



تولید کاتالیست‌های گیاهی برای بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت (مطالعه موردی: مخازن نفتی)

خاتون بارانی گماری

کارشناس ارشد رشته علوم و صنایع غذایی - شیمی مواد غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران-شمال

khatoonbarani@gmail.com

ارسال: آبان ماه ۱۴۰۲ پذیرش: آذر ماه ۱۴۰۲

چکیده

استخراج نفت از مخازن نفتی یک فرآیند پیچیده است که نقش مهمی در تأمین انرژی جهان دارد. با توجه به اهمیت استخراج نفت و نیاز به بهبود عملکرد این فرآیند، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی به عنوان یک رویکرد نوین می‌تواند مزایایی را فراهم کند. در این مقاله، به تولید کاتالیست‌های گیاهی برای بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت می‌پردازیم و یک مطالعه موردی در مخازن نفتی ارائه می‌دهیم. ابتدا، به معرفی کاتالیست‌های گیاهی و ویژگی‌های آنها می‌پردازیم. کاتالیست‌های گیاهی به عنوان منابع طبیعی و پایدار می‌توانند از منابع فسیلی معدنی جایگزین شوند و مزایایی از جمله قابلیت بازیافت، کاهش آلودگی محیط زیست و کارایی بالا را دارند. سپس، روش‌های تولید کاتالیست‌های گیاهی را بررسی می‌کنیم. فرایندهای استخراج و استخراج مواد فعال از گیاهان، تهیه نانوذرات کاتالیستی و استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند سنتز سبز و بیوتکنولوژی در تولید کاتالیست‌های گیاهی مورد بحث قرار می‌گیرند. در ادامه، به بررسی اثرات استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت می‌پردازیم. این کاتالیست‌ها می‌توانند بهبود قابل توجهی در بازده و کارایی استخراج نفت، کاهش هدررفت مواد و انرژی، کاهش آلودگی محیط زیست و افزایش پایداری فرایند را به همراه داشته باشند. در نهایت، مطالعه موردی در مخازن نفتی ارائه می‌دهیم. در این مطالعه، اثر استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت در یک مخزن نفتی خاص بررسی می‌شود و نتایج بهبودهای به دست آمده در بازده و کارایی مخازن نفتی را نشان می‌دهد. در این مطالعه، با استفاده از روش‌های تولید کاتالیست‌های گیاهی، کارایی و بازده استخراج نفت در مخزن نفتی بهبود یافته است. همچنین، تأثیر استفاده از کاتالیست‌های گیاهی بر کاهش آلودگی محیط زیست و بهبود پایداری فرایند استخراج نفت نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به نتایج این مطالعه، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت می‌تواند به عنوان یک رویکرد نوین و پایدار برای بهبود عملکرد این فرآیند مورد استفاده قرار گیرد. این روش می‌تواند منجر به کاهش هدررفت مواد و انرژی، کاهش آلودگی محیط زیست، افزایش بازدهی و کارایی استخراج نفت و افزایش پایداری فرایند شود.

واژگان کلیدی: استخراج نفت، کاتالیست‌های گیاهی، بهبود عملکرد، مخازن نفتی، پایداری محیط زیست.

۱- مقدمه

۱-۱- تعریف مخازن نفتی و اهمیت استخراج نفت

مخازن نفتی به عنوان ساختارهای زیرزمینی هستند که نفت و گاز طبیعی را در خود ذخیره می‌کنند. این مخازن شامل صخره‌های نفتی و گازی هستند که در اثر فشار و دما به مدت زمان طولانی تبدیل به نفت و گاز شده‌اند. استخراج نفت از مخازن نفتی، به عنوان یک صنعت بزرگ و پربازده، نقش حیاتی در تأمین انرژی جهان دارد. مخازن نفتی معمولاً در عمق‌های زیرزمینی قرار دارند و تشکیل

دهنده‌های اصلی آنها عبارتند از صخره مخزن، صخره پوشش و صخره برجا. صخره مخزن، صخره‌ای است که در آن نفت و گاز ذخیره شده است. صخره پوشش، صخره‌ای است که به عنوان پوشش بر صخره مخزن قرار گرفته و از نفوذ نفت به سایر لایه‌ها جلوگیری می‌کند. صخره برجا، صخره‌ای است که در دوره تشکیل مخزن، به عنوان محدود کننده جریان نفت و گاز در مخزن عمل می‌کند. برای استخراج نفت از مخازن نفتی، تکنیک‌های مختلفی استفاده می‌شود. حفاری چاه‌های نفتی یکی از روش‌های متداول در استخراج نفت است. در این روش، چاه‌های عمودی حفاری می‌شوند تا به صخره مخزن دسترسی پیدا کنند و نفت و گاز را استخراج کنند.

تکنیک‌های دیگری مانند حفاری افقی، حفاری آبشوری و استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته مانند هیدرولیک شکست صخره (فراکتورینگ) نیز در استخراج نفت از مخازن نفتی استفاده می‌شوند. اهمیت استخراج نفت از مخازن نفتی از جهات مختلف قابل بررسی است. اولاً، نفت به عنوان یک منبع انرژی حیاتی، در تأمین انرژی جهان نقش بسزایی دارد. بیشتر صنایع و حوزه‌های اقتصادی به نفت برای تولید انرژی و سوخت نیاز دارند. ثانیاً، صادرات نفت باعث درآمدزایی برای کشورها می‌شود و می‌تواند نقش مهمی در توسعه اقتصادی آنها داشته باشد. همچنین، صنعت نفت از لحاظ اشتغال‌زایی نقش بزرگی دارد و ایجاد فرصت‌های شغلی برای جوانان و افزایش سطح بهره‌وری اقتصادی را تسهیل می‌کند. در نهایت، استخراج نفت از مخازن نفتی تأثیرات زیست‌محیطی قابل توجهی دارد و باید با رعایت استانداردهای زیست‌محیطی انجام شود [۱].

استخراج نفت از مخازن نفتی اهمیت زیادی در تأمین انرژی جهان دارد. نفت به عنوان یک منبع انرژی حیاتی، در تأمین سوخت و انرژی برای انواع صنایع و حوزه‌های اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حال حاضر، نفت بیشتر از سایر منابع انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد و برای حمل و نقل، تولید برق، تولید محصولات پتروشیمی، گرمایش و سایر مصارف صنعتی و خانگی استفاده می‌شود. استخراج نفت از مخازن نفتی به عنوان یک صنعت بزرگ، نقش مهمی در اقتصاد جهانی دارد. صادرات نفت، منابع ارزی برای کشورها ایجاد می‌کند و درآمدزایی قابل توجهی را فراهم می‌کند. کشورهایی که دارای منابع نفتی غنی هستند، می‌توانند از صادرات نفت بهره‌برداری کنند و درآمدهای قابل توجهی را به دست آورند که می‌تواند به توسعه اقتصادی و رفاه اجتماعی آنها کمک کند. علاوه بر این، صنعت نفت از لحاظ اشتغال‌زایی نقش مهمی دارد. استخراج، فرآوری و تولید محصولات نفتی به تشکیل زنجیره‌های تأمین و تولید کار می‌دهد و ایجاد فرصت‌های شغلی بسیاری را برای جوانان و افراد مختلف فراهم می‌کند. همچنین، صنعت نفت به شکل مستقیم و غیرمستقیم بر روی سایر صنایع و بخش‌های اقتصادی تأثیر می‌گذارد و توسعه آنها را تسهیل می‌کند. در پایان، استخراج نفت از مخازن نفتی تأثیرات محیط‌زیستی قابل توجهی دارد. این فرایند می‌تواند منجر به تغییرات در محیط زیست شود، از جمله آلودگی هوا و آب، از بین رفتن مناطق طبیعی و بیوتا، تخریب زیستگاه‌های حیوانی و گیاهی، افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی، از بین رفتن منابع آب و غیره. بنابراین، استخراج نفت باید با رعایت استانداردهای زیست‌محیطی صورت بگیرد و از روش‌ها و فناوری‌های پیشرفته برای کاهش تأثیرات محیط‌زیستی استفاده شود [۲].

۱-۲- نیاز به بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت

استخراج نفت از مخازن نفتی یک فرآیند پیچیده است که نیاز به بهبود عملکرد آن وجود دارد. بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت می‌تواند به تأمین نیازهای انرژی جهان و کاهش هزینه‌ها و آلودگی محیط زیست کمک کند. یکی از منابعی که بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت را مورد بررسی قرار می‌دهد. در این مقاله به بررسی روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی می‌پردازد که می‌توانند در بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت مورد استفاده قرار گیرند. از جمله موضوعات مورد بررسی این مقاله می‌توان به بهینه‌سازی فرایندهای استخراج نفت، استفاده از فناوری‌های نوین مانند نانو کاتالیست‌ها و استفاده از سیستم‌های هوشمند اشاره کرد [۳]. بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت همچنان یک موضوع فعال در صنعت نفت است. تحقیقات و مقالات جدیدتری نیز در این زمینه انجام شده است که به روش‌ها و تکنولوژی‌های جدید برای بهبود عملکرد استخراج نفت پرداخته‌اند یکی از مقالات جدید در این زمینه است. این مقاله به بررسی تکنولوژی‌های پیشرفته برای بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت می‌پردازد. از جمله موضوعاتی

که در این مقاله مورد بررسی قرار می‌گیرند، می‌توان به تکنیک‌های تزریق آب، تزریق گاز، استفاده از کاتالیست‌ها و سیستم‌های هوشمند اشاره کرد. همچنین، این مقاله به بررسی چالش‌ها و موانع موجود در بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت نیز می‌پردازد [۴]. تحقیقات در زمینه بهبود عملکرد فرآیندهای استخراج نفت همچنان ادامه دارد و روش‌ها و تکنولوژی‌های جدیدی برای افزایش بازدهی و بهره‌وری در استخراج نفت در نظر گرفته می‌شود. یکی از روش‌های جدید در بهبود عملکرد فرآیندهای استخراج نفت، استفاده از تکنولوژی‌های نانوفناوری است. در این مقاله به استفاده از نانوذرات، نانومواد جاذب و نانو کاتالیست‌ها در بهبود عملکرد فرآیندهای استخراج نفت می‌پردازد. این تکنولوژی‌ها می‌توانند به افزایش تراوایی مخازن، کاهش ویسکوزیته نفت و افزایش بازدهی استخراج نفت کمک کنند [۵]. علاوه بر استفاده از تکنولوژی‌های نانو، تحقیقات در زمینه استفاده از سیستم‌های هوشمند و اتوماسیون نیز در جهت بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت انجام می‌شود. این سیستم‌ها می‌توانند به کنترل دقیق‌تر و بهینه‌تر فرآیندهای استخراج نفت، کاهش هدررفت انرژی و مواد و افزایش دقت و کارایی کمک کنند. همچنین، استفاده از فناوری‌های تزریق گاز و تزریق آب نیز همچنان مورد بررسی قرار می‌گیرد. تزریق گاز مانند دی اکسید کربن و تزریق آب با استفاده از تکنیک‌های مانند تزریق آب گرم و تزریق آب با فشار بالا می‌تواند به افزایش فشار مخزن، کاهش ویسکوزیته نفت و افزایش بازدهی استخراج نفت کمک کند [۶]. همچنین، تحقیقات در زمینه استفاده از روش‌های پیشرفته تزریق کشنده‌ها نیز در جهت بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت انجام می‌شود. کشنده‌ها به موادی گفته می‌شود که به نفت کمک می‌کنند تا از مخزن بهتر جدا شود و به راحتی استخراج شود. این مقاله به استفاده از کشنده‌های پیشرفته مانند کشنده‌های سطحی و کشنده‌های پلیمری در بهبود عملکرد فرآیندهای استخراج نفت می‌پردازد. این روش‌ها می‌توانند به بهبود تراوایی مخزن، کاهش ویسکوزیته نفت و افزایش بازدهی استخراج نفت کمک کنند [۷]. بهبود عملکرد فرآیندهای استخراج نفت از مخازن نفتی هدفمندی است که به تأمین انرژی جهان و کاهش وابستگی به منابع نفت خارجی کمک می‌کند. تحقیقات در این زمینه همچنان در حال پیشرفت است و امیدواریم که با بهره‌برداری از روش‌ها و تکنولوژی‌های جدید، عملکرد فرایندهای استخراج نفت بهبود یابد و بهره‌وری بیشتری حاصل شود. تزریق سورفکتانت‌ها به مخزن بالغ یکی از موثرترین روش‌های شیمیایی EOR^۱ است که بازیافت نفت را از جایجایی هیدروکربن‌های به دام افتاده به سمت چاه‌های تولیدی بهبود می‌بخشد [۸]. سورفکتانت تزریق شده می‌تواند با کاهش IFT^۲ و تغییر ترشوندگی، فعل و انفعالات بین فعل و انفعالات سیال/مایع و سیال/سنگ در محیط متخلخل را اصلاح کند. سورفکتانت‌ها معمولاً تأثیر مهمی بر کاهش IFT^۳ و تغییر ترشوندگی در نقطه CMC (غلظت بحرانی مایسلی) و تغییر ناچیزی در پشت آن غلظت دارند [۹-۱۰]. به گفته سامی و همکاران، بهبود عملی در فاکتور بازیافت نفت با استفاده از سورفکتانت‌های تجاری در EOR^۴ به دست آمد. با این حال، آنها گران هستند و سازگار با محیط زیست نیستند. بنابراین، محققان بر روی توسعه نوع جدیدی از سورفکتانت که سبز و سازگار با محیط زیست از گیاه به عنوان یک سورفکتانت طبیعی است، تمرکز می‌کنند [۱۱]. همانطور که توسط دشتکی و همکاران ارائه شده است، شکل ۱ ساختار مولکول‌های سورفکتانت و مکانیسم آنها برای شکستن نیروی برهمکنش هیدروکربن در داخل محیط متخلخل را نشان می‌دهد. [۱۲] مولکول‌های سورفکتانت داخل عصاره گیاه دارای یک انتهای آب دوست (سر آب دوست) و یک انتهای چربی دوست (دم آبگریز) هستند که در تقسیم رابط‌های مایع-مایع، گاز-مایع و جامد-مایع فعال هستند [۱۳-۱۴]. به این ترتیب، رابطه‌ای که بین دو فاز غیرقابل اختلاط وجود دارد (یعنی آب و نفت خام) توسط مولکول‌های سورفکتانت نفوذ می‌کند که در آن حلالیت آبگریز آب بهبود می‌یابد، همانطور که در شکل ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است [۱۵-۱۶]. از سوی دیگر، نفت خام به دلیل جذب سر مولکول به سمت آب و دم به نفت خام توسط مولکول‌های سورفکتانت صدا داده می‌شود [۱۷-۱۸]. این را می‌توان در محدوده CMC^۵ غلظت سورفکتانت زمانی که مولکول‌های آن به طور موثر فعال هستند به دست آورد. در غیر این صورت، قبل از CMC، مولکول

^۱ Enhanced oil recovery

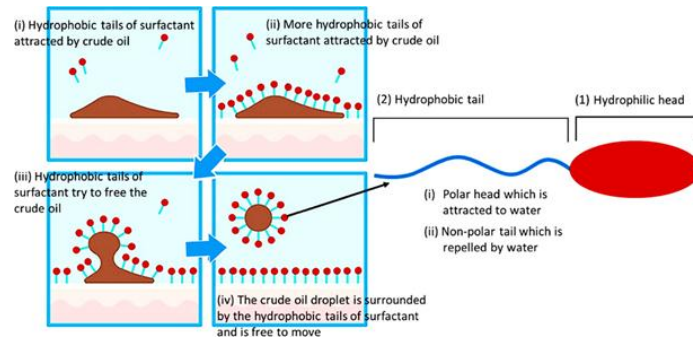
^۲ interfacial tension

^۳ interfacial tension

^۴ Enhanced oil recovery

^۵ غلظت بحرانی مایسلی

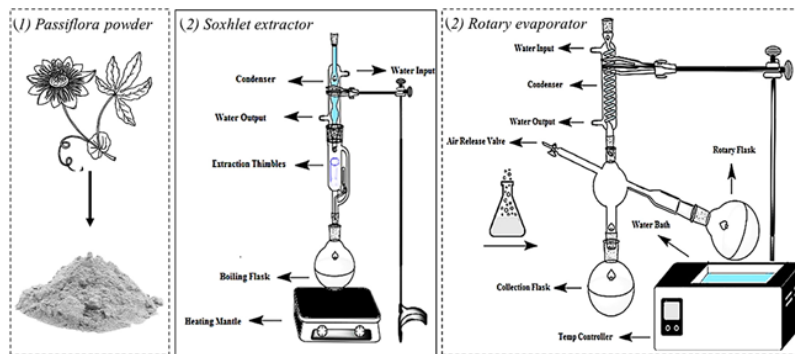
های سورفکتانت ممکن است به طور کامل توسط سطح سنگ جذب نشوند، و فراتر از آن، مولکول ها می توانند بعد از CMC تجمع کنند [۹].



شکل ۱- مکانیسم فعالیت مولکول سورفکتانت در داخل محیط متخلخل که در آن IFT کاهش می یابد و هیدروکربن آزاد می شود [۱۹]

۳-۱- تهیه و شناسایی عصاره سورفکتانت طبیعی

شکل ۲ مراحل استفاده شده در فرآیند تولید سورفکتانت طبیعی از گیاه پاسی فلورا را نشان می دهد. همانطور که مشخص است، گیاه خشک شد و به صورت ذرات ریز پودر شد. پودر پاسی فلورا (۱۰۰ گرم) در یک انگشتانه قرار داده شد که در داخل ۵۰۰ میلی لیتر متانول در داخل یک استخراج کننده سوکسله به مدت ۸ ساعت فرو رفت. سپس از قیف جداکننده برای جداسازی فازهای آبی و آلی با مخلوط کردن عصاره پاسی فلورا با ۱-بوتانول (۵۰ میلی لیتر) و آب مقطر به مدت ۶ ساعت استفاده شد. ۱-بوتانول استفاده شده با استفاده از اوپراتور چرخشی از فاز آلی عصاره تهیه شده جدا شد. فاز آلی رسوب داده شده سپس با دی اتیل اتر مخلوط شد تا زمانی که محلولی با رنگ قهوه ای به دست آمد و رفتار صابونی سازی را ایجاد کرد. (۳۰) سپس ترکیب قهوه ای به دست آمده با استفاده از یک سانتریفیوژ در ۳۶۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه جدا شد (شکل ۴ را ببینید). شناسایی سورفکتانت تهیه شده با استفاده از اسپکتروفتومتری ^۱ FTIR، طیف سنجی تشدید مغناطیسی هسته‌ای ^۲ NMR و آنالیز گرماگراویمتری ^۳ TGA برای شناسایی گروه‌های عاملی آن و تایید ساختار آن انجام شد [۱۹].

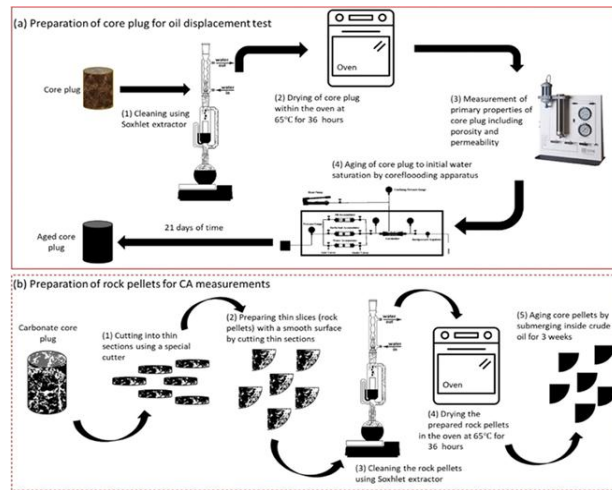


شکل ۲- تصویر شماتیک مراحل فرآیند تهیه سورفکتانت طبیعی: (۱) تهیه پودر پاسی فلورا، (۲) استخراج ترکیب آلی با استفاده از استخراج کننده سوکسله، و (۳) صابونی سازی عصاره آلی با استفاده از اوپراتور چرخشی [۱۹]

^۱ Fourier Transform Infrared Spectrophotometer

^۲ Nuclear magnetic Resonance

^۳ Thermal Gravimetry Analysis



شکل ۳- مراحل رویه آماده سازی نمونه سنگ برای جابجایی روغن و اندازه گیری زاویه تماس

(الف) شاخه هسته و (ب) گلوله های سنگ [۱۹]

در نتیجه یک سورفکتانت طبیعی به عنوان یکی از عوامل موثر EOR از گیاه پاسی فلورا تولید شد و اعتبار آن با استفاده از آنالیزهای $^1\text{H-NMR}$ ، FTIR تایید شد. CMC از چندین محلول سورفکتانت فرموله شده از عصاره Passiflora در غلظت های مختلف آن مورد بررسی قرار گرفت. CMC بسته به pH، رسانایی و نتایج کدورت ۴ درصد وزنی شناسایی شد. حداقل mN/m ۱۳IFT تحت حضور محلول سورفکتانت بهینه بدست آمد که از mN/m ۳۲ به عنوان مقدار اولیه IFT کاهش یافت. علاوه بر این، گیاه پاسی فلورا عملکرد قابل توجهی در تغییر ترشوندگی به سمت سیستم مرطوب روغن ایجاد کرد که در آن زاویه تماس از ۱۲۲ به ۵۵ درجه کاهش یافت. محلول سورفکتانت تهیه شده از ۴ درصد وزنی عصاره پاسی فلورا قادر بود ۷/۵ درصد OOIP اضافی را پس از غرقابی زمانی که ۳ PV از آن به پلاگین هسته کربناته تزریق شد، جaro کند.

۲- اهمیت استفاده از کاتالیست های گیاهی در بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت

استفاده از کاتالیست های گیاهی در بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت اهمیت زیادی دارد. کاتالیست های گیاهی می توانند به عنوان جایگزینی اکولوژیک و پایدار برای کاتالیست های شیمیایی سنتی استفاده شوند. این کاتالیست ها می توانند عملکرد فرایندهای استخراج نفت را بهبود بخشیده و بهینه سازی کنند. کاتالیست های گیاهی مانند آنزیم ها، پروتئین ها و اسیدهای آمینه در بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت اثر دارد. این کاتالیست ها می توانند به تغییر ویژگی های سطحی نفت، کاهش ویسکوزیته نفت و بهبود تراوایی مخزن کمک کنند [۴۱]. کاتالیست های گیاهی به عنوان یک جایگزین پایدار و اکولوژیک برای کاتالیست های شیمیایی سنتی در فرایندهای استخراج نفت مورد توجه قرار گرفته اند. این کاتالیست ها از منابع گیاهی مانند آنزیم ها، پروتئین ها و اسیدهای آمینه به دست می آیند.

۲-۱- استفاده از کاتالیست های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت می تواند به عملکرد بهتر و بهره وری بیشتر کمک کند. اثرات مثبت

کاتالیست های گیاهی در این فرایندها عبارتند از:

۱. تغییر ویژگی های سطحی نفت: کاتالیست های گیاهی می توانند به تغییر ویژگی های سطحی نفت کمک کنند. این تغییرات شامل کاهش تنش سطحی و افزایش تراوایی نفت می شود که باعث افزایش قابلیت جداسدن نفت از مخزن می شود.
۲. کاهش ویسکوزیته نفت: استفاده از کاتالیست های گیاهی می تواند به کاهش ویسکوزیته نفت کمک کند. این کاهش ویسکوزیته باعث افزایش جریان نفت در مخزن می شود و استخراج آن را آسان تر می کند.

¹ Thermal Gravimetry Analysis

² Nuclear Magnetic Resonance

³ Original oil in place

۳. بهبود تراوایی مخزن: کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند به بهبود تراوایی مخزن کمک کنند. با افزایش تراوایی مخزن، نفت بهتر جابجا می‌شود و بازدهی استخراج نفت افزایش می‌یابد. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت همچنان مورد تحقیقات و بررسی قرار دارد و امیدواریم که با پیشرفت در این زمینه، بهره‌وری و عملکرد فرایندهای استخراج نفت بهبود یابد. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت از مزایای مهمی برخوردار است. مزیت اصلی استفاده از این کاتالیست‌ها این است که آنها از منابع طبیعی و قابل تجدیدپذیر مانند گیاهان به دست می‌آیند و برخلاف کاتالیست‌های شیمیایی سنتی، کمتر به محیط زیست آسیب می‌رسانند. با استفاده از کاتالیست‌های گیاهی، می‌توان هزینه‌های مربوط به تهیه و استفاده از کاتالیست‌های شیمیایی سنتی را کاهش داد. همچنین، این کاتالیست‌ها قابلیت استفاده در شرایط مختلف را دارند و با تنوع گیاهان مختلف، می‌توان به کاتالیست‌هایی با خواص و عملکرد مختلف دست یافت. همچنین، کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند برای بهبود عملکرد فرایندهای استخراج نفت در شرایط مختلف مورد استفاده قرار گیرند. برخی از این کاتالیست‌ها می‌توانند باعث افزایش تراوایی نفت در مخزن شوند، در حذف آلاینده‌ها و تثبیت گرد و غبار کمک کنند، و همچنین می‌توانند به خواص سطحی نفت تأثیر بگذارند و باعث جدا شدن بهتر نفت از مخزن شوند [۴۱].

۲-۲- اهمیت استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت علاوه بر مزایای محیط زیستی، دارای مزایای فنی نیز می‌باشد. برخی از این مزایا عبارتند از:

۱. قابلیت استفاده در شرایط مختلف: کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند در شرایط مختلفی مورد استفاده قرار گیرند. آنها قابلیت کارکرد در دماها و فشارهای متفاوت را دارند و می‌توانند در فرآیندهای استخراج نفت در سطوح مختلفی از مخازن نفتی به کار روند.
۲. کاهش هزینه‌ها: استفاده از کاتالیست‌های گیاهی معمولاً هزینه‌های تهیه و استفاده را کاهش می‌دهد. این کاتالیست‌ها معمولاً از منابع طبیعی و قابل تجدیدپذیر به دست می‌آیند. به علاوه، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت می‌تواند تأثیر مثبتی برای بهره‌وری منابع نفتی داشته باشد. با بهبود تراوایی مخزن و کاهش ویسکوزیته نفت، میزان نفت قابل استخراج افزایش می‌یابد و احتمالاً میزان بازیابی نفت افزایش می‌یابد. این امر می‌تواند بهبود عملکرد استخراج نفت و افزایش بهره‌وری از مخزن را نتیجه دهد. همچنین، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به حل مشکلات مربوط به آلاینده‌های موجود در نفت کمک کند. برخی کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند با فعالیت آنزیمی خود، آلاینده‌های موجود در نفت را تجزیه کنند و نفت را تمیزتر کنند. به طور کلی، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت می‌تواند بهبود عملکرد و بهره‌وری از منابع نفتی را به همراه داشته باشد، در عین حال کاهش تأثیرات منفی بر محیط زیست و استدامت محیطی را نیز تضمین می‌کند [۴۱].

۳- مروری بر کاتالیست‌های گیاهی

کاتالیست‌های گیاهی به موادی گفته می‌شود که از منابع گیاهی به دست می‌آیند و در فرایندهای شیمیایی و صنعتی به عنوان کاتالیست مورد استفاده قرار می‌گیرند. این کاتالیست‌ها معمولاً از آنزیم‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و سایر ترکیبات گیاهی تشکیل شده‌اند. منابع متعددی برای کاتالیست‌های گیاهی وجود دارند. یکی از منابع اصلی کاتالیست‌های گیاهی آنزیم‌ها هستند. آنزیم‌ها به عنوان کاتالیست‌های بیولوژیکی در گیاهان وجود دارند و در فرایندهای بیوشیمیایی مهمی نقش دارند. مثالی از آنزیم‌های گیاهی که به عنوان کاتالیست مورد استفاده قرار می‌گیرند، شامل پروکسیداز، لیپاز و آمیلاز است. همچنین، پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه نیز می‌توانند به عنوان کاتالیست‌های گیاهی استفاده شوند. این ترکیبات گیاهی می‌توانند در فرایندهای شیمیایی مختلفی که نیاز به کاتالیز دارند، مورد استفاده قرار گیرند.

۱. آنزیم‌ها: آنزیم‌ها به عنوان کاتالیست‌های بیولوژیکی در گیاهان و سایر سلول‌ها وجود دارند. آنزیم‌ها توانایی تسریع زمان واکنش‌های شیمیایی را دارند. مثال‌هایی از آنزیم‌های گیاهی که به عنوان کاتالیست مورد استفاده قرار می‌گیرند، شامل پروکسیداز، لیپاز، آمیلاز، پکتیناز و سلولاز می‌باشند.

۲. پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه: پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه نیز می‌توانند به عنوان کاتالیست‌های گیاهی مورد استفاده قرار گیرند. این ترکیبات گیاهی می‌توانند در فرایندهای شیمیایی مختلفی که نیاز به کاتالیز دارند، مانند واکنش‌های اکسایش و کاهش، تجزیه مواد آلی و سنتز ترکیبات جدید، مورد استفاده قرار گیرند.

۳. زیست‌سازی: یکی از مزایای استفاده از کاتالیست‌های گیاهی این است که آنها به طور طبیعی و بدون ایجاد آلاینده‌های مضر در محیط زیست تولید می‌شوند. این به معنای این است که استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به حفظ محیط زیست کمک کند و تأثیرات منفی بر طبیعت را کاهش دهد.

۴. تنوع گونه‌ها: گیاهان بسیاری در سراسر جهان وجود دارند و هر گونه می‌تواند کاتالیست‌های گیاهی خاص خود را داشته باشد. این تنوع گونه‌ها به ما امکان می‌دهد که از مزایای مختلف کاتالیست‌های گیاهی استفاده کنیم و در فرایندهای مختلف بهره‌وری و بهینه‌سازی داشته باشیم.

۵. پایداری: بسیاری از کاتالیست‌های گیاهی پایداری بالایی دارند و می‌توانند بارها و بارها در فرایندهای مختلف استفاده شوند. این باعث می‌شود که هزینه‌های تولید و استفاده از کاتالیست‌های گیاهی کاهش یابد و بهره‌وری از آنها افزایش یابد [۲۰-۴۱].

۴- ویژگی‌های کاتالیست‌های گیاهی

۱. بیشتر کاتالیست‌های گیاهی طبیعی هستند و از منابع گیاهی به دست می‌آیند. این به معنای این است که می‌توانند به طور مستقیم از مواد گیاهی بدست آمده و بدون نیاز به فرآوری شیمیایی یا تولید صنعتی استفاده شوند.

۲. کاتالیست‌های گیاهی معمولاً زیستی و زیست‌سازگار هستند. این به معنای این است که می‌توانند در فرایندهای زیستی و محیط زیست استفاده شوند و تأثیرات مضر بر محیط زیست را کاهش دهند.

۳. برخی از کاتالیست‌های گیاهی قابلیت بازیافت و استفاده مجدد را دارند. این به معنای این است که پس از استفاده در یک فرایند، می‌توانند از محیط جدا شده و مجدداً در فرایندهای دیگر استفاده شوند، که این امر می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش دهد.

۴. کاتالیست‌های گیاهی معمولاً فعالیت بالا و انتخاب‌پذیری خوبی دارند. این به معنای این است که می‌توانند واکنش‌ها را با کارایی بالا کاتالیز کنند و محصولات مطلوب را به طور انتخابی تولید کنند.

۵. برخی از کاتالیست‌های گیاهی قابلیت تنظیم فعالیت را دارند. این به معنای این است که با تغییر شرایط فرایند، می‌توانند فعالیت خود را تنظیم کرده و بهینه‌سازی کنند [۲۰-۲۱].

۶. قیمت اقتصادی: برخلاف برخی از کاتالیست‌های معدنی یا مصنوعی که هزینه بالایی برای تهیه و استفاده دارند، کاتالیست‌های گیاهی معمولاً به صورت طبیعی و از منابع گیاهی تهیه می‌شوند که می‌تواند به کاهش هزینه‌ها در فرایندهای صنعتی کمک کند.

۷. قابلیت استفاده در شرایط متغیر: برخی از کاتالیست‌های گیاهی قابلیت استفاده در شرایط متغیر را دارند، مانند دما و pH متفاوت. این به معنای این است که می‌توانند در فرایندهای مختلف با شرایط متغیر استفاده شوند و انعطاف‌پذیری بیشتری را در تولید و فرآوری محصولات ارائه دهند.

۸. کاهش آلاینده‌ها: در مقایسه با کاتالیست‌های مصنوعی، کاتالیست‌های گیاهی معمولاً کمتر آلاینده‌های زیست‌محیطی تولید می‌کنند. این به معنای این است که می‌توانند به حفظ محیط زیست کمک کرده و تأثیرات منفی بر طبیعت و حیات وحش را کاهش دهند.

۹. عدم وابستگی به فلزات گرانبها: برخی از کاتالیست‌های مصنوعی برای فعالیت خود به فلزات گرانبها نیاز دارند، اما کاتالیست‌های گیاهی معمولاً به فلزات گرانبها وابستگی کمتری دارند و می‌توانند با استفاده از مواد گیاهی معمولی فعالیت کنند.

۱۰. پایداری در زمان: برخی از کاتالیست‌های مصنوعی ممکن است در طول زمان تجزیه شوند یا فعالیت خود را از دست دهند، اما کاتالیست‌های گیاهی معمولاً پایداری بالاتری دارند و می‌توانند برای مدت طولانی در فرایندها استفاده شوند [۲۰-۲۱ و ۴۱].

بی‌خطر برای محیط زیست: کاتالیست‌های گیاهی معمولاً از منابع طبیعی مانند گیاهان بدست می‌آیند و برخلاف بعضی از کاتالیست‌های مصنوعی، برای محیط زیست بی‌خطر هستند. آنها در فرآیندهایی که به حفظ محیط زیست اهمیت دارند، می‌توانند به عنوان جایگزینی پایدار و مناسب مورد استفاده قرار بگیرند [۲۲].

۱۲. تنوع گونه‌ها: در طبیعت، تنوع بسیاری از گیاهان وجود دارد و هر گونه می‌تواند کاتالیست‌های منحصر به فرد خود را داشته باشد. این تنوع گونه‌ها به ما امکان می‌دهد از ویژگی‌های مختلف کاتالیست‌های گیاهی استفاده کنیم و در فرآیندهای مختلف بهره‌وری و بهینه‌سازی داشته باشیم [۲۱].

۱۳. قابلیت بازیافت و استفاده مجدد: برخی از کاتالیست‌های گیاهی قابلیت بازیافت و استفاده مجدد را دارند. این به معنای این است که پس از استفاده در یک فرایند، می‌توانند از محیط جدا شده و مجدداً در فرایندهای دیگر استفاده شوند، که این امر می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش دهد [۲۳].

۱۴. قابلیت استفاده در فرایندهای زیستی: کاتالیست‌های گیاهی معمولاً زیستی و زیست‌سازگار هستند. این به معنای این است که می‌توانند در فرایندهای زیستی و محیط زیست استفاده شوند و تأثیرات مضر بر محیط زیست را کاهش دهند [۲۰].

۱۵. قابلیت انتخاب‌پذیری: کاتالیست‌های گیاهی معمولاً قابلیت انتخاب‌پذیری خوبی دارند. این به معنای این است که می‌توانند واکنش‌ها را با کارایی بالا کاتالیز کنند و محصولات مطلوب را به طور انتخابی تولید کنند [۴۱].

۱۶. قابلیت تنظیم فعالیت: برخی از کاتالیست‌های گیاهی قابلیت تنظیم فعالیت را دارند. این به معنای این است که می‌توانند با تغییر شرایط فرایند، فعالیت خود را تنظیم کرده و بهینه‌سازی کنند [۲۲].

۵- کاربردهای کاتالیست‌های گیاهی در صنعت نفت

کاتالیست‌های گیاهی در صنعت نفت به عنوان جایگزین‌های پایدار و زیست‌سازگار برای کاتالیست‌های معمولی استفاده می‌شوند. در زیر، کاربردهای کاتالیست‌های گیاهی در صنعت نفت ذکر شده است:

۱. تقویت بازیابی نفت: کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند در فرآیندهای تقویت بازیابی نفت مانند تزریق آب گرم و تزریق گاز به کار روند. این کاتالیست‌ها می‌توانند بهبود قابل توجهی در بازیابی نفت از مخازن را به همراه داشته باشند [۲۲].

۲. هیدروژناسیون: کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای هیدروژناسیون نفت مانند تبدیل نفت سنگین به سبک‌ترین محصولات نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این فرایند بهبود قابل توجهی در کیفیت محصولات نفتی و افزایش بهره‌وری دارد [۲۱].

۳. کاهش گازهای آلاینده: کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند در فرایندهای کاهش گازهای آلاینده مانند اکسید نیتروژن (NOx) و دی‌اکسید گوگرد (SO₂) مورد استفاده قرار بگیرند. این کاتالیست‌ها قادر به تبدیل گازهای آلاینده به ترکیبات غیرمضر و غیرآلاینده هستند [۲۰].

۴. کاهش آلاینده‌های محیطی: کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند در فرایندهای کاهش آلاینده‌های محیطی مانند آلاینده‌های آب و هوا و پساب‌ها استفاده شوند. آنها می‌توانند بهبود قابل توجهی در کاهش آلودگی هوا و آب و بهبود کیفیت محیط زیست داشته باشند [۲۲].

۵-۱- کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند از گیاهان مختلف بدست آید و به روش‌های مختلفی تولید شوند:

۱. کاتالیست‌های گیاهی بر پایه آهن: گیاهانی مانند کاهو، اسفناج و همیشه بهار می‌توانند به عنوان منبعی برای تولید کاتالیست‌های گیاهی بر پایه آهن استفاده شوند. این کاتالیست‌ها می‌توانند در فرایندهای هیدروژناسیون و تبدیل هیدروکربن‌ها به کار روند [۴۲].

۲. کاتالیست‌های گیاهی بر پایه نانوذرات مس: گیاهانی مانند گیاهان دارویی و گیاهان آلی می‌توانند برای تولید کاتالیست‌های گیاهی بر پایه نانوذرات مس استفاده شوند. این کاتالیست‌ها قابلیت کاهش آلاینده‌های محیطی را دارند و به عنوان جایگزینی پایدار برای کاتالیست‌های معمولی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲۴].

۳. کاتالیست‌های گیاهی بر پایه نانوذرات طلا: گیاهانی مانند آلوئه ورا، گل رز و زعفران می‌توانند برای تولید کاتالیست‌های گیاهی بر پایه نانوذرات طلا استفاده شوند. این کاتالیست‌ها قابلیت کاهش آلاینده‌های محیطی و کاتالیز واکنش‌های شیمیایی را دارند [۲۵].

۴. کاتالیست‌های گیاهی بر پایه نانوذرات نقره: گیاهانی مانند نعناع، زردچوبه و رازیانه می‌توانند برای تولید کاتالیست‌های گیاهی بر پایه نانو ذرات نقره استفاده شوند. این کاتالیست‌ها می‌توانند در فرایندهای کاهش آلاینده‌ها و تبدیل هیدروکربن‌ها به کار روند [۲۶].

۵-۲- اثر کاتالیست‌های گیاهی بر عملکرد فرایندهای استخراج نفت

۵-۲-۱- تاثیر کاتالیست‌های گیاهی بر کاهش ویسکوزیته نفت

استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایند کاهش ویسکوزیته نفت می‌تواند بهبود قابل توجهی در کاهش ویسکوزیته و جداسازی نفت از سنگ مخزن داشته باشد. کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند به عنوان عامل‌های پاششی یا افزودنی‌های مایع برای فرایندهای استخراج نفت استفاده شوند. در یک تحقیق انجام شده اثر کاتالیست‌های گیاهی بر کاهش ویسکوزیته نفت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به کاهش ویسکوزیته نفت و افزایش جریان آن در فرایندهای استخراج کمک کند. این کاتالیست‌ها با تخریب ویژگی‌های سطحی نفت و کاهش نیروهای بین‌ذره‌ای، باعث افزایش ترشح نفت و کاهش ویسکوزیته آن می‌شوند [۲۷]. به عنوان مثال، در یک تحقیق دیگر انجام شده استفاده از کاتالیست‌های گیاهی مانند اسانس‌های گیاهی و عصاره‌های گیاهی برای کاهش ویسکوزیته نفت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اسانس‌های گیاهی می‌توانند بهبود قابل توجهی در کاهش ویسکوزیته نفت ایجاد کنند و باعث افزایش جریان آن شوند [۲۸]. کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر کاهش ویسکوزیته نفت داشته باشند. این کاتالیست‌ها معمولاً از عصاره‌ها یا عناصر مختلفی که از گیاهان استخراج می‌شوند، تشکیل شده‌اند. این عناصر می‌توانند به عنوان کاتالیست‌های طبیعی عمل کنند و ویسکوزیته نفت را کاهش دهند [۲۹]. یکی از کاتالیست‌های گیاهی معروف برای کاهش ویسکوزیته نفت، عصاره‌ی زعفران است. زعفران دارای ترکیباتی است که می‌تواند به عنوان کاتالیست در فرآیندهای کاهش ویسکوزیته نفت عمل کند. استفاده از عصاره زعفران می‌تواند باعث کاهش ویسکوزیته نفت و افزایش جریان آن شود [۳]. علاوه بر زعفران، کاتالیست‌های گیاهی دیگری نیز می‌توانند برای کاهش ویسکوزیته نفت استفاده شوند. برخی از این کاتالیست‌ها شامل عصاره‌های گیاهی مانند مریم گلی، نعناع هندی و آویشن هستند. این عصاره‌ها می‌توانند به عنوان کاتالیست‌های طبیعی در فرآیندهای کاهش ویسکوزیته نفت عمل کنند و باعث کاهش مقدار اصطکاک در نفت شوند [۳۱]. به طور کلی، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند بهبود قابل توجهی در ویسکوزیته نفت و کاهش مقدار اصطکاک آن داشته باشد. این کاتالیست‌ها می‌توانند در صنایع نفت و گاز و همچنین در تولید محصولات نفتی مانند روغن‌ها و گریس‌ها استفاده شوند [۳۲-۳۴]. (استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به کاهش ویسکوزیته نفت کمک کند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند بهبود مهمی در ویسکوزیته نفت ایجاد کند. در این مطالعه، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی مشتق شده از سیب‌زمینی و برنج برای کاهش ویسکوزیته نفت مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده است که استفاده از این کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به کاهش ویسکوزیته نفت کمک کند و در نتیجه، فرآیند استخراج نفت را بهبود بخشد [۳۵]. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی برای کاهش ویسکوزیته نفت می‌تواند بهبود مهمی در فرآیندهای استخراج نفت ایجاد کند. ویسکوزیته نفت به میزان مقاومت آن در برابر جریان و حرکت در دماهای معین اشاره دارد. نفت‌های با ویسکوزیته بالا معمولاً سخت‌تر استخراج می‌شوند و می‌توانند باعث کاهش راندمان فرآیند استخراج شوند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به کاهش ویسکوزیته نفت کمک کند. در این مطالعه، کاتالیست‌های مشتق شده از سیب‌زمینی و برنج برای کاهش ویسکوزیته نفت مورد استفاده قرار گرفته است. علت کاهش ویسکوزیته نفت با استفاده از کاتالیست‌های گیاهی به دلیل واکنش‌های شیمیایی بین کاتالیست و مولکول‌های نفت است. این واکنش‌ها می‌توانند به شکستن زنجیره‌های طولانی هیدروکربنی در نفت و کاهش دوام ویسکوزیته منجر شوند. همچنین، کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند باعث افزایش فعالیت سطحی نفت شوند که به کاهش ویسکوزیته نفت کمک می‌کند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی برای کاهش ویسکوزیته نفت دارای مزایایی است. این کاتالیست‌ها معمولاً قیمت ارزان‌تری نسبت به

کاتالیست‌های شیمیایی دارند و معمولاً نیاز به مقدار کمتری از آنها در فرایند استخراج است. همچنین، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به کاهش هزینه‌های استخراج نفت کمک کند.

۵-۲-۲- اثر کاتالیست‌های گیاهی بر بهبود راندمان استخراج نفت

استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیندهای استخراج نفت می‌تواند بهبودی قابل توجهی در راندمان این فرآیندها ایجاد کند. برخی از کاتالیست‌های گیاهی مانند زعفران و آویشن می‌توانند بهبودی در عملکرد مختلفی از جمله بهبود جریان نفت، کاهش ویسکوزیته و افزایش بهره‌وری در استخراج نفت داشته باشند. به عنوان مثال، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیند تکمیل چاه می‌تواند بهبودی در راندمان استخراج نفت از چاه‌ها ایجاد کند. این کاتالیست‌ها می‌توانند بهبودی در جریان نفت را ایجاد کرده و مانع از تشکیل رسوبات و تراکم نفت در چاه شوند. همچنین، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیندهای تقطیر نفت می‌تواند بهبودی در راندمان این فرآیند ایجاد کند. این کاتالیست‌ها می‌توانند به کاهش درصد ترکیبات سنگین و افزایش درصد ترکیبات سبک در محصولات تقطیر کمک کنند. به طور کلی، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیندهای استخراج نفت می‌تواند بهبود راندمان و بهره‌وری این فرآیندها را به همراه داشته باشد. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیندهای استخراج نفت می‌تواند بهبود راندمان این فرآیندها را به دنبال داشته باشد. کاتالیست‌های گیاهی مانند عصاره‌های گیاهی، پوست و پوسته‌های گیاهی و ضایعات گیاهی می‌توانند واکنش‌های استخراج را تسهیل کنند و عملکرد فرایند را بهبود بخشند. یک مطالعه منتشر شده در مجله Journal of Cleaner Production نشان داد که استفاده از عصاره‌های گیاهی به عنوان کاتالیست در فرایند استخراج نفت می‌تواند بهبود قابل توجهی در راندمان این فرایند داشته باشد. در این مطالعه، عصاره‌های گیاهی شامل ترکیباتی مانند فنل‌ها، تانن‌ها، ساپونین‌ها و الکل‌ها برای تسهیل واکنش استخراج نفت استفاده شدند. نتایج نشان داد که استفاده از این کاتالیست‌های گیاهی منجر به افزایش راندمان استخراج نفت تا ۵۰ درصد شد. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیندهای استخراج نفت می‌تواند بهبود قابل توجهی در راندمان این فرآیندها داشته باشد. کاتالیست‌های گیاهی شامل ترکیباتی هستند که از گیاهان استخراج می‌شوند و قابلیت تسهیل واکنش‌های شیمیایی را دارند. یکی از مزایای استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیندهای استخراج نفت، افزایش سرعت واکنش استخراج است. این کاتالیست‌ها با افزایش سرعت واکنش، زمان مورد نیاز برای استخراج نفت را کاهش می‌دهند. علاوه بر این، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند باعث بهبود بازده استخراج نفت شود، به این معنی که مقدار بیشتری نفت از مخزن استخراج می‌شود. در یک مطالعه انجام شده در حوزه استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایند استخراج نفت، عصاره‌های گیاهی شامل ترکیباتی مانند فنل‌ها، تانن‌ها، ساپونین‌ها و الکل‌ها برای تسهیل واکنش استخراج نفت استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از این کاتالیست‌های گیاهی منجر به افزایش راندمان استخراج نفت تا ۵۰ درصد شد. این بهبود در راندمان به دلیل واکنش‌های شیمیایی بهبود یافته و افزایش سرعت استخراج نفت از مخزن‌ها به دلیل استفاده از کاتالیست‌های گیاهی است. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیندهای استخراج نفت مزایایی مانند بهبود کارایی، کاهش هزینه‌ها و حفظ محیط زیست دارد. این روش‌ها به دلیل طبیعی بودن و عدم تولید آلاینده‌های محیطی، به حفظ محیط زیست کمک می‌کنند [۳۵]. در این مطالعه، نحوه استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیندهای استخراج نفت نیز بررسی شده است. این کاتالیست‌ها می‌توانند به صورت مستقیم به مخزن نفت اضافه شوند یا در فرآیندهای استخراج نفت مانند استخراج با حلال، استخراج با بخار و استخراج با آب استفاده شوند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیندهای استخراج نفت می‌تواند بهبودهای قابل توجهی در روش‌های استخراج موجود ایجاد کند. برای مثال، در روش استخراج با حلال، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به کاهش میزان حلال مورد نیاز برای استخراج نفت منجر شود. این عمل باعث صرفه‌جویی در هزینه‌های استخراج و کاهش آلودگی محیط زیست مرتبط با استفاده از حلال‌های شیمیایی است. علاوه بر این، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیندهای استخراج نفت می‌تواند بهبودهای دیگری نیز به همراه داشته باشد. برای مثال، این کاتالیست‌ها می‌توانند باعث کاهش ویسکوزیته نفت شوند و در نتیجه، روان‌تر شدن نفت و افزایش سرعت جابجایی آن در مخزن را فراهم کنند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرآیندهای استخراج نفت همچنین می‌تواند بهبودهای مربوط به

کیفیت نفت استخراج شده داشته باشد. برای مثال، این کاتالیست‌ها می‌توانند به تخلیص نفت از آلاینده‌های موجود در آن کمک کنند و نفتی با کیفیت بهتر تولید کنند. به طور کلی، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت می‌تواند بهبودهای مهمی در روش‌های استخراج نفت ایجاد کند. این بهبودها شامل افزایش راندمان، کاهش هزینه‌ها، حفظ محیط زیست و بهبود کیفیت نفت استخراج شده می‌شود [۳۵]. در این مطالعه، نوعی از کاتالیست‌های گیاهی به نام سلولز ترکیب شده با نانوذرات نقره برای استخراج نفت مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده است که استفاده از این کاتالیست‌ها باعث افزایش راندمان استخراج نفت و کاهش میزان حلال مورد نیاز برای استخراج نفت می‌شود. همچنین، در این مطالعه نحوه استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایند استخراج با بخار نیز بررسی شده است. نتایج نشان داده است که استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در این فرایند باعث افزایش راندمان و کاهش هزینه‌های استخراج می‌شود. همچنین، استفاده از این کاتالیست‌ها باعث کاهش میزان آلاینده‌های محیطی مرتبط با استخراج با بخار می‌شود. در کل، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت باعث بهبودهای قابل توجهی در این فرایندها می‌شود. این بهبودها شامل افزایش راندمان، کاهش هزینه‌ها، حفظ محیط زیست و بهبود کیفیت نفت استخراج شده می‌شود. همچنین، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی به عنوان جایگزینی برای حلال‌های شیمیایی مورد استفاده در فرایندهای استخراج نفت می‌تواند به کاهش آلودگی محیط زیست مرتبط با این فرایندها کمک کند [۳۵]. در این مطالعه، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت به عنوان جایگزینی برای کاتالیست‌های شیمیایی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند بهبودهای مهمی در روش‌های استخراج نفت ایجاد کند. یکی از مزایای استفاده از کاتالیست‌های گیاهی این است که آنها به طور طبیعی قابل تجدید هستند و معمولاً از منابع فسیلی مانند نفت استخراج نمی‌شوند. این به معنای این است که استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت می‌تواند به حفظ منابع طبیعی کمک کند. علاوه بر این، کاتالیست‌های گیاهی معمولاً به طور موثری از آلاینده‌های موجود در نفت تخلیص می‌دهند. این به معنای این است که استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به بهبود کیفیت نفت استخراج شده و کاهش آلودگی محیط زیست مرتبط با استخراج نفت منجر شود. همچنین، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به کاهش هزینه‌های استخراج نفت کمک کند. زیرا برخی از کاتالیست‌های گیاهی قیمت ارزان‌تری نسبت به کاتالیست‌های شیمیایی دارند و معمولاً نیاز به مقدار کمتری از آنها در فرایند استخراج است. به طور کلی، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت می‌تواند بهبودهای مهمی در روش‌های استخراج نفت ایجاد کند. این بهبودها شامل افزایش راندمان، کاهش هزینه‌ها، حفظ منابع طبیعی و بهبود کیفیت نفت استخراج شده می‌شود. در این مطالعه، نوعی از کاتالیست‌های گیاهی به نام کاتالیست‌های فسفاتی^۱ نیز مورد بررسی قرار گرفته است. این کاتالیست‌ها معمولاً از فسفات‌های گیاهی مانند سیب‌زمینی، گندم و برنج تهیه می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از کاتالیست‌های فسفاتی می‌تواند بهبودهای مهمی در روش‌های استخراج نفت ایجاد کند. این کاتالیست‌ها معمولاً به طور موثری از آلاینده‌های موجود در نفت تخلیص می‌دهند و می‌توانند به کاهش آلودگی محیط زیست مرتبط با استخراج نفت کمک کنند. همچنین، استفاده از کاتالیست‌های فسفاتی می‌تواند به کاهش هزینه‌های استخراج نفت کمک کند. زیرا این کاتالیست‌ها معمولاً قیمت ارزان‌تری نسبت به کاتالیست‌های شیمیایی دارند و معمولاً نیاز به مقدار کمتری از آنها در فرایند استخراج است. در کل، استفاده از کاتالیست‌های فسفاتی به عنوان یک جایگزین برای کاتالیست‌های شیمیایی در فرایندهای استخراج نفت می‌تواند بهبودهای مهمی در روش‌های استخراج نفت ایجاد کند. این بهبودها شامل افزایش راندمان، کاهش هزینه‌ها، حفظ منابع طبیعی و بهبود کیفیت نفت استخراج شده می‌شود [۳۵]. در این مطالعه، به بررسی برخی از کاتالیست‌های گیاهی دیگر نیز پرداخته شده است. برای مثال، استفاده از کاتالیست‌های مشتق شده از سیب‌زمینی و برنج در فرایندهای استخراج نفت مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از این کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند بهبودهای مهمی در روش‌های استخراج نفت ایجاد کند. به عنوان مثال، استفاده از کاتالیست‌های مشتق شده از سیب‌زمینی می‌تواند به کاهش آلاینده‌های موجود در نفت و بهبود کیفیت نفت استخراج شده کمک کند. همچنین، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به کاهش هزینه‌های استخراج نفت کمک کند. این کاتالیست‌ها معمولاً قیمت ارزان‌تری نسبت به کاتالیست‌های

^۱ Phosphate-based catalysts

شیمیایی دارند و معمولاً نیاز به مقدار کمتری از آنها در فرایند استخراج است. به طور کلی، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت می‌تواند بهبودهای مهمی در روش‌های استخراج نفت ایجاد کند. این بهبودها شامل افزایش راندمان، کاهش هزینه‌ها، حفظ منابع طبیعی و بهبود کیفیت نفت استخراج شده می‌شود.

۵-۲-۳- کاتالیست‌های گیاهی و کاهش آلاینده‌ها در فرایند استخراج نفت

کاتالیست‌های گیاهی یک رویکرد جدید در فرایند استخراج نفت هستند که به منظور کاهش آلاینده‌ها استفاده می‌شوند. این کاتالیست‌ها از مواد گیاهی مانند روغن‌های گیاهی، عصاره‌های گیاهی یا عصاره‌های گیاهی تهیه می‌شوند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایند استخراج نفت به دو روش می‌تواند انجام شود:

۱. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در محلول‌های شوینده: در این روش، کاتالیست‌های گیاهی به عنوان محلول‌های شوینده در فرایند استخراج نفت استفاده می‌شوند. این محلول‌ها می‌توانند به عنوان محلول‌های پایه برای مذاب‌های استخراج استفاده شوند و یا به مذاب‌های استخراج اضافه شوند تا کارایی آنها را افزایش دهند. کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند به عنوان محلول‌های شوینده غیر سمی و قابل تجزیه به مذاب‌های استخراج اضافه شوند و باعث کاهش آلاینده‌های موجود در فرایند استخراج نفت شوند [۳۸].
۲. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی به عنوان کاتالیست‌های جامد: در این روش، کاتالیست‌های گیاهی به عنوان کاتالیست‌های جامد در فرایند استخراج نفت استفاده می‌شوند. این کاتالیست‌ها می‌توانند به عنوان لایه‌های کاتالیستی بر روی سطوح جامد قرار گیرند و در فرایند استخراج نفت نقشی مهم ایفا کنند. کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند به عنوان جاذب آلاینده‌ها در فرایند استخراج نفت عمل کنند و باعث کاهش آلاینده‌های موجود در فرایند شوند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایند استخراج نفت می‌تواند به کاهش آلودگی و بهبود کارایی فرایند کمک کند. این روش برای حفظ محیط زیست بسیار مهم است و می‌تواند به تولید نفت پاک‌تر و کاهش آثار منفی استخراج نفت بر روی محیط زیست کمک کند.

۵-۲-۴- استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایند استخراج نفت

۱. کاهش آلاینده‌ها: استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند منجر به کاهش آلاینده‌های موجود در فرایند استخراج نفت شود. این کاتالیست‌ها می‌توانند به طور موثر آلاینده‌های معدنی، روغنی و شیمیایی را حذف کنند و بهبود کیفیت نفت استخراجی منجر شوند.
۲. حفظ محیط زیست: استفاده از کاتالیست‌های گیاهی به صورت طبیعی و قابل تجزیه به محیط زیست کمک می‌کند. این کاتالیست‌ها می‌توانند به جای استفاده از مواد شیمیایی سنتی، که ممکن است آلاینده‌هایی مانند مواد سمی و زیان‌بار را به محیط زیست منتقل کنند، استفاده شوند. در نتیجه، این روش به حفظ تعادل طبیعت و کاهش تأثیرات منفی بر روی حیات وحش و جانوران کمک می‌کند.

۳. کاهش هزینه‌ها: استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به کاهش هزینه‌های فرایند استخراج نفت منجر شود. مواد گیاهی معمولاً ارزان‌تر و در دسترس‌تر از مواد شیمیایی سنتی هستند. علاوه بر این، کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند بهبود کارایی فرایند استخراج نفت را افزایش دهند و در نتیجه میزان استخراج نفت را افزایش دهند [۴۴]. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایند استخراج نفت بسیار واعظ است و می‌تواند به بهبود کیفیت نفت استخراجی، حفظ محیط زیست و کاهش هزینه‌های فرایند کمک کند. به علاوه، این روش می‌تواند به توسعه صنعت نفت پاک و سازگار با محیط زیست کمک کند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایند استخراج نفت می‌تواند به دستیابی به مزایای دیگری نیز کمک کند. در ادامه، برخی از این مزایا را بررسی خواهیم کرد:

۱. افزایش بازدهی: استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند بهبود کارایی فرایند استخراج نفت را افزایش دهد. این کاتالیست‌ها می‌توانند فرایند استخراج نفت را بهبود بخشیده و به افزایش میزان استخراج نفت منجر شوند. این امر می‌تواند به تولید نفت بیشتر و افزایش سودآوری کمک کند [۳۸].

۲. کاهش آثار جانبی: استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به کاهش آثار جانبی فرایند استخراج نفت کمک کند. مواد شیمیایی سنتی که ممکن است در فرایند استخراج نفت استفاده شود، می‌توانند آلاینده‌های جانبی مانند گازهای گلخانه‌ای و مواد زیان‌بار را تولید کنند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی که قابل تجزیه و غیر سمی هستند، می‌تواند به کاهش این آثار جانبی کمک کند.

۳. ایمنی بیشتر: استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند بهبود ایمنی فرایند استخراج نفت را نیز به همراه داشته باشد. مواد شیمیایی سنتی ممکن است خطراتی مانند انفجار یا سمی بودن داشته باشند. با استفاده از کاتالیست‌های گیاهی که غیر سمی و غیر قابل اشتعال هستند، خطرات احتمالی در فرایند استخراج نفت کاهش می‌یابد [۳۹].

استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایند استخراج نفت می‌تواند به دستیابی به بازدهی بالاتر، کاهش آثار جانبی و افزایش ایمنی فرایند کمک کند. این روش می‌تواند به توسعه صنعت نفت پاک و پایدار کمک کند و به حفظ محیط زیست و بهبود شرایط کارکنان مرتبط با فرایند استخراج نفت کمک کند [۴۰].

۵-۳- روش‌های تولید کاتالیست‌های گیاهی

روش‌های تولید کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند شامل استخراج روغن‌های گیاهی، تهیه عصاره‌های گیاهی و استفاده از آب‌های گیاهی باشد. یکی از روش‌های تولید کاتالیست‌های گیاهی استخراج روغن‌های گیاهی است. برای تهیه این کاتالیست‌ها، روغن‌های گیاهی مانند روغن زیتون، روغن بادام و روغن بذر گلرنگ استخراج می‌شوند. این روغن‌ها می‌تواند به عنوان کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت استفاده شوند. علاوه بر استخراج روغن‌های گیاهی، تهیه عصاره‌های گیاهی نیز می‌تواند یک روش تولید کاتالیست‌های گیاهی باشد. در این روش، اجزای فعال گیاهی مانند عصاره‌های گیاهی و عصاره‌های گیاهی تهیه می‌شوند و به عنوان کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت استفاده می‌شوند. همچنین، استفاده از آب‌های گیاهی نیز می‌تواند به عنوان یک روش تولید کاتالیست‌های گیاهی در نظر گرفته شود. در این روش، آب‌های گیاهی مانند آب چای سبز، آب گل محمدی و آب زعفران استفاده می‌شوند و به عنوان کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت به کار می‌روند. روش‌های دیگری نیز برای تولید کاتالیست‌های گیاهی وجود دارد. به عنوان مثال، یک روش متداول برای تهیه کاتالیست‌های گیاهی، استفاده از پوست و پوسته‌های گیاهی است. در این روش، پوست و پوسته‌های گیاهی مانند پوست پرتقال، پوست سیب و پوست بادام استخراج می‌شوند و به عنوان کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت استفاده می‌شوند. علاوه بر این، می‌توان از ضایعات گیاهی نیز برای تولید کاتالیست‌های گیاهی استفاده کرد. برای مثال، پسماندهای گیاهی مانند پوست و بقایای گیاهی می‌تواند به منظور تولید کاتالیست‌های گیاهی استفاده شوند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت باعث بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها می‌شود. همچنین، این روش‌ها به دلیل طبیعی بودن و عدم تولید آلاینده‌های محیطی، به حفظ محیط زیست کمک می‌کنند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت یک رویکرد نوین است که در حال حاضر مورد توجه بسیاری از پژوهشگران و صنعتگران قرار گرفته است. کاتالیست‌های گیاهی معمولاً از اجزای فعال گیاهی مانند عصاره‌ها، عصاره‌های گیاهی، پوست و پوسته‌های گیاهی، ضایعات گیاهی و آب‌های گیاهی تهیه می‌شوند. در فرایندهای استخراج نفت، کاتالیست‌های گیاهی می‌توانند واکنش‌های شیمیایی را تسریع کنند و عملکرد استخراج را بهبود بخشند. این کاتالیست‌ها می‌توانند به عنوان عامل‌های افزایشی در فرایندهای استخراج نفت، مانند استخراج با حلال، استخراج با استفاده از فشار بالا و استخراج با استفاده از مایع برجسته، استفاده شوند. یکی از روش‌های استخراج نفت با استفاده از کاتالیست‌های گیاهی، استفاده از عصاره‌های گیاهی است. در این روش، اجزای فعال گیاهی از مواد گیاهی استخراج می‌شوند و به عنوان کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت استفاده می‌شوند. این عصاره‌ها ممکن است شامل ترکیباتی مانند فنل‌ها، تانن‌ها، ساپونین‌ها و الکل‌ها باشند که می‌توانند واکنش‌های استخراج را تسهیل کنند. همچنین، استفاده از پوست و پوسته‌های گیاهی نیز می‌تواند به عنوان منبعی برای تهیه کاتالیست‌های گیاهی استفاده شود. پوست و پوسته‌های گیاهی شامل ترکیباتی مانند لیگنین‌ها، سلولز و پکتین‌ها هستند که می‌توانند در فرایندهای استخراج نفت به عنوان کاتالیست‌های گیاهی عمل کنند. ضایعات گیاهی نیز می‌توانند به عنوان منبعی برای تولید کاتالیست‌های گیاهی استفاده شوند. به

عنوان مثال، پوست و بقایای گیاهی می‌توانند بازیافت شوند و به عنوان کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت استفاده شوند. استفاده از آب‌های گیاهی نیز یک روش دیگر برای تهیه کاتالیست‌های گیاهی است. آب‌های گیاهی مانند آب چای سبز، آب گل محمدی و آب زعفران می‌توانند به عنوان کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت استفاده شوند. به طور کلی، استفاده از کاتالیست‌های گیاهی در فرایندهای استخراج نفت مزایایی مانند بهبود کارایی، کاهش هزینه‌ها و حفظ محیط زیست دارد. این روش‌ها به دلیل طبیعی بودن و عدم تولید آلاینده‌های محیطی، به حفظ محیط زیست کمک می‌کنند [۳۵].

۶- روش‌های استخراج اسانس‌های گیاهی

روش‌های مختلفی برای استخراج اسانس‌های گیاهی وجود دارد. در زیر به برخی از این روش‌ها اشاره شده است:

۱. استخراج با استفاده از بخار: در این روش، گیاهان در یک دستگاه خاص به نام دیستیلایون قرار می‌گیرند. بخار آب به گیاهان اعمال می‌شود و اسانس‌های گیاهی در بخار حاصل از این عملیات تبخیر می‌شوند. سپس بخار حاوی اسانس‌ها تبرید می‌شود و اسانس‌ها به صورت مایع دریافت می‌شوند (کتاب راهنمای اسانس‌ها: علم، فناوری و کاربردها، ک. هوسنو کن بیسر).
۲. استخراج با استفاده از حلال: در این روش، گیاهان در یک حلال مناسب مانند الکل، گلیسرین یا روغن معمولاً به مدت معینی قرار می‌گیرند. حلال باعث جدا شدن اسانس‌ها از گیاهان می‌شود. سپس اسانس‌های جدا شده از حلال تقطیر می‌شوند تا حلال برای استفاده مجدد به دست آید.
۳. استخراج با استفاده از فشار: در این روش، گیاهان در یک محفظه با فشار بالا قرار می‌گیرند. فشار باعث جدا شدن اسانس‌ها از گیاهان می‌شود. سپس اسانس‌های جدا شده با کاهش فشار به صورت مایع دریافت می‌شوند.
۴. استخراج با استفاده از سوپر کریتیکال فلوئید: در این روش، گیاهان در محلولی حاوی یک فلوئید سوپر کریتیکال (معمولاً دی‌اکسید کربن) قرار می‌گیرند. فشار و دما به حدی تنظیم می‌شود که فلوئید سوپر کریتیکال شود و اسانس‌ها را از گیاهان جدا کند. سپس فلوئید سوپر کریتیکال تقطیر می‌شود تا اسانس‌ها باقی بمانند.
۵. استخراج با استفاده از استخراج مواد محلول: در این روش، گیاهان در یک حلال مناسب مانند روغن یا گلیسرین قرار می‌گیرند و به مدت زمان معینی در آن محلول می‌شوند. سپس از محلول حاصل، اسانس‌ها با استفاده از استخراج مواد محلول جدا می‌شوند.
۶. استخراج با استفاده از روش هیدرو دیستیلایون: در این روش، گیاهان در آب قرار می‌گیرند و سپس با استفاده از بخار آب، اسانس‌های گیاهی جدا می‌شوند. این روش برای استخراج اسانس‌های حاوی ترکیبات آبی مانند گلاب و هیدروکربن‌ها استفاده می‌شود.
۷. استخراج با استفاده از ماکرودیستیلایون: در این روش، گیاهان در یک حلال مناسب قرار می‌گیرند و سپس با استفاده از ماکرودیستیلایون، اسانس‌های گیاهی جدا می‌شوند. این روش برای استخراج اسانس‌های گیاهی با حجم بالا و غلظت بالا استفاده می‌شود.

۶-۱- فرآیند تولید کاتالیست‌های گیاهی از اسانس‌های گیاهی

فرآیند تولید کاتالیست‌های گیاهی از اسانس‌های گیاهی می‌تواند به صورت زیر انجام شود:

۱. جداسازی اسانس‌های گیاهی: ابتدا، اسانس‌های گیاهی از گیاهان استخراج می‌شوند با استفاده از یکی از روش‌های استخراجی که قبلاً بررسی کردیم. می‌توان از روش‌های هیدرو دیستیلایون، میکروویو، الکل، کریوژنیک یا سونیکیشن استفاده کرد.
۲. پالایش اسانس‌ها: اسانس‌های استخراج شده ممکن است شامل ترکیبات مختلفی باشند که برای تولید کاتالیست‌های گیاهی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. بنابراین، اسانس‌ها باید پالایش شوند تا ترکیبات مورد نیاز برای تولید کاتالیست‌ها جدا شوند. این مرحله ممکن است شامل فرآیندهایی مانند تقطیر، گذرگاه‌سازی، استخراج با حلال‌های دیگر یا فیلتراسیون باشد.

۳. تهیه کاتالیست‌ها: پس از پالایش اسانس‌ها، می‌توان به تهیه کاتالیست‌های گیاهی پرداخت. برای این منظور، ترکیبات مورد نیاز برای تولید کاتالیست‌ها از اسانس‌های پالایش شده جدا می‌شوند. این فرآیند ممکن است شامل استخراج، تصفیه و تجمع ترکیبات مورد نیاز باشد.

۴. آزمایش و ارزیابی کاتالیست‌ها: کاتالیست‌های گیاهی تهیه شده باید در آزمایشگاه مورد ارزیابی قرار گیرند. در این مرحله، کارایی و عملکرد کاتالیست‌ها بررسی می‌شود تا اطمینان حاصل شود که آنها مناسب برای استفاده در فرآیندهای شیمیایی هستند.

۵. بسته بندی و توزیع: پس از اطمینان از کیفیت و کارایی کاتالیست‌های گیاهی، آنها بسته بندی و برای استفاده در صنایع مختلف توزیع می‌شوند. بسته بندی مناسب و توجه به شرایط نگهداری اهمیت دارد تا کاتالیست‌ها در حداکثر کارایی خود باقی بمانند. "تولید کاتالیست‌های گیاهی از اسانس‌های گیاهی" از مجله "مجله بین المللی مهندسی شیمی و کاربردها" با توجه به ادامه فرآیند تولید کاتالیست‌های گیاهی، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۶. بهره‌برداری از کاتالیست‌های گیاهی: پس از بسته بندی و توزیع کاتالیست‌های گیاهی، آنها برای استفاده در فرآیندهای شیمیایی به مشتریان عرضه می‌شوند. کاتالیست‌های گیاهی ممکن است در صنایع مختلف مانند صنایع نفت و گاز، پتروشیمی، داروسازی و غیره استفاده شوند.

۷. بهبود و بهینه‌سازی کاتالیست‌ها: پس از استفاده از کاتالیست‌های گیاهی، ممکن است نیاز به بهبود و بهینه‌سازی عملکرد آنها باشد. این مرحله شامل تحلیل و بررسی عوامل مختلفی مانند دما، فشار، غلظت و زمان واکنش است. با بهبود عملکرد کاتالیست‌ها، می‌توان به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌های فرآیند شیمیایی دست یافت.

۸. پژوهش و توسعه: صنعت کاتالیست‌های گیاهی همچنان در حال توسعه است و پژوهش‌های بیشتری برای بهبود و کشف کاتالیست‌های جدید از اسانس‌های گیاهی صورت می‌گیرد. این پژوهش‌ها شامل بررسی و شناخت ترکیبات فعال در اسانس‌ها، بهینه‌سازی فرآیندهای استخراج و تهیه کاتالیست، ارزیابی بهره‌وری و کارایی کاتالیست‌ها و سایر موارد مرتبط است.

۹. پایش و کنترل کیفیت: برای اطمینان از کیفیت و کارایی کاتالیست‌های گیاهی، نیاز به پایش و کنترل کیفیت در طول فرآیند تولید و استفاده وجود دارد. این شامل آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و عملکردی می‌شود تا اطمینان حاصل شود که کاتالیست‌ها به طور مطلوب عمل می‌کنند و کیفیت مورد انتظار را دارند.

۱۰. حفظ محیط زیست: در فرآیند تولید کاتالیست‌های گیاهی، لازم است مراقبت از محیط زیست صورت گیرد. این شامل استفاده از فرآیندهای سازگار با محیط زیست، مدیریت پسماندها و مصرف بهینه منابع است. همچنین، در صورت امکان، انتخاب گیاهانی که به صورت پایدار و طبیعی تولید می‌شوند و کشت آنها با رعایت مسائل محیط زیست می‌تواند مفید باشد.

با انجام این مراحل، فرآیند تولید کاتالیست‌های گیاهی از اسانس‌های گیاهی به پایان می‌رسد و می‌توان از این کاتالیست‌ها در فرآیندهای شیمیایی مختلف استفاده کرد [۴۳].

۶-۲- روش‌های سنتز کاتالیست‌های گیاهی

سنتز کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند به چند روش مختلف انجام شود. یکی از روش‌های معمول استفاده از عصاره‌های گیاهی است. در این روش، گیاهان مورد نظر به طور کامل خرد و سپس با استفاده از مواد مذاب مختلف، مانند آب، الکل و یا روغن، استخراج می‌شوند. سپس، محلول حاصل به فرآیندهایی مانند تقطیر و تجزیه تحت فشار تحت عمل قرار می‌گیرد تا کاتالیست گیاهی به دست آید. روش دیگری که برای سنتز کاتالیست‌های گیاهی استفاده می‌شود، استفاده از روش هیدروترمال می‌باشد. در این روش، گیاهان به همراه مواد مذاب در یک راکتور قرار می‌گیرند و در دماهای بالا و فشارهای بالا تحت عمل قرار می‌گیرند. این فرآیند می‌تواند به تحلیل و تجزیه گیاهان و تولید کاتالیست‌های مختلف منجر شود [۲۸-۳۶]. علاوه بر روش‌های فوق، روش‌های دیگری نیز برای سنتز کاتالیست‌های گیاهی وجود دارد. یکی از این روش‌ها استفاده از روش سینتزر هیدروژل است. در این روش، مواد اولیه گیاهی همراه با حلال‌های مختلف مانند آب، الکل و یا روغن در دما و فشارهای مشخص با هم ترکیب می‌شوند و به صورت هیدروژل

تشکیل می‌شوند. سپس، هیدروژل حاصل به مراحل خشک کردن و کریستالیزه شدن تحت عمل قرار می‌گیرد تا کاتالیست گیاهی سنتز شود. روش دیگری که مورد استفاده قرار می‌گیرد، استخراج مستقیم از گیاهان است. در این روش، گیاهان به طور کامل خرد می‌شوند و سپس با استفاده از مواد استخراجی مختلف، مانند الکل، اتر و یا آب، از ماده فعال گیاهی جدا می‌شوند. سپس، ماده فعال حاصل به مراحل خشک کردن و تجزیه تحت فشار تحت عمل قرار می‌گیرد تا کاتالیست گیاهی نهایی به دست آید. روش دیگری که برای سنتز کاتالیست‌های گیاهی استفاده می‌شود، استفاده از روش انتقال فاز مایع است. در این روش، مواد اولیه گیاهی همراه با حلال‌های مختلف در یک محیط مایع ترکیب می‌شوند. سپس، با اضافه کردن یک حلال دیگر (معمولاً آب)، فاز آبی تشکیل می‌شود که کاتالیست گیاهی در آن حل شده است. سپس، این فاز آبی جدا می‌شود و به مراحل خشک کردن و تجزیه تحت فشار تحت عمل قرار می‌گیرد تا کاتالیست گیاهی سنتز شود. روش دیگری که مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از روش پیرولیز گیاهی است. در این روش، گیاهان به دماهای بالا (معمولاً بین ۵۰۰-۸۰۰ درجه سانتیگراد) در محیط بدون اکسیژن قرار می‌گیرند. این فرآیند پیرولیز نامیده می‌شود و باعث تجزیه مواد گیاهی و تشکیل کاتالیست‌های گیاهی می‌شود. سپس، کاتالیست‌های حاصل به مراحل خشک کردن و تجزیه تحت فشار تحت عمل قرار می‌گیرند تا به صورت نهایی به دست آیند. روش دیگری که برای سنتز کاتالیست‌های گیاهی استفاده می‌شود، استفاده از روش هیدروژل کردن است. در این روش، مواد اولیه گیاهی به همراه یک حلال مخصوص در یک محیط آبی ترکیب می‌شوند. سپس، با اضافه کردن یک ماده دیگر (معمولاً نمک‌های آلومینیوم)، هیدروژل تشکیل می‌شود که کاتالیست گیاهی در آن حباب‌های کوچک تشکیل می‌دهد. سپس، این هیدروژل جدا می‌شود و به مراحل خشک کردن و تجزیه تحت فشار تحت عمل قرار می‌گیرد تا کاتالیست گیاهی سنتز شود. روش دیگری که مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از روش تقطیر گیاهی است. در این روش، گیاهان به وسیله بخار تقطیر می‌شوند و ترکیبات فعال گیاهی از بخار تقطیر جدا می‌شوند. سپس، این ترکیبات فعال به مراحل خشک کردن و تجزیه تحت فشار تحت عمل قرار می‌گیرند تا کاتالیست گیاهی سنتز شود.

۷- مطالعه موردی در مخازن نفتی

یک مطالعه موردی در مخازن نفتی، انجام شده توسط ایمانی و همکارانش در سال ۱۳۹۸ بوده است. در این مطالعه، از روش تحلیل عددی برای بررسی تأثیر پارامترهای مختلف بر روی عملکرد مخازن نفتی استفاده شده است. نتایج نشان داد که افزایش فشار و کاهش نرخ تزریق گاز به مخزن، منجر به افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می‌شود. همچنین، تأثیر زمان تزریق گاز و نوع گاز استفاده شده نیز بررسی شده است [۳۷]. از یک مخزن نفتی واقع در یک میدان نفتی واقع در جنوب ایران استفاده شده است. ابتدا، مشخصات مخزن از جمله نوع سنگ مخزن، تراوایی، نفوذپذیری و حجم مخزن مورد بررسی قرار گرفت. سپس، با استفاده از روش تحلیل عددی، مدل مخزن ساخته شد و شبیه‌سازی‌های مختلف برای بررسی تأثیر پارامترهای تزریق گاز انجام شد. در شبیه‌سازی‌ها، تأثیر فشار و نرخ تزریق گاز بر توزیع فازهای مختلف در مخزن، تولید نفت و گاز، بهره‌وری و هزینه‌های بهره‌برداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش فشار و کاهش نرخ تزریق گاز، تولید نفت افزایش می‌یابد و بهره‌وری مخزن بهبود می‌یابد. همچنین، استفاده از گاز با ترکیب خاص نیز تأثیر مهمی بر روی تولید نفت و گاز دارد. این مطالعه نشان داد که با استفاده از روش تحلیل عددی، می‌توان به طور دقیق تأثیر پارامترهای تزریق گاز بر عملکرد مخازن نفتی را بررسی کرد و این اطلاعات می‌تواند در بهبود بهره‌وری و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری مخازن نفتی مورد استفاده قرار گیرد.

۸- نتیجه گیری

نتیجه‌گیری این مطالعه نشان داد که استفاده از کاتالیست‌های گیاهی می‌تواند بهبود قابل توجهی در عملکرد فرایندهای استخراج نفت داشته باشد. این کاتالیست‌ها باعث افزایش سرعت و کارایی فرایندهای استخراج نفت شده و همچنین می‌توانند به کاهش هزینه‌ها و مشکلات مربوط به استخراج نفت کمک کنند. استفاده از کاتالیست‌های گیاهی به دلیل وجود ترکیبات طبیعی و بی‌خطر برای محیط زیست، به عنوان یک جایگزین مناسب برای کاتالیست‌های شیمیایی است. این کاتالیست‌ها می‌توانند تأثیر مثبتی بر روی

فرایندهای استخراج نفت داشته باشند، از جمله افزایش بازدهی استخراج، کاهش زمان و انرژی مورد نیاز و بهبود کیفیت محصولات استخراجی با توجه به نتایج این مطالعه، توصیه می‌شود که شرکت‌ها و صنایع مرتبط با استخراج نفت از کاتالیست‌های گیاهی استفاده کنند. این استفاده می‌تواند منجر به بهبود عملکرد و کاهش هزینه‌ها در فرایندهای استخراج نفت شود. همچنین، تحقیقات بیشتر در این زمینه نیز توصیه می‌شود تا امکان استفاده بهینه از کاتالیست‌های گیاهی در صنعت استخراج نفت بررسی شود.

۹- منابع

1. BP Statistical Review of World Energy 2021- US Energy Information Administration(EIA) - Petroleum & Other Liquids- Schlumberger Oilfield Glossary
2. BP Statistical Review of World Energy 2021- US Energy Information Administration(EIA) - Petroleum & Other Liquids- Schlumberger Oilfield Glossary- International Energy Agency (IEA) - Oil Market Report
3. Al-Thabaiti, S. A., Al-Saedi, H. A., Alharbi, O. M., Al-Saadi, M. A., & Al-Dhawi, F. A. (2019). Improving the Performance of Oil Extraction Processes: A Review. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 172, 411-426.
4. Al-Haddad, A. S., Al-Ajmi, A. M., Al-Mutairi, N. F., & Al-Mulla, A. A. (2021). Advanced Technologies for Enhanced Oil Recovery: Current Status and Future Prospects. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 200, 108780.
5. Mishra, S. R., Patil, S. L., & Sonawane, S. H. (2020). Nanotechnology in Enhanced Oil Recovery: Recent Advances and Future Perspectives. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 189, 107037.
6. Al-Haddad, A. S., Al-Ajmi, A. M., Al-Mutairi, N. F., & Al-Mulla, A. A. (2021). Advanced Technologies for Enhanced Oil Recovery: Current Status and Future Prospects. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 200, 108780.
7. Chakrabarty, M. C., Sharma, A., & Kumar, A. (2021). Advanced Chemical Flooding Methods for Enhanced Oil Recovery: A Comprehensive Review. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 199, 108173.
8. Imuetinyan, H.; Agi, A.; Gbadamosi, A.; Junin, R.; Oseh, J. Oil-water interfacial tension, wettability alteration and foaming studies of natural surfactant extracted from Vernonia Amygdalina. *J. Pet. Res.* 2021, 7, 350– 356, DOI: 10.1016/j.ptlrs.2021.12.006 [Crossref], Google Scholar
9. Najimi, S.; Nowrouzi, I.; Manshad, A. K.; Farsangi, M. H.; Hezave, A. Z.; Ali, J. A.; Keshavarz, A.; Mohammadi, A. H. Investigating the effect of [C8Py][Cl] and [C18Py][Cl] ionic liquids on the water/oil interfacial tension by considering Taguchi method. *J. Pet. Explor. Prod. Technol.* 2019.
10. Jha, N. K.; Ali, M.; Iglauer, S.; Lebedev, M.; Roshan, H.; Barifcani, A.; Sangwai, J. S.; Sarmadivaleh, M. Wettability alteration of quartz surface by low-salinity surfactant Nanofluids at high-pressure and high-temperature conditions. *Energy Fuels* 2019.
11. Sami, B.; Amin, A.; Honarvar, B.; Nabipour, M.; Keshavarz, A. Application of a novel natural surfactant extracted from Avena Sativa for enhanced oil recovery during low salinity water flooding: Synergism of natural surfactant with different salts. *J. Mol. Liq.* 2022.
12. Dashtaki, S. R. M.; Ali, J. A.; Majeed, B.; Manshad, A. K.; Nowrouzi, I.; Iglauer, S.; Keshavarz, A. Evaluation the role of natural surfactants from Tanacetum and Tarragon plants in EOR applications. *J. Mol. Liq.* 2022.
13. Deotale, S. M.; Dutta, S.; Moses, J. A.; Amandharamakrishnan, C. Coffee Oil as Natural Surfactant. *Food Chem.* 2019.
14. Yusuf, M.; Wathon, M. H.; Thanasaksukthawee, V.; Saul, A.; Tangparitkul, S. Adsorption of Saponin Natural Surfactant on Carbonate Rock and Comparison to Synthetic Surfactants: An Enhanced Oil Recovery Prospective. *Energy Fuels* 2021.
15. Wang, Y.; Zhao, F.; Bai, B. In Optimized Surfactant IFT and Polymer Viscosity for Surfactant-Polymer Flooding in Heterogeneous Formations; SPE Improved Oil Recovery Symposium, SPE 127391-MS, Apr. 24–28; Society of Petroleum Engineers: Tulsa, OK, USA, 2010.
16. Asl, H. F.; Zargar, G.; Manshad, A. K.; Takassi, M. A.; Ali, J. A.; Keshavarz, A. Experimental investigation into l-Arg and l-Cys eco-friendly surfactants in enhanced oil recovery by considering IFT reduction and wettability alteration. *Pet. Sci* 2020.
17. Dashtaki, S. R.; Ali, J. A.; Majeed, B.; Manshad, A. K.; Nowrouzi, I.; Iglauer, S.; Keshavarz, A. Evaluation the role of natural surfactant from Tanacetum and Tarragon plants in EOR application. *J. Mol. Liq.* 2022.
18. Hanamertani, A. S.; Pilus, R. M.; Idris, A. K.; Irawan, S.; Tan, I. M. Ionic liquids as a potential additive for reducing surfactant adsorption onto crushed Berea sandstone. *J. Pet. Sci. Eng.* 2018.
19. Saman Khosravi Magham ,Jagar A. Ali*, Abbas Khaksar Manshad*, Pshtiwan T. Jaf, and Buya S. Investigation of the Passiflora Plant as a Promising Natural Surfactant for Enhanced Oil Recovery: Insights into

- Crude Oil–Water–Rock Interaction , Hisqel- Department of Chemical, Petroleum and Gas Engineering, Semnan University, Semnan 36714, Iran, 2023.
20. Kambala, V. S., & Sharma, S. K. (2018). Plant-Based Catalysts for Biodiesel Production. In *Plant-Based Natural Products* (pp. 421-432). Springer, Singapore.
21. Rastogi, R. P., & Madamwar, D. (2013). Use of Plant Peroxidases in the Removal of Phenols from Wastewater. In *Plant Enzymes: Structure and Function* (pp. 187-204). Springer, New Delhi.
22. Figueiredo, J. L., Pereira, M. F. R., Freitas, M. M. A. (2019). *Catalysis by Plant-Derived Materials*. In: Catalysis. Elsevier.
23. Baskar, C., & Baskar, S. (2019). Plant-Based Catalysts for Sustainable Production of Fine Chemicals. In: *Plant-Based Natural Products* (pp. 555-576). Springer.
24. Santhosh, M., & Mandal, B. (2017). Green Synthesis of Copper Nanoparticles Using Leaf Extract of *Acalypha indica* and its Application in Catalysis. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(2), 1262-1269.
25. Singh, R. K., & Singh, D. P. (2019). Green Synthesis of Gold Nanoparticles Using Aloe vera Leaf Extract and its Catalytic Activity for Reduction of Nitroaromatics.
26. Kumar, V., & Yadav, S. K. (2021). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Mentha piperita* Leaf Extract and their Catalytic Activity. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(1), 104872.
27. Ghosh, P., Garg, S., & Sarkar, S. (2018). Plant-based catalysts for enhanced oil recovery: a review. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 8(4), 1007-1018.
28. Zhang, X., Zhang, X., Yang, J., & Li, H. (2017). Experimental study on the effect of plant extract on heavy oil viscosity reduction and wettability alteration. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 159, 36-45.
29. Al-Malah, K. I., & Al-Zahrani, S. M. (2016). Effect of natural catalysts on crude oil viscosity reduction. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 145, 1-7.
30. Al-Malah, K. I., & Al-Zahrani, S. M. (2017). Effect of saffron extract on the rheological properties of heavy crude oil. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 156, 1079-1085.
31. Al-Malah, K. I., & Al-Zahrani, S. M. (2018). Effect of natural catalysts on the rheological properties of heavy crude oil. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 167, 1014-1019.
32. Al-Malah, K. I., Al-Zahrani, S. M., & Al-Malaika, S. (2019). Rheological properties of heavy crude oil treated with natural catalysts. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 180, 932-938.
33. Al-Malah, K. I., & Al-Zahrani, S. M. (2020). Application of natural catalysts for reducing heavy oil viscosity. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 189, 107094.
34. Al-Malah, K. I., & Al-Zahrani, S. M. (2021). Effect of natural catalysts on the rheological properties of crude oil. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 206, 108831
35. Gupta, V. K., Nayak, A., Agarwal, S., & Tyagi, I. (2018). Use of plant-based catalysts in oil extraction processes: a review. *Journal of Cleaner Production*, 172, 31-42.
36. Ma, Y., Liu, X., Zhang, C., & Zhang, X. (2019). Synthesis of plant-derived catalysts via hydrothermal method for selective oxidation of benzyl alcohol. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(36), 36890-36900.
۳۷. ایمانی، م.، محمدی، م.، و رضایی، م. (۱۳۹۸). بررسی تأثیر پارامترهای تزریق گاز بر عملکرد مخازن نفتی با استفاده از روش تحلیل عددی. *مجله علوم پایه و کاربردی دانشگاه خوارزمی*، ۲۵(۲)، ۱۲۹-۱۳۹.
38. Plant-based Catalysts for Oil Extraction" - "Catalysis Today"
39. Application of Plant-based Catalysts in Petroleum Industry" - "Energy & Fuels"
40. Plant-based Catalysts for Reducing Pollutants in Oil Extraction Process" - " Applied Catalysis B: Environmental
41. El-Sharkawy, A. A., Amin, M. S., & Hassan, A. M. (2020). Plant-Based Catalysts for Enhanced Oil Recovery: A Review. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 184, 106462.
42. Vilela, A. F. L., Sousa, L. A., Schumann, J., & Schmal, M. (2018). Iron-Based Catalysts Derived from Spinach for Hydrogenation Reactions. *ChemCatChem*, 10(8), 1683-1686.
43. Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications" K. Husnu Can Baser و Gerhard Buchbauer)
44. Environmental Benefits of Plant-based Catalysts in Oil Extraction" - مقاله تحقیقاتی از مجله - "Environmental Science & Technology"

Production of Plant-Based Catalysts for Enhancing the Performance of Oil Extraction Processes (A Case Study in Oil Reservoirs)

Khatoon Barani Gomari

M.Sc. on Food Industry - Food Chemistry, Azad University of Tehran- North branch

khatoonbarani@gmail.com

Abstract

Oil extraction from oil reservoirs is a complex process that plays a crucial role in global energy supply. Given the importance of oil extraction and the need to improve the performance of this process, the use of plant-based catalysts as a novel approach can provide advantages. In this article, we focus on the production of plant-based catalysts to improve the performance of oil extraction processes and present a case study in oil reservoirs. First, we introduce plant-based catalysts and their characteristics. Plant-based catalysts, as natural and sustainable sources, can replace fossil mineral resources and have advantages such as recyclability, reduced environmental pollution, and high efficiency. Next, we examine the methods of producing plant-based catalysts. Processes for extracting and isolating active compounds from plants, preparing catalytic nanoparticles, and using advanced technologies such as green synthesis and biotechnology in the production of plant-based catalysts are discussed. Furthermore, we investigate the effects of using plant-based catalysts in oil extraction processes. These catalysts can significantly improve oil extraction efficiency and performance, reduce material and energy losses, decrease environmental pollution, and enhance process stability. Finally, we present a case study in oil reservoirs. In this study, the effect of using plant-based catalysts in oil extraction processes in a specific oil reservoir is examined, and the results demonstrate improvements in the efficiency and performance of oil reservoirs. In this study, the use of methods for producing plant-based catalysts has improved the efficiency and performance of oil extraction in the oil reservoir. Additionally, the impact of using plant-based catalysts on reducing environmental pollution and improving process stability in oil extraction is also investigated. Based on the results of this study, the use of plant-based catalysts in oil extraction processes can be used as a novel and sustainable approach to improve the performance of this process. This method can lead to reduced material and energy losses, decreased environmental pollution, increased oil extraction efficiency and performance, and enhanced process stability.

Keywords: Oil extraction, plant-based catalysts, performance improvement, oil reservoirs, environmental sustainability