	۲۰۱۱
biodiesel production	۳۰	۶۸	۹۳	۱۱۸۳	۲۰۱۳
Catalyst	۷۴	۴۳۶	۴۸۳	۳۵۶۱	۲۰۱۴
Characterization	۴۴	۱۵۸	۱۷۷	۲۴۲۹	۲۰۱۲
Chemistry	۵۴	۲۹۹	۳۱۶	۴۷۴۷	۲۰۱۲
Fundamental	۲۹	۱۶۶	۱۲۰	۲۶۶۷	۲۰۱۳
future prospect	۳۱	۱۲۴	۸۲	۵۶۱	۲۰۱۷
Handbook	۳۴	۹۷	۲۱۸	۹۶۷۹	۲۰۱۰
industrial application	۳۱	۱۱۷	۱۶۸	۷۳۲۱	۲۰۱۳
Material	۷۹	۷۵۰	۶۵۱	۳۴۷۲	۲۰۱۴
Microalgae	۳۳	۱۱۸	۸۲	۱۷۰۷	۲۰۱۴
petrochemical wastewater	۱۸	۱۶۵	۱۳۱	۸۵۵	۲۰۱۴
Petroleum	۴۹	۲۵۹	۲۲۲	۶۱۲۶	۲۰۱۲
petroleum industry	۲۲	۹۴	۱۲۰	۲	۲۰۱۲
petroleum refining	۱۴	۷۲	۷۰	۸۴۲۹	۲۰۱۱
Poly	۲۹	۱۳۰	۱۰۰	۸۶	۲۰۱۴
Polymer	۶۴	۴۳۷	۳۶۵	۴۹۳۲	۲۰۱۳
Principle	۴۱	۱۷۶	۱۷۹	۴۷۴۹	۲۰۱۳
Production	۱۱۵	۲۲۱۲	۱۹۸۶	۳۴۵۹	۲۰۱۴
Property	۴۸	۲۴۹	۲۵۹	۲۸۵۷	۲۰۱۳
recent advance	۴۹	۲۸۵	۱۹۳	۷۳۰۶	۲۰۱۶
recent development	۳۴	۱۴۴	۱۱۷	۵۳۸۵	۲۰۱۶
recent progress	۳۷	۱۵۶	۹۱		۲۰۱۵
Removal	۴۷	۲۲۰	۲۰۹	۳۹۷۱	۲۰۱۴
Soil	۳۰	۱۰۵	۱۴۰	۷۹۲۹	۲۰۱۱
Synthesis	۶۸	۳۷۹	۲۹۴	۸۵۷۱	۲۰۱۴
Treatment	۵۴	۵۳۶	۴۳۵	۱۳۳۳	۲۰۱۵
Wastewater	۴۲	۳۷۵	۳۴۸	۲۱۸۴	۲۰۱۶

Label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
wastewater treatment	۳۹	۲۲۸	۲۴۲	۷۷۲۷	۲۰۱۵
Water	۶۰	۳۰۷	۲۷۷	۴۳۳	۲۰۱۴
Zeolite	۴۰	۲۷۵	۱۹۵	۷۳۳۳	۲۰۱۲

جدول ۷: کلیدواژگان خوشه سوم

Label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
Advance	۴۶	۲۷۸	۲۰۶	۸۹۳۲	۲۰۱۴
Bio	۵۲	۵۳۲	۲۸۸	۲۸۸۲	۲۰۱۴
Bioeconomy	۲۰	۹۶	۱۴۵	۴۲۰۷	۲۰۱۷
Biofuel	۶۱	۵۲۳	۴۳۹	۳۴۶۲	۲۰۱۴
Bioplastic	۲۲	۱۴۹	۱۰۹	۵۴۱۳	۲۰۱۸
Biorefinery	۵۹	۶۱۸	۴۳۶	۵۷۱۱	۲۰۱۴
Chemical	۸۳	۱۲۸۳	۹۱۰	۱۴۴	۲۰۱۳
circular bioeconomy	۲۳	۱۲۸	۹۳	۲۱۵۱	۲۰۲۰
critical review	۵۴	۱۹۳	۱۶۵	۱۶۹۷	۲۰۱۷
Engineering	۶۹	۳۹۶	۴۱۱	۷۷۹	۲۰۱۳
Focus	۴۰	۱۳۰	۸۸	۵۷۹۵	۲۰۱۷
Future	۷۴	۴۴۵	۴۹۸	۹۴۵۸	۲۰۱۳
future perspective	۳۱	۱۹۵	۹۹	۸۸۸۹	۲۰۱۷
green chemistry	۳۰	۱۴۹	۱۲۸	۹۷۶۶	۲۰۱۱
industrial biotechnology	۱۸	۱۷۹	۹۶	۹۱۶۷	۲۰۱۰
Introduction	۳۷	۱۲۸	۱۶۴	۵۷۳۲	۲۰۱۱
lignocellulosic biomass	۳۲	۲۲۹	۹۳	۹۳۵۵	۲۰۱۷
Opportunity	۱۰۱	۹۴۴	۷۵۵	۵۴۳	۲۰۱۵
Part	۳۴	۱۳۷	۱۰۵	۶۱۹	۲۰۱۲
Past	۲۱	۱۶۷	۱۰۰	۲۱	۲۰۱۱
Plastic	۶۶	۴۵۵	۵۲۰	۴۸۰۸	۲۰۱۶
renewable resource	۲۰	۱۱۴	۷۳	۷۱۲۳	۲۰۱۰
Science	۴۱	۱۹۰	۲۳۱	۳۱۶	۲۰۱۱
sustainable production	۳۱	۱۶۵	۱۱۶	۶۴۶۶	۲۰۱۳

جدول ۸: کلیدواژگان خوشه چهارم

Label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
Biomass	۸۱	۱۱۰۳	۷۰۶	۹۳۴۸	۲۰۱۳
carbon capture	۳۷	۲۲۹	۱۷۰	۳۹۴۱	۲۰۱۶
carbon dioxide	۴۳	۱۹۲	۱۲۸	۳۱۲	۲۰۱۳
Catalysis	۵۹	۳۸۲	۲۹۶	۵۱۰۱	۲۰۱۳
co ₂	۳۸	۱۵۶	۱۰۵	۴۸۵۷	۲۰۱۳
Coal	۴۰	۱۹۵	۱۲۱	۶۶۱۲	۲۰۱۲
Conversion	۵۱	۴۱۵	۲۶۸	۷۸۳۶	۲۰۱۴
Fuel	۹۳	۱۰۳۹	۶۹۵	۲۸۶۳	۲۰۱۳
future trend	۲۲	۱۰۱	۸۱	۳۰۸۶	۲۰۱۱
natural gas	۴۷	۲۴۴	۱۹۲	۶۲۵	۲۰۱۳
Petrochemical	۵۶	۳۴۷	۲۶۹	۴۹۴۴	۲۰۱۳
Status	۶۶	۴۱۶	۳۶۷	۷۹	۲۰۱۵
Storage	۵۲	۳۳۹	۲۴۹	۵۵۴۲	۲۰۱۵
Utilization	۷۲	۳۷۲	۳۱۳	۷۰۲۹	۲۰۱۶

جدول ۹: کلیدواژگان خوشه پنجم

Label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
future direction	۳۳	۱۵۴	۹۵	۳۴۷۴	۲۰۱۵
Modeling	۵۱	۱۹۲	۲۲۱	۷۹۶۴	۲۰۱۳
Optimization	۵۳	۲۸۶	۳۵۴	۱۶۹	۲۰۱۵
petrochemical plant	۱۶	۹۱	۱۲۲	۶۸۰۳	۲۰۱۶
Refinery	۵۷	۲۸۸	۲۵۴	۳۲۲۸	۲۰۱۴
Separation	۴۳	۲۲۷	۳۱۱	۴۵۰۲	۲۰۱۵
Simulation	۴۶	۱۷۰	۲۷۰	۴۸۱۵	۲۰۱۲
Uncertainty	۳۱	۱۰۶	۱۱۲	۳۲۱۴	۲۰۱۳
Voc	۲۰	۱۴۸	۸۱	۷۹۰۱	۲۰۱۵
volatile organic compound	۲۳	۲۱۴	۱۴۷	۸۱۶	۲۰۱۴

جدول ۱۰: کلیدواژگان خوشه ششم

Label	Weight <Links>	Weight <Total link strength>	Weight <Occurrences>	Score <Avg. year>	
Art	۴۴	۲۷۷	۱۳۸	۸۱۱۶	۲۰۱۴
artificial intelligence	۲۹	۱۰۹	۱۰۲	۸۲۳۵	۲۰۲۰
plastic waste	۴۱	۲۳۷	۲۰۰	۷۶۵	۲۰۱۸
Product	۷۱	۵۱۲	۳۸۵	۲۷۲۷	۲۰۱۴
Pyrolysis	۵۰	۴۲۳	۲۴۰	۴۶۲۵	۲۰۱۵
State	۱۰۶	۷۳۳	۶۰۵	۶۵۷۹	۲۰۱۳
Value	۷۲	۴۸۸	۳۱۳	۲۸۱۲	۲۰۱۴

جدول ۱۱: فهرست ناشران و مقالات چاپ‌شده استناداتی مطالعه‌شده در پژوهش

ناشر	تعداد استنادات	درصد	تعداد	درصد
Elsevier	۴,۶۰۷,۹۳۰	٪۳۵,۲۳	۱۴,۹۲۴	٪۳۹,۲۹
books.google.com	۱,۷۶۰,۰۴۶	٪۱۳,۴۶	۲,۰۵۴	٪۵,۴۱
Wiley Online Library	۱,۰۵۰,۸۵۹	٪۸,۰۴	۲,۷۵۱	٪۷,۲۴
taylorfrancis.com	۶۵۰,۶۷۷	٪۴,۹۸	۶۹۷	٪۱,۸۳
Springer	۵۹۸,۳۱۶	٪۴,۵۷	۲,۴۵۰	٪۶,۴۵
ACS Publications	۴۵۵,۸۴۵	٪۳,۴۹	۱,۱۱۰	٪۲,۹۲
pubs.rsc.org	۳۵۰,۶۶۵	٪۲,۶۸	۷۱۰	٪۱,۸۷
science.org	۳۰۹,۳۵۱	٪۲,۳۷	۲۱۱	٪۰,۵۶
Taylor and Francis	۲۸۸,۵۱۵	٪۲,۲۱	۱,۳۲۲	٪۳,۴۸
nature.com	۲۳۸,۱۲۲	٪۱,۸۲	۳۸۹	٪۱,۰۲
journals.sagepub.com	۱۷۱,۲۱۷	٪۱,۳۱	۴۴۵	٪۱,۱۷
journals.aom.org	۱۴۸,۸۴۷	٪۱,۱۴	۸۰	٪۰,۲۱
mdpi.com	۱۴۵,۶۰۷	٪۱,۱۱	۱,۰۲۹	٪۲,۷۱
ieeexplore.ieee.org	۱۴۰,۱۲۷	٪۱,۰۷	۵۷۶	٪۱,۵۲
emerald.com	۱۲۷,۷۴۲	٪۰,۹۸	۵۵۵	٪۱,۴۶
degruyter.com	۱۱۸,۱۳۳	٪۰,۹۰	۱۳۳	٪۰,۳۵
academia.edu	۱۱۴,۰۶۱	٪۰,۸۷	۴۳۸	٪۱,۱۵
researchgate.net	۶۸,۳۴۳	٪۰,۵۲	۴۰۳	٪۱,۰۶
cell.com	۶۰,۱۳۴	٪۰,۴۶	۲۱۴	٪۰,۵۶
osti.gov	۵۴,۱۲۸	٪۰,۴۱	۱۱۲	٪۰,۲۹
سایر	۱,۶۱۹,۳۶۶	٪۱۲,۳۸	۷,۳۸۴	٪۱۹,۴۴
جمع	۱۳,۰۷۸,۰۳۱	٪۱۰۰	۳۷,۹۸۷	٪۱۰۰

سیاست‌های مالیاتی و تعرفه‌ای (۴) کاهش انتشار کربن (۵) مسئولیت اجتماعی شرکت (۶) فرایندهای پالایش نفت (۷) پلیمرها و پلاستیک‌های پیشرفته (۸) منابع انسانی و آموزش (۹) چشم‌انداز فناوری آینده. این اصطلاحات بیش از ۵۰ درصد از استنادات را در این بازه زمانی در رکوردهای یافت‌شده به خود اختصاص داده‌اند.

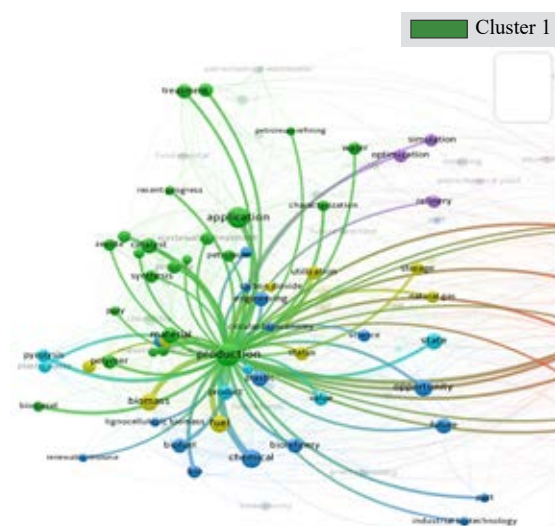
پرسش اول: خوشه‌های حوزه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی کدام‌اند؟

در شکل‌های (۱) تا (۶) نمودار شبکه‌ای خوشه‌های حوزه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی مشخص شده است.

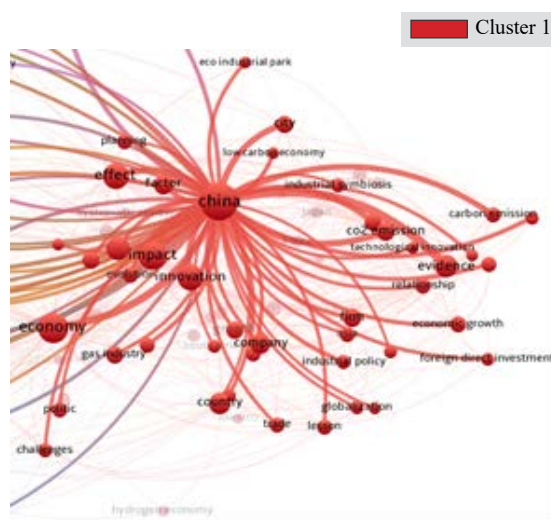
جدول‌ها گویای این است که Elsevier بیشترین آثار (۱۴,۹۲۴) مربوط به سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی را منتشر کرده است. تعداد استنادات مربوط به این مقالات ۴,۶۰۷,۹۳۰ ارجاع است که بیش از ۳۵ درصد ارجاعات در این حوزه است. در ادامه نمودار روند مطالعات انجام‌شده در هر یک از حوزه‌های مختلف در صنعت پتروشیمی بررسی شده است.

۵. یافته‌ها

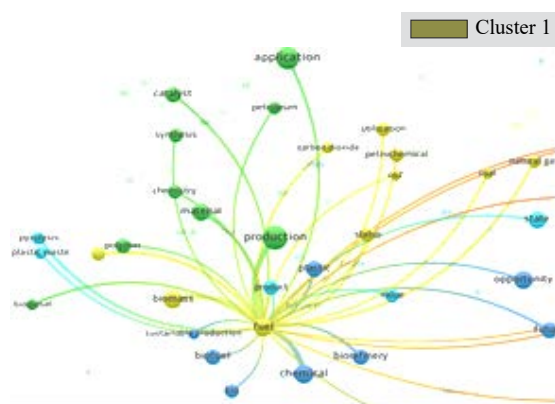
با توجه به داده‌های جدول (۱) مشخص شد که بیشترین استنادات در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ میلادی عبارت است از: (۱) توسعه فناوری‌های پیشرفته (۲) سیاست علم و فناوری (۳)



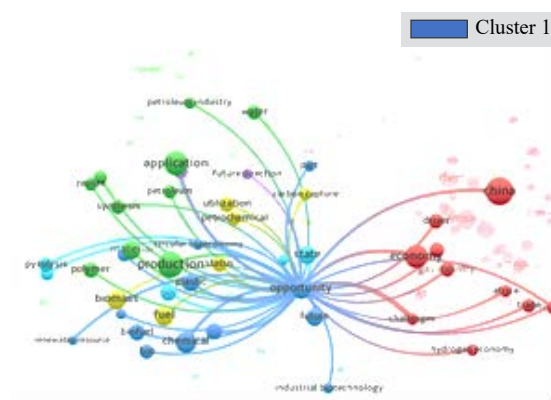
شکل ۲: نمودار شبکه‌ای خوشه دوم



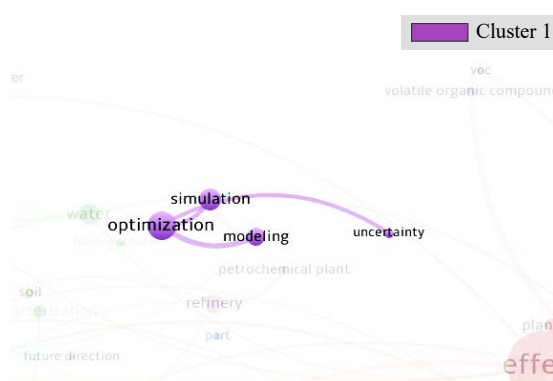
شکل ۱: نمودار شبکه‌ای خوشه اول



شکل ۴: نمودار شبکه‌ای خوشه چهارم



شکل ۳: نمودار شبکه‌ای خوشه سوم

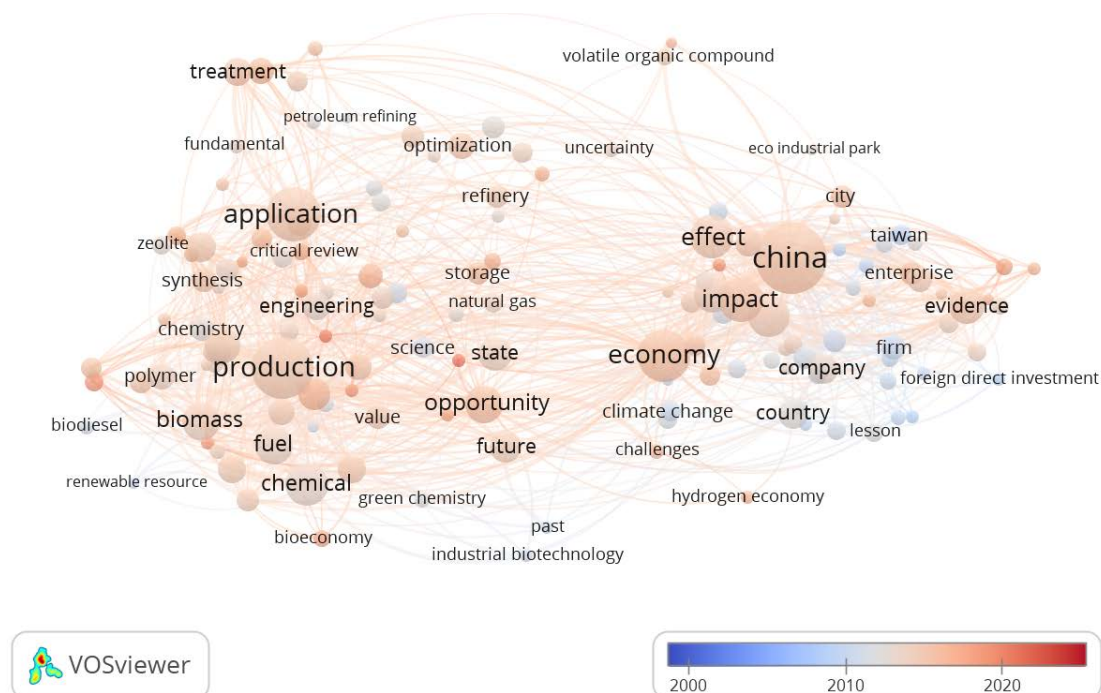


شکل ۵: نمودار شبکه‌ای خوشه پنجم

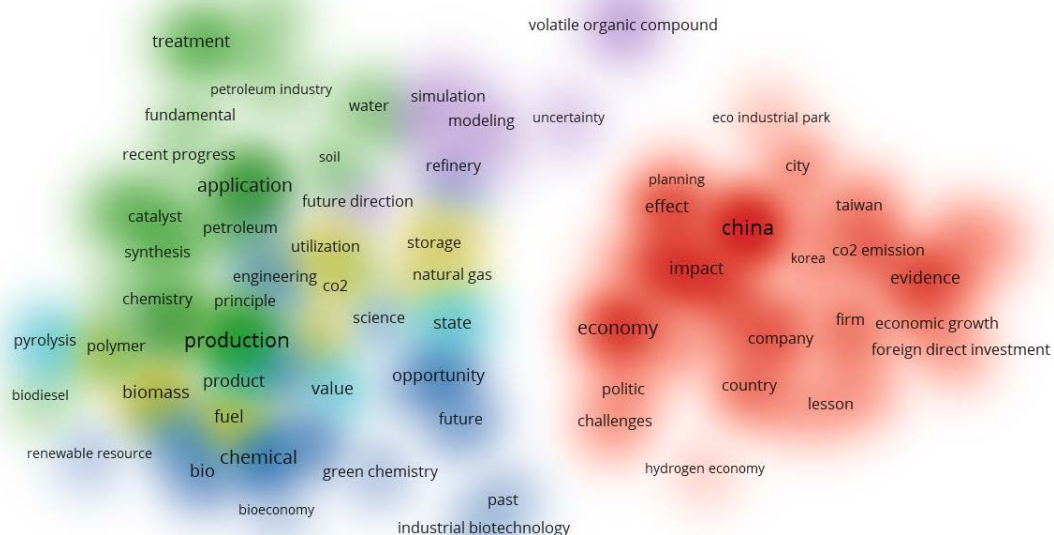
شکل ۷: ترسیم شبکه دانش خوشه‌ها و اصطلاحات مربوط به سیاست‌های علم و فناوری در صنعت پتروشیمی

پرسش سوم: مهم‌ترین آثار حوزه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی در چه بازه زمانی رخ داده‌اند؟

بر اساس خروجی نرم‌افزار VOSviewer طیف زیر از سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ بیان‌کننده فعال‌ترین آثار این حوزه



شکل ۸: نمودار مقالات علمی تهیه‌شده در سال‌های مختلف سیاست‌های علم و فناوری در صنعت پتروشیمی



شکل ۹: نمودار دانسیته اصطلاحات مختلف سیاست‌های علم و فناوری در صنعت پتروشیمی

در جدول ۹، اصطلاحات دارای بیشترین وزن و امتیاز در خوشه‌های مختلف در شبکه دانش مربوط به سیاست‌های علم و فناوری در صنعت پتروشیمی مشخص شده است. به ترتیب در خوشه‌های اول تا ششم، اصطلاحاتی که بیشترین امتیاز را به خود

اختصاص دادند: (۱) جهانی‌سازی (۲) هندبوک (۳) شیمی سبز (۴) بیومس (۵) مدل‌سازی (۶) هوش مصنوعی. همچنین این اصطلاحات بیشترین وزن را به خود اختصاص دادند: (۱) اقتصاد (۲) تولید (۳) فرصت (۴) سوخت (۵) پالایشگاه (۶) دولت.

جدول ۹: واژگانی با بیشترین وزن و امتیاز در خوشه‌های مختلف

Cluster	Max		Max		
	Label	Weight	Label	Score (Avg)	Year
۱	Economy	۱۱۸	globalization	۹۹۱۲	۲۰۰۹
۲	Production	۱۱۵	handbook	۹۶۷۹	۲۰۱۰
۳	Opportunity	۱۰۱	green chemistry	۹۷۶۶	۲۰۱۱
۴	Fuel	۹۳	biomass	۹۳۴۸	۲۰۱۳
۵	Refinery	۵۷	Modeling	۷۹۶۴	۲۰۱۳
۶	State	۱۰۶	artificial intelligence	۸۲۳۵	۲۰۲۰

زیست‌محیطی را به‌منزله فرصت پنداشت. در صنعت پتروشیمی، شیمی سبز و فرصت‌ها تأثیر مهمی در حرکت به‌سوی توسعه پایدار، کاهش آلودگی و افزایش کارایی دارد. شیمی سبز، که بر تولیدات و فرایندهایی با حداقل اثرهای زیست‌محیطی تأکید دارد، فرصت‌های جدیدی را برای نوآوری و رقابت‌پذیری فراهم می‌کند و به شرکت‌ها امکان می‌دهد که نه تنها به الزامات زیست‌محیطی پاسخ دهند، که مزایای اقتصادی و اجتماعی نیز به دست آورند.

[۴] در خوشه چهارم، واژه‌های «بیومس» و «سوخت» نیز بیشترین امتیاز و وزن را دارند که نشان می‌دهد استفاده از منابع زیستی تجدیدپذیر می‌تواند در فرایندهای سوختن، تخمیر و گازسازی به سوخت‌هایی چون بیوگاز، اتانول و بیودیزل تبدیل شوند. از آنجایی که بیومس تجدیدپذیر است، تأثیر مهمی در توسعه انرژی‌های پایدار و کاهش اثرهای زیست‌محیطی دارد.

[۵] در خوشه پنجم، واژه‌های «مدل‌سازی» و «پالایشگاه» بیشترین اهمیت را دارند که نشان‌دهنده اهمیت مدل‌سازی در پالایشگاه‌هاست. این فرایند به بهینه‌سازی، کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و مدیریت بهتر منابع کمک می‌کند. مدل‌سازی امکان شبیه‌سازی عملکرد بخش‌های مختلف پالایشگاه و سنجش تأثیر تغییرات متغیرهای عملیاتی بر محصول نهایی را فراهم می‌آورد. همچنین، این روش در شناسایی گلوگاه‌های تولید، کاهش ضایعات و بهبود کیفیت محصولات مؤثر است. مدل‌سازی به تصمیم‌گیری‌های استراتژیک مانند برنامه‌ریزی

با توجه به جدول ۹ می‌توان رابطه دوه‌دوی واژه‌هایی با بیشترین امتیاز و بیشترین وزن را تجزیه و تحلیل کرد:

[۱] در خوشه اول، واژه‌هایی مانند «جهانی‌سازی» و «اقتصاد» بیشترین امتیاز و وزن را دارند. جهانی‌سازی و اقتصاد در صنعت پتروشیمی مستقیماً بر تولید، صادرات، قیمت‌گذاری و رشد بازارها تأثیرگذارند. با جهانی‌شدن، دسترسی به بازارهای جدید و منابع اولیه گسترده‌تر شده و فرصت‌های بیشتری برای توسعه و بهینه‌سازی زنجیره تأمین فراهم می‌شود. در این میان، عواملی مانند هزینه‌های تولید، مقررات بین‌المللی، تغییرات قیمت نفت و تنش‌های ژئوپلیتیکی از جمله عوامل اقتصادی و سیاسی مهم‌اند که به جهانی‌سازی در این صنعت مرتبط‌اند.

[۲] در خوشه دوم، واژه‌هایی مانند «هندبوک» و «تولید» دارای اهمیت بیشتری است. در صنعت پتروشیمی، هندبوک‌ها و فرایند تولید تأثیر مهمی در ارتقای کیفیت، کارایی، ایمنی و پایداری تولید دارند. هندبوک‌ها به‌عنوان منابع جامع مرجع و استانداردهای فنی، راهنمایی‌هایی دقیق برای مدیریت فرایندهای پیچیده، بهینه‌سازی تولید و رعایت الزامات زیست‌محیطی ارائه می‌دهند. در همین راستا، فناوری‌ها و روش‌های پیشرفته در تولید، به صنعت پتروشیمی امکان می‌دهند که تولیدات را با بهره‌وری بالاتر و کاهش هزینه‌ها انجام دهند.

[۳] در خوشه سوم واژه «شیمی سبز» و «فرصت» دارای بیشترین امتیاز و وزن‌اند که می‌توان شیمی سبز و بحث‌های

و تغییرات اساسی در توسعه سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی طی این بازه زمانی بررسی شده است. سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰: تمرکز بر بهینه‌سازی فرایندها و کاهش هزینه‌ها

در اوایل دهه ۲۰۰۰، سیاست‌های علم و فناوری در صنعت پتروشیمی بیشتر بر بهینه‌سازی فرایندهای تولید و کاهش هزینه‌های تولید متمرکز بود. افزایش بهره‌وری انرژی و بهبود فرایندهای پتروشیمی به واسطه فناوری‌های جدید، مانند کراکینگ کاتالیستی و هیدروژناسیون، از اهداف اصلی این دوره بود. شرکت‌های پتروشیمی در این دوره تلاش کردند تا با استفاده از فناوری‌های جدید تولیدات خود را افزایش دهند و هزینه‌های تولید را کاهش دهند. علاوه بر این، به توسعه همکاری‌های بین‌المللی و استفاده از دانش فنی و فناوری‌های وارداتی به مثابه راهبردی برای تسریع در توسعه فناوری توجه شد. بسیاری از کشورها، به ویژه کشورهای در حال توسعه، به دنبال انتقال فناوری از کشورهای پیشرفته بودند تا ظرفیت‌های تولیدی خود را افزایش دهند (Ker-meli et al., 2011).

سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰: افزایش تمرکز بر پایداری و توسعه پایدار

با ورود به دهه ۲۰۱۰، سیاست‌های علم و فناوری در صنعت پتروشیمی به سمت توسعه پایدار و کاهش اثرهای زیست‌محیطی متمرکز شد. در این دوره، فناوری‌های سبز و فرایندهای تولید پایدار، از جمله بازیافت مواد و استفاده از منابع تجدیدپذیر، اهمیت بیشتری پیدا کردند. علاوه بر این، افزایش مقررات زیست‌محیطی و فشارهای جهانی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، شرکت‌های پتروشیمی را به بازنگری در راهبردهای تولیدی و پژوهشی خود واداشت. پژوهش‌ها نشان دادند که شرکت‌های پتروشیمی در این دوره به سرمایه‌گذاری بیشتر در حوزه‌های تحقیق و توسعه و به ویژه در فناوری‌های جدید، مانند کاتالیست‌های دوستدار محیط‌زیست و فرایندهای کم‌مصرف انرژی، روی آورده‌اند (International Energy Agency, 2018). این تغییرات به ویژه در کشورهایی با قوانین زیست‌محیطی سخت‌گیرانه‌تر مانند کشورهای اروپایی و آمریکای شمالی مشهود بود.

سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴: تمرکز بر نوآوری‌های دیجیتال و هوش مصنوعی

در دهه ۲۰۲۰، با پیشرفت سریع فناوری‌های دیجیتال و هوش مصنوعی، صنعت پتروشیمی شاهد تحولات شگرفی در نحوه تولید و مدیریت فرایندهای خود بوده است. استفاده از فناوری‌های دیجیتال مانند اینترنت اشیا، یادگیری ماشین و تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ به شرکت‌های پتروشیمی امکان افزایش بهره‌وری و بهینه‌سازی عملیات را می‌دهند. همچنین، توسعه سیاست‌های

تولید و پیش‌بینی تقاضا کمک می‌کند و تأثیر سرمایه‌گذاری در فناوری‌های جدید را نیز پیش‌بینی می‌کند. به طور کلی، مدل‌سازی به پالایشگاه‌ها امکان می‌دهد تا با شبیه‌سازی موقعیت‌های مختلف، ریسک‌های عملیاتی و اقتصادی را کاهش دهند و بهره‌وری و سودآوری خود را افزایش دهند.

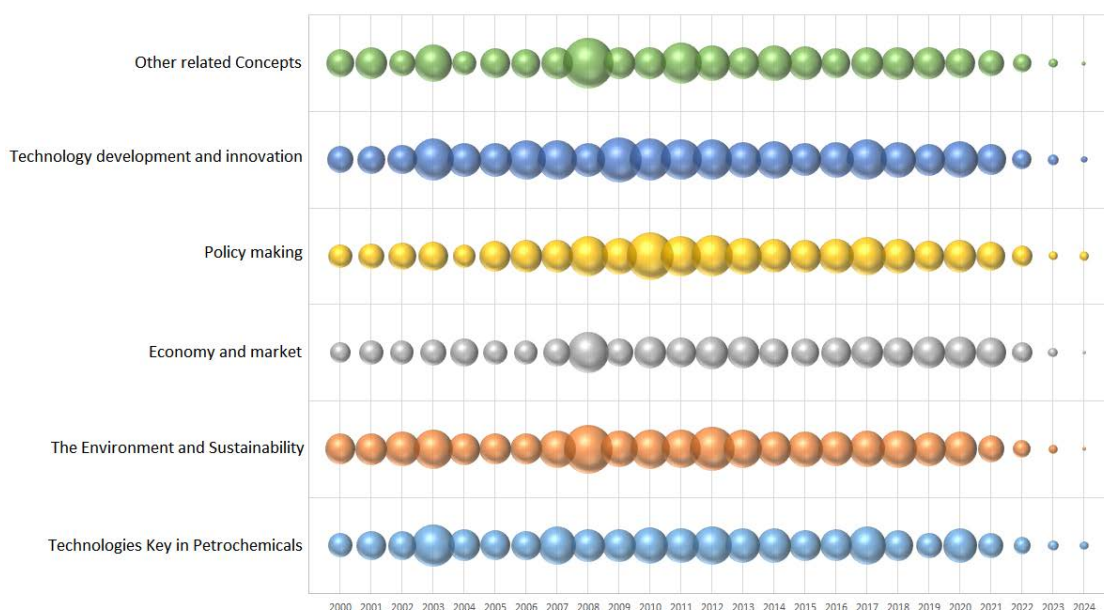
[۶] در خوشه ششم، واژه‌های «هوش مصنوعی» و «وضعیت» به ترتیب بیشترین امتیاز و وزن را دارند. در صنعت پتروشیمی، هوش مصنوعی (AI) و مفهوم «وضعیت» یا «State» از اهمیت زیادی برخوردارند و به بهبود بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها، افزایش ایمنی و بهینه‌سازی فرایندهای تولید کمک می‌کنند. در صنعت پتروشیمی برای تجزیه و تحلیل داده‌های حجیم، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری خودکار و بهبود فرایندهای تولید به کار می‌رود. الگوریتم‌های یادگیری ماشین به پالایشگاه‌ها کمک می‌کنند تا الگوهای پنهان را شناسایی کنند و مشکلات یا ناکارآمدی‌های سیستم را قبل از وقوع شناسایی و رفع کنند. به طور مثال، هوش مصنوعی می‌تواند در تشخیص زودهنگام خرابی‌های احتمالی تجهیزات یا کاهش میزان مصرف انرژی به کار گرفته شود که هم هزینه‌ها و هم اثرهای زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد. «وضعیت» به شرایط عملیاتی و پارامترهای مهم تجهیزات و فرایندها در لحظه‌ای خاص اطلاق می‌شود. داده‌های وضعیت (مانند دما، فشار، جریان مواد و سایر شاخص‌های اساسی عملکرد) در هوش مصنوعی استفاده می‌شوند تا وضعیت عملیاتی را پایش و ارزیابی کنند. این مفهوم برای «نگهداری پیش‌بینانه» بسیار حیاتی است، زیرا هوش مصنوعی می‌تواند با ارزیابی مداوم وضعیت تجهیزات، خرابی‌های احتمالی را پیش‌بینی کند و از بروز توقف‌های ناگهانی و پرهزینه جلوگیری کند. هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل داده‌های وضعیت به مهندسان و مدیران کمک می‌کند تا فرایندها را در بهترین حالت تنظیم کنند. برای مثال، هوش مصنوعی می‌تواند شرایط عملیاتی را با توجه به تغییرات بازار، کیفیت مواد اولیه یا محدودیت‌های زیست‌محیطی تنظیم کند و این به پالایشگاه‌ها امکان می‌دهد تا بهره‌وری و سودآوری خود را به حداکثر برسانند در مجموع، هوش مصنوعی و مفهوم «وضعیت» به طور هم‌افزا به صنعت پتروشیمی کمک می‌کنند تا با بهره‌گیری از داده‌ها و هوشمندی دیجیتال، عملکرد خود را بهبود بخشند و به معضلات پیچیده این صنعت پاسخ مؤثرتری دهند.

۶. بحث و بررسی

توسعه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی از سال ۲۰۰۰ تاکنون تحولات بسیاری را شاهد بوده است. این تحولات نه تنها به تغییرات در فناوری و فرایندهای تولید منجر شده، که به تغییرات ساختاری در سیاست‌گذاری‌ها و راهبردهای ملی و بین‌المللی نیز انجامیده است. در این بخش، مراحل مهم

مداوم و پایدار مواجهه است، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که به دنبال سرمایه‌گذاری در این بخش‌اند. با این همه، معضلات زیست‌محیطی و اقتصادی همچنان بر این صنعت تأثیر می‌گذارند. پیش‌بینی می‌شود در آینده، با ادامه پیشرفت‌های فناورانه و افزایش تقاضای جهانی، صنعت پتروشیمی همچنان به رشد و تحول خود ادامه دهد (Portillo, 2025).

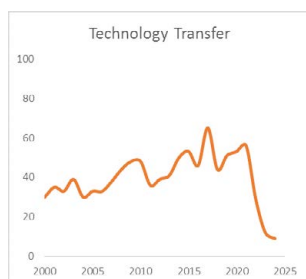
علم و فناوری در این دوره به سمت تقویت نوآوری باز و همکاری‌های بین‌المللی بیشتر برای تسریع در کشف و توسعه فناوری‌های جدید هدایت شده است. صنعت پتروشیمی در جهان طی چند دهه گذشته رشد چشمگیری داشته است. این رشد عمدتاً تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله توسعه فناوری، افزایش تقاضای جهانی برای محصولات پتروشیمی و گسترش بازارهای نوظهور بوده است. صنعت پتروشیمی در جهان بارشده



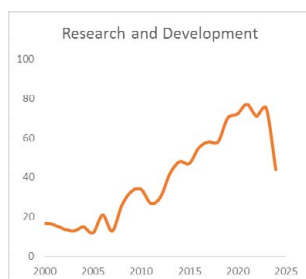
شکل ۱۰: نمودار استنادات اصطلاحات مختلف سیاست‌های علم و فناوری در صنعت پتروشیمی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴

خود رسیده و از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۴ با شیب نزولی مواجه شده است. برای تحلیل روندهای سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی، تحقیقات انجام شده در سال‌های مختلف بر اساس موضوعات متنوع بررسی شدند. نمودارهای بعدی روند پژوهش‌های انجام شده طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ میلادی را در موضوعات گوناگون نشان می‌دهند.

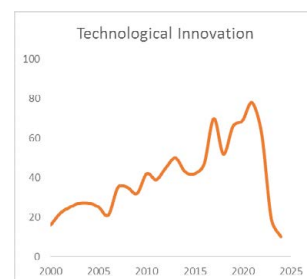
یافته‌ها نشان می‌دهد که بیشترین استنادات مربوط به سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی به «فناوری‌های کلیدی در صنعت پتروشیمی» و نیز کمترین استنادات به «اقتصاد و بازار» مربوط بوده است. شکل (۱۰) بیانگر آن است که روند استنادات از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ با رشد نسبی همراه بوده و این روند طی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ به حداکثر



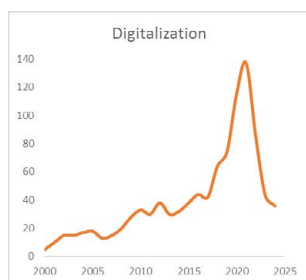
نمودار ۳. روند انتقال فناوری



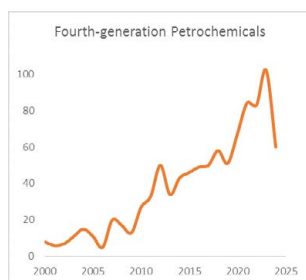
نمودار ۲. روند تحقیق و توسعه



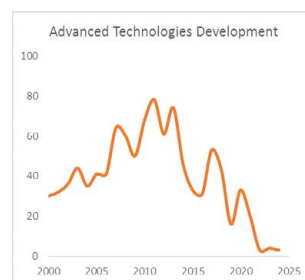
نمودار ۱. روند نوآوری فناوری



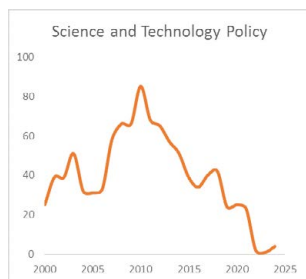
نمودار ۶. روند دیجیتالی سازی



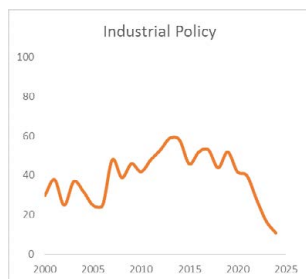
نمودار ۵. روند پتروشیمی نسل چهارم



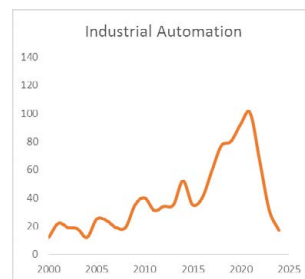
نمودار ۴. روند توسعه فناوری پیشرفته



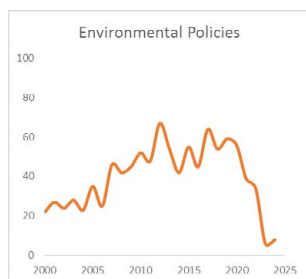
نمودار ۹. روند مطالعات علم و فناوری



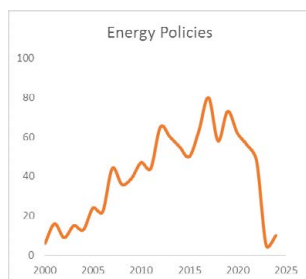
نمودار ۸. روند سیاست‌گذاری صنعتی



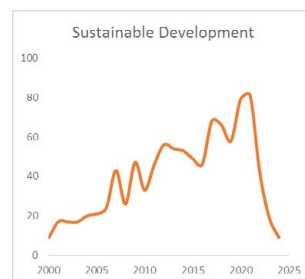
نمودار ۷. روند اتوماسیون صنعتی



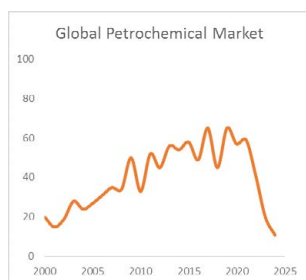
نمودار ۱۲. روند سیاست‌گذاری محیطی



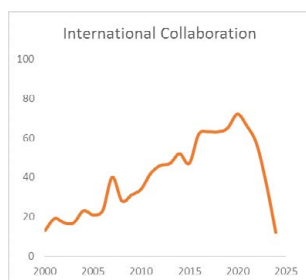
نمودار ۱۱. روند سیاست‌گذاری انرژی



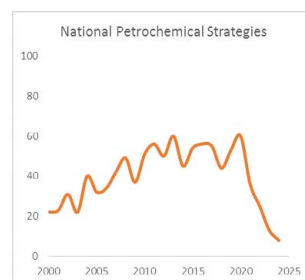
نمودار ۱۰. روند مطالعات توسعه پایدار



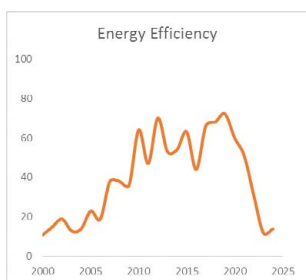
نمودار ۱۵. روند بازار جهانی پتروشیمی



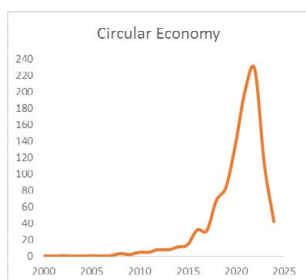
نمودار ۱۴. روند همکاری بین‌المللی



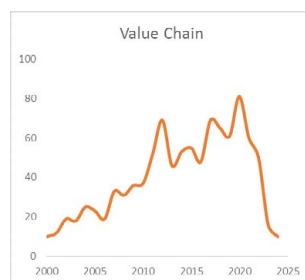
نمودار ۱۳. روند راهبردهای ملی پتروشیمی



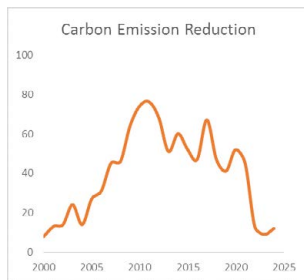
نمودار ۱۸. روند بهره‌وری انرژی



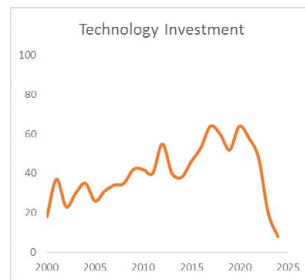
نمودار ۱۷. روند مطالعات اقتصاد مدور



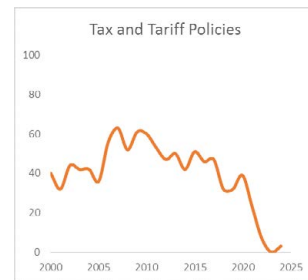
نمودار ۱۶. روند مطالعات زنجیره ارزش



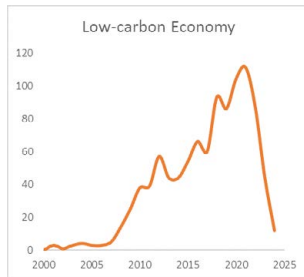
نمودار ۲۱. روند کاهش انتشار کربن



نمودار ۲۰. روند سرمایه‌گذاری در فناوری



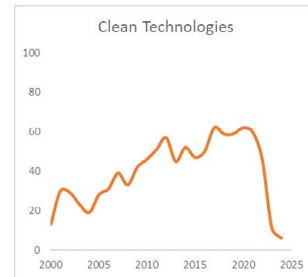
نمودار ۱۹. روند تعیین تعرفه و مالیات



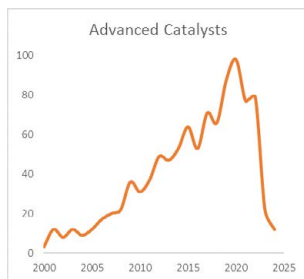
نمودار ۲۴. روند اقتصاد کم‌کربن



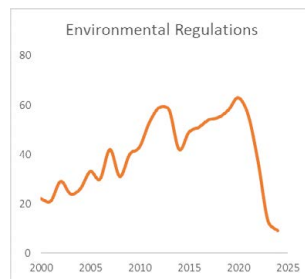
نمودار ۲۳. روند مدیریت پسماند



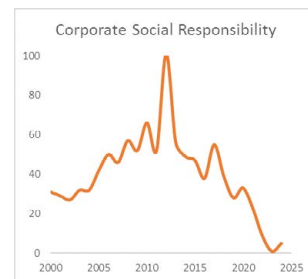
نمودار ۲۲. روند فناوری‌های پاک



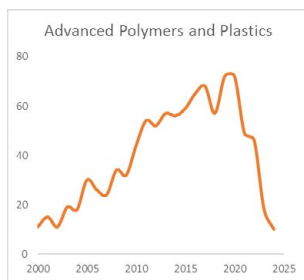
نمودار ۲۷. روند کاتالیست‌ها



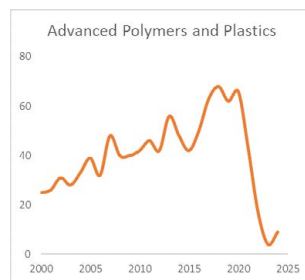
نمودار ۲۶. روند قوانین زیست‌محیطی



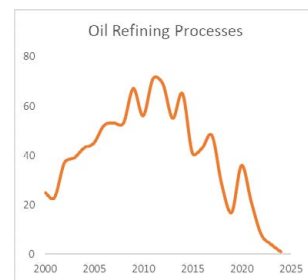
نمودار ۲۵. روند مسئولیت اجتماعی



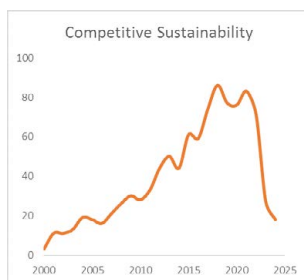
نمودار ۳۰. روند مواد بیوشیمی



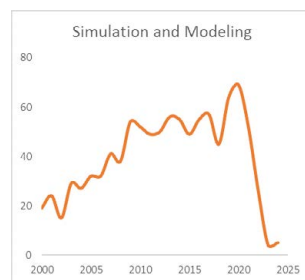
نمودار ۲۹. روند پلیمرهای پیشرفته



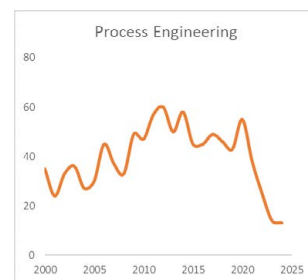
نمودار ۲۸. روند پالایش نفت



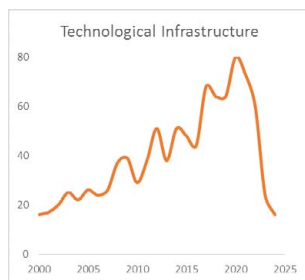
نمودار ۳۳. روند پایداری رقابتی



نمودار ۳۲. روند سیاست مقایسه‌ای



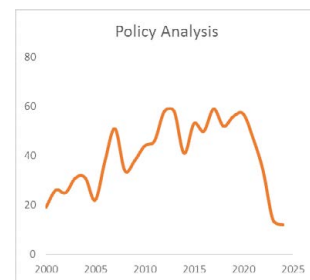
نمودار ۳۱. روند مهندسی فرایند



نمودار ۳۶. روند زیرساخت فناوری

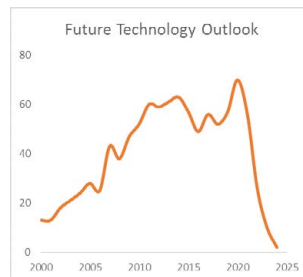


نمودار ۳۵. روند منابع انسانی

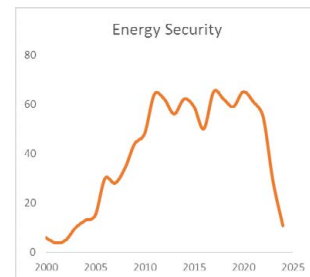


نمودار ۳۴. روند تحلیل سیاست

ملاحظات: بر پایه تحلیل روندها تعداد پژوهش‌ها در حوزه سیاست‌های علم و فناوری صنعت پتروشیمی در سال‌های اخیر نزولی بوده است. دلایل این کاهش شامل کاهش بودجه‌های پژوهشی، تغییر اولویت‌ها، مشکلات سیاسی و اقتصادی و تمرکز بر فناوری‌های موجود است.



نمودار ۳۸. چشم‌انداز فناوری آینده



نمودار ۳۷. روند امنیت انرژی

نتیجه‌گیری

○ توسعه فناوری و فرایندهای نوین: توسعه فناوری‌های جدید مانند کراکینگ بخار، اتیلن کراکرها و بهبود فرایندهای تولید، بهره‌وری و کارایی در صنعت پتروشیمی را افزایش داده است. فناوری‌های جدید همچنین به کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کرده‌اند که این امر به تبع خود باعث پایداری بیشتر این صنعت شده است.

○ سرمایه‌گذاری در بازارهای نوظهور: کشورهای نوظهور مانند چین، هند، برزیل و کشورهای حاشیه خلیج فارس، با سرمایه‌گذاری گسترده در صنعت پتروشیمی، به مراکز جدید تولید پتروشیمی در جهان تبدیل شده‌اند. این کشورها نه تنها ظرفیت‌های تولید جدید فراهم کرده‌اند که به دلیل دسترسی به منابع طبیعی مانند نفت و گاز، هزینه‌های تولید را نیز کاهش داده‌اند.

○ جهانی‌سازی و رقابت: رقابت در صنعت پتروشیمی با افزایش ظرفیت تولید در کشورهای مختلف و افزایش تعداد عوامل مهم بین‌المللی افزایش یافته است. شرکت‌های پتروشیمی در سراسر جهان به دنبال بهره‌برداری از مقیاس‌های اقتصادی، دسترسی به منابع ارزان‌تر و راهبردهای متنوع‌سازی جغرافیایی‌اند. این رقابت باعث شده است شرکت‌ها بهبود مستمر در کارایی، کاهش هزینه‌ها و نوآوری در محصولات خود را مدنظر قرار دهند.

○ پایداری و محیط‌زیست: با افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی، صنعت پتروشیمی تحت فشار برای کاهش اثرهای منفی خود بر محیط‌زیست قرار گرفته است. این امر به

خوشه‌های پژوهشی در صنعت پتروشیمی گسترده و متنوع‌اند و شامل حوزه‌های متعددی از فناوری‌های نوین تا پایداری محیط‌زیستی می‌شوند. این خوشه‌ها تأثیر مهمی در پیشبرد این صنعت و تطبیق آن با نیازهای روزافزون و تغییرات جهانی دارند. پژوهش و نوآوری در این خوشه‌ها می‌تواند به بهبود عملکرد، کاهش هزینه‌ها و افزایش پایداری در این صنعت کمک کند. خوشه‌های اصلی در حوزه سیاست‌های علم و فناوری و نوآوری در صنعت پتروشیمی نشان‌دهنده تنوع و گستردگی موضوعات موردبحث این حوزه‌اند. از فناوری‌های پیشرفته تولیدی گرفته تا سیاست‌گذاری‌های نوآورانه و همکاری‌های بین‌المللی، هریک از این خوشه‌ها تأثیر مهمی در توسعه و نوآوری در صنعت پتروشیمی دارد. توجه به این خوشه‌ها و تحلیل روندهای موجود در آن‌ها، به درک بهتر معضلات و فرصت‌های پیش‌روی این صنعت کمک می‌کند.

○ افزایش تقاضا برای محصولات پتروشیمی: با گسترش صنایع مختلف از جمله خودرو، ساخت‌وساز، نساجی و بسته‌بندی، تقاضا برای محصولات پتروشیمی مانند پلاستیک‌ها، الیاف، رزین‌ها و سایر مواد شیمیایی به‌طور معناداری افزایش یافته است. کشورهای در حال توسعه، به‌ویژه کشورهای آسیایی، شاهد افزایش سریع تقاضا برای این محصولات‌اند. این افزایش تقاضا تولیدکنندگان را به توسعه ظرفیت‌های تولید جدید و سرمایه‌گذاری در واحدهای پتروشیمی بیشتر تشویق کرده است.

دانشگاه‌ها و صنعت، و ارائه مشوق‌های مالیاتی برای مشارکت در پژوهش‌ها.

○ **تقویت همکاری‌های بین‌المللی:** انجام پژوهش‌های مشترک، شرکت در همایش‌ها و انتشار مقالات بین‌المللی برای بهره‌گیری از دانش جهانی و ارتقای سطح تحقیقات.

○ **ترویج نوآوری و فناوری‌های نو:** تمرکز بر حوزه‌هایی چون پتروشیمی سبز و بازیافت پیشرفته و حمایت از طرح‌های خلاقانه برای ارتقای رقابت‌پذیری.

○ **آموزش و توسعه نیروی انسانی:** راه‌اندازی دوره‌های تخصصی و حمایت از پایان‌نامه‌های مرتبط با صنعت پتروشیمی برای تربیت نیروی متخصص.

○ **پایش مستمر پژوهش‌ها:** تشکیل نهادهای ارزیاب مستقل برای بررسی کیفیت تحقیقات و تطبیق سیاست‌ها با نیازهای جدید صنعت.

○ **تشویق به همکاری‌های فرابخشی:** تقویت روابط بین دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و شرکت‌های پتروشیمی در سطح ملی و بین‌المللی.

○ **سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوظهور:** شناسایی فناوری‌های تحول‌آفرین (مانند نانو، زیست‌فناوری و دیجیتال‌سازی) و حمایت از انتقال آن‌ها به صنعت.

○ **بهره‌گیری از داده‌های بزرگ:** استفاده از تحلیل داده‌ها برای شناسایی روندها و بهبود تصمیم‌گیری‌های راهبردی.

○ **نظارت بر سیاست‌ها:** استفاده از شاخص‌های علم‌سنجی برای ارزیابی اثربخشی سیاست‌ها و اصلاح مسیرهای پژوهشی و نوآورانه.

توسعه فناوری‌های سبزتر و فرایندهای تولید با انتشار کمتر گازهای گلخانه‌ای منجر شده است. همچنین، بازیافت محصولات پلاستیکی و تلاش برای استفاده مجدد از منابع در این صنعت نوعی اولویت شمرده شده است.

○ **نوسانات قیمت نفت و گاز:** نفت و گاز مواد اولیه اصلی در تولید محصولات پتروشیمی‌اند و قیمت آن‌ها تأثیر مستقیمی بر صنعت پتروشیمی دارد. نوسانات قیمت نفت و گاز می‌تواند بر هزینه‌های تولید و سودآوری واحدهای پتروشیمی تأثیر بگذارد. بااین‌همه، افزایش قیمت‌های نفت و گاز همچنین می‌تواند فرصت‌هایی برای نوآوری و توسعه فناوری‌های جدید فراهم کند.

○ **گسترش زنجیره‌های تأمین و تجارت بین‌المللی:** توسعه زنجیره‌های تأمین جهانی و افزایش تجارت بین‌المللی محصولات پتروشیمی باعث شده است که کشورها و شرکت‌ها به منابع و بازارهای بیشتری دسترسی داشته باشند. این روند صنعت پتروشیمی را به یک بخش اقتصادی جهانی تبدیل کرده است که تحت تأثیر تغییرات جغرافیایی و سیاسی است.

○ **دیجیتال‌سازی و اتوماسیون:** تحولات دیجیتال و استفاده از اتوماسیون در تولید و فرایندهای مدیریتی صنعت پتروشیمی، بهره‌وری و کارایی را بهبود بخشیده است. استفاده از سامانه‌های مدیریت داده و هوش مصنوعی به شرکت‌ها کمک کرده است تا فرایندهای خود را بهینه کنند، از خطرها پیشگیری کنند و به‌طورکلی به یک زنجیره تأمین پاسخ‌گوتر و کارآمدتر دست یابند. تحلیل روندها نشان می‌دهد که تعداد پژوهش‌ها در حوزه سیاست‌های علم و فناوری در ابعاد مختلف در صنعت پتروشیمی، طی سال‌های اخیر روندی نزولی داشته است. این امر دلایل متعددی دارد، از جمله: (۱) کاهش بودجه‌های پژوهشی (۲) تغییر اولویت‌های پژوهشی (۳) مشکلات سیاسی و اقتصادی (۴) تمرکز بر توسعه فناوری‌های موجود (۵) تغییر در تمرکز پژوهش‌های علمی.

راهکارها و پیشنهادها

برای بهبود سیاست‌های علم و فناوری در صنعت پتروشیمی با رویکرد علم‌سنجی، لازم است به مجموعه‌ای از راهکارها و پیشنهادها توجه شود که می‌تواند باعث ارتقای بهره‌وری، نوآوری و پایداری در این صنعت شود. علم‌سنجی، با ارزیابی دقیق و کمی‌کردن داده‌های علمی به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌تری درباره سرمایه‌گذاری‌ها و جهت‌گیری‌های پژوهشی و فناوری داشته باشند. در ادامه به برخی از راهکارها و پیشنهادها اساسی اشاره می‌شود:

○ **حمایت مالی هدفمند:** افزایش بودجه‌های تحقیقاتی از سوی دولت و بخش خصوصی، برقراری ارتباط مؤثر بین

- systems, and transformative change". *Science and Technology Policy Journal*, 11(2), pp. 152-178. {in Persian}
- Ghaloozi, G., Rostami, M. Z., Maghsoudi, H. R., and Keshavarzian, S. (2023). "Identification of key production challenges in the petrochemical industry (Case study: Persian Gulf Holding petrochemical industries)". Available in: <https://civilica.com/doc/1918345> {in Persian}
- Glänzel, W., Thijs, B., and Schubert, A. (2021). "A new methodological approach to bibliometric network analysis". *Journal of Informetrics*, 15(3), 101171. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2021.101171>
- Goudarzi, M., Jahani, M., and Agha Khani, O. B. (2015). "The role of government support policies in increasing the innovation absorption capacity in small and medium-sized enterprises (SMEs)". Available in: <https://civilica.com/doc/1731158> {in Persian}
- Graminia, F., Dashti, N., and Rostami, M. (2015). "Analysis of energy productivity trends in Iran's petrochemical industry". The 5th International Conference on New Approaches in Energy Maintenance, Tehran. Available in: <https://civilica.com/doc/458567>. {in Persian}
- Hassani, H., Silva, E. S., and Al Kaabi, A. M. (2017). "The role of innovation and technology in sustaining the petroleum and petrochemical industry". *Technological Forecasting and Social Change*, 119, pp. 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.003>
- Hatefi, M. A., and Ahmadvand, S. (2024). "A review of the dimensions and outlook of sustainable development in the oil and gas industry of Iran and the world". The Third International Congress on Management, Economics, Humanities and Business Development. Available in: <https://civilica.com/doc/2050983> {in Persian}
- International Energy Agency. (2018). "The future of petrochemicals: Towards more sustainable plastics and fertilisers". Available in: <https://origin.iea.org/news/petrochemicals-set-to-be-the-largest-driver-of-world-oil-demand-latest-iea-analysis-finds>
- Jankelova, N., and Puhovichova, D. (2022). "Managerial decision-making in the era of Industry 4.0". Available in: <https://civilica.com/doc/2050983> {in Persian}
- Ardito, L., Petruzzelli, A. M., Panniello, U., and Garavelli, A. C. (2020). "Towards Industry 4.0: Mapping digital technologies for supply chain management-marketing integration". *Business Process Management Journal*, 26(4), pp. 927-947.
- Aszódi, A., Biró, B., László, A., Dobos, Á., Illés, G., Tóth, N., Zagyai, D., and Zsiborás, Z. (2021). "Comparative analysis of national energy strategies of 19 European countries in light of the Green Deal's objectives". *Energy Conversion and Management: X*, 12, p. 100136. 10.1016/j.ecmx.2021.100136.
- Busygina, T., and Rykova, V. (2020). "Scientometric analysis and mapping of documentary array on the issue Oil and petroleum products in soil and groundwater". *Environmental science and pollution research international*, 27. 10.1007/s11356-020-08717-0.
- Changsheng, H., and Wenjie, W. (2023). *Research on Technology Evolution Trend of Petrochemical Industry Based on Patent Perspective*. 10.1007/978-981-19-9741-9_16.
- Charmchi, S., Kianipour, P., and Moshayekh, J. (2023). "Prediction and survey of the future of global technology". *Science and Technology Policy Journal*, 13(2), pp. 121-147. {in Persian}
- Dey, A., Ghosh, S., and Kar, D. (2023). "Greening the Petrochemical Industry: Strategies for Sustainability". *Progress in Petrochemical Science*, 5. 10.31031/PPS.2023.05.000607.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., and Lim, W. M. (2021). "How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines". *Journal of Business Research*, 133, pp. 285-296.
- Emergen R. (n.d.). "Petrochemicals Market Size, Share, Growth". Report 2025 to 2034. Available in: <https://www.emergenresearch.com/industry-report/petrochemicals-market>
- Fartash, K., Jahangirnia, M., and Saadabadi, A. A. (2021). "Three paradigms of innovation policy: Research and development, innovation

- 4.0". *Industry 4.0*, 7(2), pp. 71-75. Available in: <https://stumejournals.com/journals/i4/2022/2/71>
- Kermeli, K., Worrell, E., and Masanet, E. (2011). "Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the Concrete Industry". 10.2172/937505.
- Martinez-Garcia, A., Horrach-Rosselló, P., and Mulet-Forteza, C. (2023). "Mapping the intellectual and conceptual structure of research on CoDa in the 'Social Sciences' scientific domain: A bibliometric overview". *Journal of Geochemical Exploration*, 252, p. 107273. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2023.107273>
- Marznaki, Y., and Khamseh, A. (2018). "An Innovation Management Model for Petrochemical Companies Producing Polyethylene Products in Iran". *Petroleum Business Review*, 2(1), pp. 55-64. 10.22050/PBR.2018.77842. {in Persian}
- Moradi, M. (2024). "Bibliometric analysis of sustainability reporting: Functions and challenges of formulation in Iran's petrochemical industry". The First International Conference on Sustainability Management, hosted by Arya Sasol Polymer Company, Tehran. Available in: <https://civilica.com/doc/2159991> {in Persian}
- Pinto, S., and Uchil, R. (2024). "A comprehensive review of skill development in the petrochemical industry: Opportunities, challenges, and strategic directions". *Journal of Computational Analysis and Applications (JoCAAA)*, 33(8), pp. 1613-1639. Available in: <https://eudoxuspress.com/index.php/pub/article/view/1752>
- Portillo, N. (2025). "Digital Transformation in the Petrochemical Industry: Challenges and Opportunities in the Implementation of IoT Technologies". *arXiv preprint arXiv: 2503. 04749*. Available in: <https://arxiv.org/abs/2503.04749>
- Rissman, J., Bataille, C., Masanet, E., Aden, N., Morrow, W. R., Zhou, N., Elliott, N., Dell, R., Heeren, N., Huckestein, B., Cresko, J., Miller, S. A., Roy, J., Fennell, P., Cremmins, B., Koch Blank, T., Hone, D., Williams, E. D., de la Rue du Can, S., ... and Helseth, J. (2020). "Technologies and policies to decarbonize global industry: Review and assessment of mitigation drivers through 2070". *Applied Energy*, 266, p. 114848. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114848>.
- Sadeghi, Y., and Khamseh, A. (2017). "Evaluation and performance analysis of factors affecting innovation in Jam Petrochemical Company with a technological intelligence approach". Annual Conference on New Management Paradigms in Intelligence, Tehran. Available in: <https://civilica.com/doc/637561> {in Persian}
- Sadeqi Arani, Z. and Kadkhodaie, A. (2023). "A bibliometric analysis of the application of machine learning methods in the petroleum industry". *Results in Engineering*, 20, p. 101518. 10.1016/j.rineng.2023.101518. {in Persian}
- Shaju, S., Sukhwani, M., and Kala, A. (2021). "Optimizing Furnace efficiency for Factory of Future using Cooperative Games". *arXiv preprint arXiv:2104.08586*. 10.48550/arXiv.2104.08586.
- Tamala, J. K., Maramag, E. I., Simeon, K. A., and Ignacio, J. J. (2022). "A bibliometric analysis of sustainable oil and gas production research using VOSviewer". *Cleaner Engineering and Technology*, 7, p. 100437. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100437>.
- Trifonova, N., Klementovichus, Y., Borovskaya, I., Proshkina, A., and Vardanyan, I. (2017). "Innovation Clusters in Petrochemical Industry in Asia-Pacific Zone". In *International Conference on Transformations and Innovations in Management (ICTIM 2017)*, pp. 611-623. 10.2991/ictim-17.2017.47.
- van Eck, N. J., and Waltman, L. (2010). "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping". *Scientometrics*, 84(2), pp. 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Verbeek, Thomas and Mah, Alice. (2020). "Integration and Isolation in the Global Petrochemical Industry: A Multiscalar Corporate Network Analysis". *Economic Geography*. 10.1080/00130095.2020.1794809.
- Wu, M., Liu, W., Ma, Z., Qin, T., Chen, Z., Zhang, Y., Cao, N., Xie, X., Chi, S., Xu, J., and Qi, Y. (2024). "Global Trends in the Research and Development of Petrochemical Waste Gas from

1981 to 2022". *Sustainability*, 16(14), p. 5972.
<https://doi.org/10.3390/su16145972>.

Zhao, J. (2023). "Research on teaching reform of petrochemical courses in universities in the context of carbon neutrality". *3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 12, pp. 193-208.
10.17993/3ctic.2023.122.193-208.

Zhu, Z. and Zhang, S. (2023). "The impact of industrial-university-research collaborations on innovation output in China's petroleum and petrochemical industry". *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 8 (2), pp. 3393-3406.
<https://doi.org/10.2478/amns.2023.2.01137>.



Scientometrics and Drawing a Knowledge Map of Scientific Products, Science, Technology and Innovation Policies in the Petrochemical Industry

Hossein Shirazi¹
Kaveh Alba²

Abstract

Scientometrics in science, technology, and innovation (STI) policies serves as an important tool for evaluating and analyzing the impacts of these policies across various industrial sectors, including the petrochemical industry. This field examines the quality and quantity of scientific outputs, the level of international collaboration, and the influence of published articles and registered inventions on the development of new technologies. This research is applied in nature and was conducted using a scientometric approach by generating knowledge maps. Initially, a total of 37,987 research items related to the petrochemical industry, covering various topics, were identified in the Google Scholar database for the period from 2000 to 2024. These data were extracted using the Publish or Perish software. After the extraction, the data were imported into VOSviewer software, which was then used to generate the knowledge map. The keywords used in this research include: technology development and innovation, policymaking, economy and market, environment and sustainability, fundamental technologies in the petrochemical industry, and other relevant concepts. The findings indicate that the knowledge network of STI policies in the petrochemical industry comprises six main clusters. The results show that the terms “globalization” and “economy” in the first cluster, “handbook” and “production” in the second, “green chemistry” and “opportunity” in the third, “biomes” and “fuel” in the fourth, “modeling” and “refinery” in the fifth, and “artificial intelligence” and “status” in the sixth cluster received the highest scores and weights. Furthermore, the relationships among the terms within each cluster were analyzed and presented. Additionally, trend analysis reveals that the number of studies focusing on science, technology, and innovation policies in various dimensions of the petrochemical industry has been declining in recent years.

Keywords: Scientometrics, Knowledge Map, Science Technology and Innovation Policies, Petrochemical Industry

1. Assistant Professor, Faculty of Management, Islamic Azad University, Qom Branch, Qom, Iran. Hossein.Shirazi63@hmail.com

2. PhD Candidate in Technology Management, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

نقش‌نامه و فرم تعارض منافع

الف) نقش‌نامه

پدیدآورندگان	حسین شیرازی	کاوه آلبا
نقش	نویسنده مسئول	نویسنده دوم
نگارش متن	—	نگارش و بازنگری متن
ویرایش متن و ...	—	ویرایش متن، پاسخ به داوران
طراحی / مفهوم‌پردازی	طراحی / مفهوم‌پردازی	—
گردآوری داده	گردآوری داده‌ها	گردآوری داده‌ها
تحلیل / تفسیر داده	—	تحلیل و تفسیر داده‌ها
سایر نقش‌ها	نظارت بر پژوهش	—

ب) اعلام تعارض منافع

یا غیررسمی، اشتغال، مالکیت سهام، و دریافت حق اختراع، و البته محدود به این موارد نیست. منظور از رابطه و انتفاع غیرمالی عبارت است از روابط شخصی، خانوادگی یا حرفه‌ای، اندیشه‌ای یا باورمندانه، و غیره.

چنانچه هر یک از نویسندگان تعارض منافع داشته باشد (و یا نداشته باشد) در فرم زیر تصریح و اعلام خواهد کرد:

مثال: نویسنده الف هیچ‌گونه تعارض منافع ندارد. نویسنده ب از شرکت فلان که موضوع تحقیق بوده است گرت دریافت کرده است. نویسندگان ج و د در سازمان فلان که موضوع تحقیق بوده است سخنرانی افتخاری داشته‌اند و در شرکت فلان که موضوع تحقیق بوده است سهامدارند.

در جریان انتشار مقالات علمی تعارض منافع به این معنی است که نویسنده یا نویسندگان، داوران و یا حتی سردبیران مجلات دارای ارتباطات شخصی و یا اقتصادی می‌باشند که ممکن است به طور ناعادلانه‌ای بر تصمیم‌گیری آن‌ها در چاپ یک مقاله تأثیرگذار باشد. تعارض منافع به خودی خود مشکلی ندارد بلکه عدم اظهار آن است که مسئله‌ساز می‌شود.

بدین وسیله نویسندگان اعلام می‌کنند که رابطه مالی یا غیرمالی با سازمان، نهاد یا اشخاصی که موضوع یا مفاد این تحقیق هستند ندارند، اعم از رابطه و انتساب رسمی یا غیررسمی. منظور از رابطه و انتفاع مالی از جمله عبارت است از دریافت پژوهانه، گرت آموزشی، ایراد سخنرانی، عضویت سازمانی، افتخاری

اظهار (عدم) تعارض منافع: با سلام و احترام؛ به استحضار می‌رساند نویسندگان مقاله هیچ‌گونه تعارض منافع منافی ندارد.

نویسنده مسئول: حسن شیرازی

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۴/۰۶