

التطورات العالمية في صناعة تصفية النفط مع التركيز على تجربة السعودية والصين

دانية اياد محمد جاسم / الباحث
أ. د . فلاح خلف علي الربيعي / المشرف
الجامعة المستنصرية / كلية الادارة والاقتصاد

المستخلص

ترتبط التطورات العالمية في صناعة تصفية النفط بمدى قدرة البلدان المنتجة على رفع مستوى الاداء التشغيلي للمصافي من خلال زيادة طاقات التصفية ورفع نسبة طاقة عمليات المعالجة الهيدروجينية ورفع نسبة عمليات تحسين الرقم الأوكثاني الى طاقة التقطير، لتنوع الإنتاج بسلع متنوعة وذات قيمة مضافة مرتفعة، والوصول الى المستوى الإنتاجي، الذي يلبي المعايير البيئية العالمية، ويعزز من قدراتها التنافسية في الاسواق العالمية، أن تحقيق هذا الهدف يصطدم بعدد من الصعوبات والقيود البيئية والاقتصادية والتكنولوجية، من اجل مناقشة تلك الموضوعات تم تقسيم البحث الى ست محاور، ركز الأول على التعريف بالصناعة النفطية وبالمنتجات النفطية، اما المحور الثاني فتناول أهمية صناعة تصفية النفط، وتعرض الثالث الى التطورات في صناعة تصفية النفط في العالم، وناقش الرابع الاداء التشغيلي لمصافي النفط في العالم، واستعرض الخامس تجربة السعودية، وتناول المحور السادس بإيجاز التجربة الصينية في مجال صناعة التصفية. وتوصلت الدراسة على عدد من الاستنتاجات من أهمها، هناك تحول جغرافي في صناعة تصفية النفط العالمية لصالح منطقة آسيا الباسيفيك، وأن إجمالي طاقة التصفية سيزداد بحوالي 7.8 مليون ب/ي خلال الفترة 2018-2023، وستأتي معظم هذه الزيادة من منطقتي آسيا الباسيفيك والشرق الأوسط، وخاصة في الدول المنتجة للنقط مثل السعودية والإمارات وإيران، واوصى البحث بضرورة التعامل مع صناعة التصفية كصناعة استراتيجية، من خلال تبني استراتيجيات تهدف الى انتاج وتصدير المنتجات النفطية ذات الجودة العالية، التي تتوافق مع المعايير العالمية.

الكلمات المفتاحية: طاقات التصفية . الاداء التشغيلي . التطورات المستقبلية .
مصافي نفط . صناعة تصفية النفط

lowball Developments In The Oil Refining Industry With A Focus On The Experience Of Saudi Arabia And China

Dania Ayad
Dr.Falah. khalaf. Ali

daniaayad993@gmail.com
faalah@uomustansiriyah.edu.iq

Abstract:

Global developments in the oil refining industry are related to the ability of the producing countries to raise the level of operational performance of the refineries by increasing the filtering capacities, raising the percentage of hydrogen treatment process capacity and raising the ratio of operations to improve the octane number to the distillation capacity, to diversify production with a variety of goods with high added value, and reach the level Productivity, which meets global environmental standards and enhances its competitiveness in global markets. Achieving this goal collides with a number of environmental, economic and technological difficulties and constraints. In order to discuss these topics, the research was divided into six axes, the first focused on introducing the oil industry and petroleum products. As for the second axis, it dealt with the importance of the oil refining industry, and the third dealt with developments in the oil refining industry in the world, the fourth discussed the operational performance of oil refineries in the world, the fifth reviewed the experience of Saudi Arabia, and the sixth discussed briefly the Chinese experience in the field of the refining industry.

The study reached a number of conclusions, the most important of which is that there is a geographical shift in the global oil refining industry in favor of the Asia-Pacific region, and that the total filtering capacity will increase by about 7.8 million b / d during the period 2018-2023, and most of this increase will come from the Asia-Pacific and the Middle East regions, Especially in countries that produce points such as Saudi Arabia, the UAE and Iran

The research recommended the necessity of dealing with the refining industry as a strategic industry, by adopting strategies aimed at producing and exporting high-quality petroleum products that are compatible with international standards.

Keyword: Refining energies, Operational performance , Future evelopments oil refineries , Oil refining industry

المقدمة

تعد صناعة تصفية النفط من الصناعات ذات الأهمية الاستراتيجية وخاصة بالنسبة للدول النفطية التي تمتلك احتياطات نفطية هائلة وتركز فقط على تصدير النفط الخام، ولم تعطي نفس الأهمية لصناعة تصفية النفط، في ظل التدهور المستمر لأسعار النفط الخام في الأسواق العالمية.

فالدول التي أعطت اهتماما خاصا لهذه الصناعة تمكنت من بناء مصافي ذات تقنية عالية، لزيادة طاقات التصفية ورفع نسبة طاقة عمليات المعالجة الهيدروجينية الى طاقة التصفية ورفع نسبة عمليات تحسين الرقم الأوكتاني الى طاقة التقطير، ورفع نسبة عمليات تكسير المخلفات الثقيلة الى نسبة التقطير، وقد مكنتها ذلك من انتاج وتصدير المنتجات النفطية ذات الجودة العالية، التي تتوافق مع معايير البيئية العالمية، وتنوع إنتاجها بسلع ذات قيمة مضافة مرتفعة.

في المقابل فإن الدول التي لم تدرك الأهمية الاقتصادية تلك الصناعة ودورها في رفع مستوى التنوع الاقتصادي، وأهملت تلك الصناعات ولم تواكب تطوراتها التقنية والبيئية، بدأت تواجه عدداً كبيراً من الصعوبات والتحديات البيئية والاقتصادية في ظل سعي اغلب دول العالم الى بناء مصافي حديثة ومطابقة للمعايير البيئية ، بعد أن اخذت العديد من الدول المتقدمة وفي مقدمتها الولايات المتحدة بإغلاق عدد كبير من مصافها بسبب مخالفتها للمعايير البيئية وارتفاع نسبة الانبعاثات الكربونية الضارة منها، وأما الجانب الاقتصادي فيتمثل بصعوبات تحقيق المواصفات التي تصدرها التشريعات في الدول الأوروبية وأمريكا من حيث محتوى الكبريت وغيره من المواد الضارة في البنزين والديزل وزيت الوقود. إذ إن هذه التشريعات تتطلب خفض مستوى الكبريت الى نسبة ضئيلة جداً وهذا ما يكلف صناعات التصفية الكثير من المال ويجعل من بعض المصافي الصغيرة غير مجدية اقتصادياً، ان تحقيق تلك المتطلبات يحتاج الى اموال واستثمارات هائلة، مما جعل المصافي الصغيرة والبسيطة لا تتمتع بالجدوى الاقتصادية في بعض الدول النفطية.

مشكلة البحث: تعود الى التطورات التي شهدتها صناعة تصفية النفط في العالم التي أدت الى تزايد الصعوبات والقيود البيئية والاقتصادية والتكنولوجية، التي تواجه تلك الصناعة مما يشكل تهديد للأهمية الاقتصادية لتلك الصناعة وبخاصة في الدول المنتجة للنفط، وتمثل القيود البيئية في الغرب تحدياً كبيراً لصناعة التصفية نظراً لمعارضتها اقامة مصاف جديدة بل ويتم إغلاق كثير من المصافي القائمة بسبب الخوف من التلوث والتسريبات الغازية بالإضافة الى الانبعاثات الكربونية، وان مواجهة تلك الصعوبات والتحديات تتطلب استثمارات ضخمة لغرض انتاج الوقود النظيف، هذا الامر جعل معظم الدول المنتجة للنفط غير قادرة على مواكبة التطورات في مجال صناعة تصفية النفط،

وأدى الى تدهور نوعية منتجاتها وعدم توافقها مع المعايير البيئية العالمية وتسبب في تراجع قدراتها التنافسية في الاسواق العالمية.

فرضية البحث: ترتبط التطورات العالمية في صناعة تصفية النفط بمدى قدرة البلدان المنتجة للمشتقات النفطية، على رفع مستوى الاداء التشغيلي لمصافي النفط، من خلال بناء المصافي ذات التقنية العالية، لزيادة طاقات التصفية ورفع نسبة طاقة عمليات المعالجة الهيدروجينية ورفع نسبة عمليات تحسين الرقم الأوكتاني الى طاقة التقطير، من اجل تنويع الإنتاج بسلع متنوعة وذات قيمة مضافة مرتفعة، للوصول الى المستوى الإنتاجي، الذي يلبي المعايير البيئية العالمية، ويعزز من قدراتها التنافسية في الاسواق العالمية.

اهمية البحث: تعود الى الأهمية الاقتصادية لصناعة تصفية النفط، وبخاصة في الدول النفطية التي تمتلك احتياطات نفطية هائلة التي تركز على تصدير النفط الخام، ولم تول نفس الأهمية لصناعة تصفية النفط

هدف البحث: يهدف البحث الى تسليط الضوء على التطورات العالمية في صناعة تصفية النفط للتأكيد على الأهمية الاقتصادية لهذه الصناعة واستعرض اهم الصعوبات والتحديات والتطورات التي تواجه تلك الصناعة، من خلال التعرض لتجربتين مهمتين في هذا المجال وهي تجربة المملكة العربية السعودية وتجربة جمهورية الصين الشعبية من اجل الاستفادة منها من قبل الدول الراغبة في تطوير هذه الصناعة.

هيكل البحث: من اجل الوصول الى تحقيق هدف البحث تم تقسيم الى ست محاور، ركز المحور الأول على التعريف بالصناعة النفطية وبالمنتجات النفطية، اما المحور الثاني فتناول صناعة تصفية النفط واهميتها، وتعرض المحور الثالث الى التطورات في صناعة تصفية النفط في العالم، وناقش المحور الرابع الاداء التشغيلي لمصافي النفط في العالم، واستعرض المحور الخامس تجربة صناعة تصفية النفط في المملكة العربية السعودية، وتناول المحور السادس بإيجاز التجربة الصينية في مجال صناعة التصفية.

المحور الأول التعريف بالصناعة النفطية وبالمنتجات النفطية

أولاً: الصناعة النفطية: تشكل صناعة تصفية النفط حلقة من حلقات الربط المهمة بين القطاع التعديني وقطاع الصناعة التحويلية، فعملية دعم الترابطات الإنتاجية بين هذين القطاعين تستلزم وجود صناعة نفطية متنوعة ومؤثرة من شأنها ان تعزز حالة الترابط الإنتاجي مع بقية الفروع والأنشطة في الاقتصاد الوطني وسيركز هذا المحور على التعريف بالأنشطة الإنتاجية المرتبطة بهذه الصناعة وكما يأتي

1- **الصناعة الاستخراجية:** وهي نشاط اقتصادي صناعي استخراجي تهتم باستخراج المواد الخام والمعادن من باطن الارض (مناجم، ابار) ويدخل في الصناعة الاستخراجية كل

الانشطة من بحث وتنقيب والعمليات المتعلقة بمعالجة وتنقية وتعبئة المواد الخام والمعادن.

2- الصناعة التحويلية: وهي مجموعة الأنشطة التي تهتم باجراء تحويل ميكانيكي او فيزيائي او كهربائي للمواد الاولية والمواد الخام من اجل انتاج تحويلها الى منتجات أكثر نفعا وتزيد من مجالات استخدامها للإنتاج الوسيط او الاستهلاك المباشر.

3-الصناعة النفطية هي مجموعه من الانشطة او الفعاليات او عمليات الانتاج التي تختص باستغلال الثروة النفطية بعد ان يتم استخراجها من باطن الارض بشكل خام، اذا يتم تحويلها في المصافي التابعة للصناعة النفطية لتحويل النفط الخام الى منتجات نفطية متنوعة، تشمل المنتجات النفطية الخفيفة والمتوسطة والثقيلة، بهدف تغطية الطلب المحلي والعالمي لهذه المنتجات خصوصا توفير الوقود بأنواعه المختلفة وتوفير المنتجات التي تدخل في مراحل صناعية لاحقة ومتنوعة، واصبحت النشاطات الصناعية النفطية واسعه ومتعددة وذلك بسبب طبيعة ومراحل استخراج النفط والعمليات الانتاجية للنفط: كما تعرف الصناعة النفطية ايضا على انها الصناعة التي تتضمن عدة مراحل وانواع مختلفة وتجمع بين الصناعة الاستخراجية والتحويلية وهي مراحل صناعية متكاملة وتشمل الصناعة النفطية انتاج النفط والغاز والنقل والتصفية والتوزيع والتسويق الصناعات البتروكيميائية والتي هي قائمه على منتجات الصناعة النفطية، تعد الصناعة النفطية واسعة وتحتوي على مجالات متعددة ومتراطة بسبب طبيعة النفط واماكن تواجد النفط في باطن الارض ولا تصلح للاستهلاك والاستعمال بشكل الخام الا في نطاق قليل جدا لذلك لابد من ادخال هذه المادة الخام الى عمليات صناعية تحويليه للاستفادة من النفط الخام⁽¹⁾

الصناعة النفطية هي صناعة استخراجية وتحويلية ويبرز بها التكامل العمودي، لكن في الواقع التناسب والتكامل بين هذين الصناعتين بعض الاحيان، لا يتواجد بنفس السعة والترابط وذلك حسب البلد او المنطقة، ففي البلدان النفطية المتقدمة يكون هناك تكامل في الصناعة النفطية من استخراج وتصفية وتسويق ونقل وصناعة البتروكيمياويات اما في البلدان النفطية النامية تتوفر فيها الصناعة النفطية الاستخراجية للنفط، بينما تسهم الصناعة التحويلية والصناعة البتروكيمياوية بنسبة قليلة في الصناعة النفطية، وهناك بلدان لا تتوفر فيها استخراج النفط الخام ولكن تتوفر فيها الصناعة التحويلية والبتروكيميائية .

ثانياً: مراحل الصناعة النفطية

المرحلة الاولى: مرحلة البحث والتنقيب: تضم مرحلة البحث والتنقيب مجموعة من الأساليب والطرق والدراسات والابحاث التحليلية وتطبيقات الاعمال في المجالات الجيولوجية والاقتصادية والتكنولوجية والفنية التي تهدف الى معرفة اماكن تواجد النفط في باطن الارض، وذلك من ناحية الكمية والنوعية والموقع الجيولوجي والجغرافي او من

ناحية مدى سلامة الاستغلال الاقتصادي لتلك الثروة الطبيعية، في هذه المرحلة من النشاط الاقتصادي النفطي تكثر فيه عنصر-المغامرة وهذا العنصر-مرتبط وناجم بسبب طبيعة هذا النشاط حيث يتم انفاق رؤوس اموال كبيرة المدة زمنية طويلة للحصول على شيء مادي كامن في باطن الارض قد يعثر عليه او لا يعثر عليه وذلك بعد عمليات البحث عنه وحفر الابار التجريبية.

وهناك عدة طرق في البحث والتنقيب من أهمها:

اولا: المسح الجيولوجي: تقتصر مهمة المسح الجيولوجي على رسم الخرائط التي توضح تراكيب الصخور وانواعه للمناطق المراد مسحها ويتم اخذ العينات والنماذج وتحليلها مختبريا وتعد هذه الطريقة من أسهل الطرق واقلها تكلفة.⁽²⁾

ثانيا: المسح الجيوفيزيائي: توصل العلماء نتيجة التقدم التكنولوجي في الصناعة النفطية الى طرق أكثر تعقيدا الا انها أكثر جدوى واهمها:

1-المسح الزلزالي: تعتمد هذه الطريقة على ارسال موجات صوتية الى الارض لتحديد موقع الحوض المحتمل، وتكون الاشارة الصوتية عن طريق انفجار (ويطلق عليه المستكشفون الزلازل المصغرة) ويتم انشاؤها بشكل فني، عن طريق احداث حركة على السطح او في اعماق مناسبة يتم تسجيل ترددات الموجات الصوتية التي ترسلها الطبقات المختلفة على اشربة مغناطسية يتم معالجتها بالفعل الالي وبتفسير هذه المعلومات يمكن التعرف على التراكيب الصخرية وانواعها.⁽³⁾

2-المسح المغناطيسي: وهو قياس المجال المغناطيسي في مناطق مختلفة لمعرفة سمك الصخور الرسوبية اي بعد الصخور القاعدية (النارية) عن سطح الارض وهذا يعطي صورة واضحة لوضع الطبقات الصخرية ويمكن من خلالها معرفة اماكن تواجد النفط.

المرحلة الثانية: مرحلة الاستخراج: يظهر النفط في معظم الابار الانتاجية بقوة الدفع الطبيعية ومع مرور الوقت تنخفض حدة هذا الضغط مما يستلزم استخدام وسائل الرفع الالي، ويتم التدفق الطبيعي للنفط نتيجة لانخفاض ضغط البئر عن ضغط مكمّن النفط مما يسهل تدفق النفط في البئر وتعتمد سهولة التدفق واختلاف الضغط على مدى لزوجة النفط وعلى نفاذية الطبقة الحاملة له وينتج الضغط الطبيعي في مكمّن النفط نتيجة لدفع الماء الذي يوجد بكميات كبيرة تحت النفط وسرعة جريان الماء تفوق سرعة جريان النفط مما يؤدي الى الاسراع في معدل الانتاج او نتيجة لتمدد الغطاء الغازي مما يدفع بالزيت امامه، ونتيجة لتمدد الغاز المذاب في الزيت وبمساعدة الجاذبية ومهما كانت قوة الضغط التي تؤدي الى التدفق الطبيعي للنفط في الحقل فأنها تقل مع تزايد الانتاج مما يؤدي الى استخدام وسائل اخرى كضخ كميات كبيرة من الماء الى الحقل لدفع النفط الى اعلى البئر او حقن البئر بالبخار او الماء الساخن او الهواء لتقليل لزوجة السوائل النفطية وفي حالات كثيرة يتم رفع النفط الى السطح باستخدام مضخة للرفع(وسائل الرفع الالي).

المرحلة الثالثة: مرحلة نقل النفط: وهي المرحلة التي تهدف الى نقل النفط الخام من اماكن اكتشافه او انتاجه الى اماكن تصديره او تصفيته ويتم من خلال الانابيب وناقلات النفط والسكك الحديدية والشاحنات ذات الصهاريج.

المرحلة الرابعة: مرحلة تصفية النفط: يتم في هذه المرحلة تحويل النفط الخام الى منتجات نفطية متنوعة، تشمل المنتجات النفطية الخفيفة والمتوسطة والثقيلة عن طريق ادخال النفط الخام الى المصافي، بهدف تغطية الطلب المحلي والعالمي لهذه المنتجات وخصوصا توفير الوقود بأنواعه المختلفة وتوفير المنتجات التي تدخل في مراحل صناعية لاحقه ومتنوعة، وتقسم مرحلة التصفية الى ثلاث مراحل: (4)

1-العمليات الطبيعية: تشمل العمليات التي لا يحدث فيها تغييرات في التركيب الكيميائي للمركب الهيدروكربوني المتواجدة في النفط الخام.

2-العمليات التحويلية: تشمل العمليات التي يحدث فيها تغييرات في التركيب الكيميائي من خلال عمليات التكسير والتضخيم.

3-عمليات المعالجة: تشمل العمليات التي تساعد على ضبط مواصفات المنتجات عن طريق ازالة الشوائب مثل المركبات الكبريتية وبقية المعادن.

المرحلة الخامسة: مرحلة التوزيع والتسويق: تشمل بيع المنتجات النفطية وتوزيعها، ولكل نوع من انواع النفط الخام مواصفات معينة، التي تحدد طبيعة المنتجات التي يمكن الحصول عليها من خلال هذا النوع من النفط الخام، فان الطلب على مصفاة معينة يتعرض الى التغير من المدة الى اخرى وايضا حسب الظروف الاقتصادية او البيئية او الفصلية ويتم تحديد الاسعار للمنتجات بناء على مواصفات فنية واقتصادية وجغرافية.

المرحلة السادسة: مرحلة التصنيع البتروكيميائي: تشمل مرحلة التصنيع البتروكيميائي عمليات تصنيع المواد الكيميائية المشتقة من النفط الخام والغاز الطبيعي وهي المنتجات البتروكيميائية، التي تعد جزء اساسي من الصناعة الكيميائية في الوقت الحاضر، اذ تنتج المصانع البتروكيميائية الآلاف من المركبات الكيميائية، وتقسم المصانع البتروكيميائية الى ثلاث اقسام رئيسية: (5)

1-الأوليفينات olefins: تشمل الإيثيلين، البروبيلين، والبوتادين، تعد المصادر الاساسية للبلاستيك والمواد الكيميائية الصناعية والمطاط الصناعي

2-العطريات Aromatics: وتشمل البنزين وزيلين وهي ايضا مصدر للبلاستيك والمنظفات الاصطناعية والاصباغ.

3-غاز التخليق syngas: عن طريق اعادة تكوين البخار لإنشاء مزيج من اول اكسيد الكربون والهيدروجين ويتم استخدامها كأمونيا مثل اليوريا للأسمدة والميثانول كمذيب ووسيط كيميائي وهو مادة خام لعمليات اخرى التي تنتج عنها الديزل الصناعي.

وتعد مرحلة التصنيع الكيميائي ضمن مراحل الصناعة النفطية الاخرى نظرا للترابط فيما بينها واعتماد نشاطها الصناعي كله على المادة النفطية بمختلف انواعها ويحسب التصنيع

الكيميائي كمرحلة بسبب استقلاليتها عن بقية المراحل، وان مراحل الانتاج النفطية تكتمل عند المرحلة الخامسة فقط دون مرحلة التصنيع الكيميائي وهناك عدد من البلدان يقتصر النشاط النفطي على المراحل الخمسة الاولى وهناك بعض البلدان يقتصر انتاجها على مرحلة التصنيع الكيميائي مثل العديد من دول اوروبا الغربية التي لا تتوفر فيها مكامن النفط الخام.

ثالثاً: مصفاة النفط والمنتجات النفطية

1. **مصفاة النفط:** مصفاة النفط هي عبارة عن منشأة صناعية تستقبل النفط الخام وتتم بها عمليات تصفية النفط وتحويله من شكله الخام الى عدد كبير من المنتجات النفطية الاستهلاكية مثل الغازولين، وقود الطائرات، الديزل، وقود السيارات وغيرها من المنتجات، وتتكون المصفاة من وحدات صناعية وهي: أبراج الفصل، مبادلات حرارية، مضخات كهربائية وبخارية، مفاعلات كيميائية، خزانات للفصل والتخزين، صمامات تحكم ميكانيكية آلية ويدوية، أجهزة التحكم والاجهزة الدقيقة وتعد مصافي النفط مجمعات صناعية عملاقة تحتوي على العديد من وحدات المعالجة ووحدات اضافية كوحدة التخزين والخدمات، والمصفاة هي جزء اساسي من سلسلة الانتاجية للصناعة النفطية.

ويتم معالجة النفط الخام قبل تحويله الى منتجات نفطية نهائية، عن طريق ثلاث مراحل⁽⁶⁾:

مرحلة الفصل: يتم فصل المواد المتعددة من النفط الخام، عن طريق الحرارة، فالمركبات ذات درجة الغليان المنخفضة ترتفع أعلى البرج ويتم سحبها، اما ذات درجة الغليان المرتفعة فتبقى أسفل البرج.

مرحلة التحويل: تتم من خلال العمليات الكيميائية لتحويل المركبات الناتجة من البرج الى منتجات نفطية.

مرحلة المعالجة: يتم في هذه المرحلة تنقية المنتجات النفطية من الشوائب لغرض اعدادها للاستهلاك واستخراج الغازات للاستفادة منها في عمليات الانتاج مثل غاز النفث الثقيلة، الذي يستخدم في وحدات التكسير الهيدروجيني.

2. **المنتجات النفطية:** المنتجات النفطية هي عبارة عن مواد ذات استخدامات متعددة مشتقة من النفط الخام عند تصفيته في مصافي النفط، وحسب التركيب النفط الخام يمكن للمصافي ان تنتج نسب مختلفة من المنتجات النفطية، واكبر حصة للمنتجات النفطية تستخدم في انتاج الطاقة بدرجات مختلفة مثل زيت الوقود والبنزين والمصافي تنتج ايضا كيمياويات اخرى تستخدم في العمليات الكيميائية لإنتاج مواد نافعة، ونظرا لاحتواء النفط الخام على الكبريت لذا يعد الكبريت من المنتجات النفطية لأنه ينتج بكميات كبيره اثناء عمليات التصفية وايضا ينتج الكربون والهيدروجين كمشتقات نفطية، ومن اهم المنتجات النفطية ما يأتي:

1-2: المنتجات الخفيفة: ومن أهمها

أ- **الغاز الطبيعي Natural Gaz** : وهو عبارة عن مزيج غازي قابل للاحتراق من مركبات هيدروجينية بسيطة، عادة ما توجد في عمق الارض الخزانات التي شكلتها الصخور المسامية، الغاز الطبيعي هو وقود احفوري يتكون بالكامل تقريبا من الميثان ويحتوي على كمية صغيرة من غازات اخرى، او يمكن ان يعرف على انه الغاز الذي تتم استخراجه من المخزون الطبيعي الموجود تحت الارض، يتكون بشكل كامل من الميثان وكمية صغيرة من الغازات الاخرى ، في السابق كان الغاز الطبيعي منتج ثانوي غير مرغوب به اما الان فهو يوفر خمس احتياطات العالم للطاقة الاولية وحدث هذا التطور الملحوظ في السنوات القليلة السابقة مع زيادة توفر موارد الغاز في بعض بلدان العالم.⁽⁷⁾

ب- **وقود الطائرات Aviation Gasoline**: يعد نوع من انواع الوقود الأقل كثافة، تستخدم الطائرات طاقة الوقود النفطية الهيدروجينية السائلة التي تتميز بقدر عالٍ من الطاقة مقارنة بالوقود الغازي وعند مقارنتها بالوقود الطلب فوقود الطائرات يتمتع بسهولة التوزيع والتعامل ويتمتع بتوفره ورخص اسعاره.⁽⁸⁾

ت- **وقود السيارات Motor Gasoline**: هو احد المنتجات النفطية يتكون في الاساس من الهيدروكربونات ويستخدم كوقود لمحركات الاحتراق الداخلي يطلق عليه مصطلح الجازولين في مجال الصناعة النفطية، كمية الوقود التي تنتج من برميل النفط الخام الواحد تختلف من مصفاة الى مصفاة، ويشكل حجم انتاج الجازولين حالي نص انتاج المنتجات النفطية.⁽⁹⁾

ث- **الكيروسين Kerosine**: وهو وقود يستخدم بشكل رئيسي في الاضاءة او زيت المصباح او يستخدم كزيت موقد، الكيروسين منتج نفطي يلغي في حدود 140 - 280 درجة مئوية ويتم الحصول عليه من النفط الخام وهو اثقل من البنزين وأخف وزنا من زيت الديزل، الخصائص الرئيسية للكيروسين الذي يحدد نوعيته المحترقة هو نقطة الدخان او الرماد المتطاير.⁽¹⁰⁾

1-2: المنتجات المتوسطة

أ- **زيت الغاز Gas oil**: وهو احد المنتجات النفطية المتوسطة يطلق عليه ايضا اسم سولار وهو يحتوي على هيدروكربونات مشبعة، زيت الغاز منتج يغلي في حدود 250 - 350 درجة مئوية.

ب- **زيت الديزل Diesel oil** : هو نوع من زيت الوقود يتم انتاجه من التقطير التجزيئي للنفط الخام بين 200 - 350 درجة مئوية تحت ضغط الجوي، يتم التعرف على نوعية زيت الديزل من خلال الرقم السيتاني ويشير الرقم السيتاني المرتفع الى امكانية التشغيل السهل للمحرك وتشغيله بسلاسة.⁽¹¹⁾

ت- **زيت التشحيم Lubricants** : هو احد المنتجات النفطية المتوسطة من المواد التي تقلل الاحتكاك بين الاجسام المتحركة المتصلة.

3-1-المنتجات الثقيلة : ومن أهمها

أ- **زيت الوقود Fuel oil** : هو احد المنتجات الثقيلة وهو سائل ثقيل ناتج من عمليات التقطير للنفط الخام، ويحترق بالفرن او المرجل لغرض توليد الطاقة الكهربائية او الحركية او هو سائل نفطي لزج يتكون من خليط الهيدروكربونات يستخدم في مواقد تبخر الوقود او رش الوقود على هيئة رذاذ.

ب- **الاسفلت Bitumen**: هو من المنتجات النفطية الثقيلة مادة لزجة، ويستخدم لرصف الشوارع، هو مادة سوداء شبيهة بالإسمنت وهو من المواد الحرارية اذ تتحول الى صورتها السائلة عند التسخين وتعود الى طبيعتها بعد التبريد وهو عازل جيد للماء ولا يؤثر به الاملاح والاحماض.

ت- **الشمع Wax**: الشمع النفطي هو المحتويات الشمعية في النفط الخام تختلف في نسبتها تشكل أقل من 1% للنفط الذي يعد خالياً من الشمع أما النفط الذي يحتوي على أكثر من 40% فهي ذات محتوى شمعي كبير، النفط الذي يوصف بالمحتوى الشمعي الكبير و المنخفض يعد من انواع النفط النادر فأغلب انواع النفط في العالم تحتوي على نسبة شمع تتراوح بين 2 – 7 % ، وللشمع اهمية اقتصادية كبيرة اذ تم بيعه كمنتج منفصل عن النفط اذ يوفر مورد مالي كبير للدول المنتجة للنفط، وللشمع استخدامات كبيرة وواسعة مثل صناعة الشموع، مواد التنظيف، مواد التجميل، مواد حفظ الرطوبة، مواد العزل الكهربائي، مواد حفظ الاغذية وغيرها.⁽¹²⁾

المحور الثاني: صناعة تصفية النفط: واجهت صناعة تصفية النفط منذ نشأتها العديد من الصعوبات التي اثرت على حجم الانتاجية والربحية للمصافي، نتيجة لارتفاع تكاليف التشغيل وتقلبات اسعار النفط الخام، وقوانين البيئية الدولية التي تتطلب استثمارات ضخمة، ولذا سنتناول في هذا المحور مؤشرات قياس اداء المصفاة والفرص التي يمكن من خلالها تحسين اداء المصفاة واهم الصعوبات والمعوقات لهذه الصناعة **أولاً: مؤشرات قياس الاداء لصناعة تصفية النفط:** تهدف مؤشرات قياس الاداء لصناعة تصفية النفط الى تكوين مجموعة من المعايير التي يمكن من خلالها قياس كفاءة عمل المصافي، من خلال الاستعانة بمؤشر يكون كمعيار يسهل قياسه ويسهل الوصول اليه من اجل تحسن الانتاجية، وهناك عدة مؤشرات لقياس اداء المصفاة ولكل مؤشر اهدافه الخاصة به وهذا الامر يتطلب تجنب التضاد بين الاهداف وتحقيق التكامل والترابط فيما بينها.

ولقياس مؤشرات الاداء عدداً من الفوائد منها سهولة الوصول الى اماكن الخلخ واتخاذ الاجراءات اللازمة بأسرع وقت ممكن، لزيادة قدرة اداء المصفاة على معالجة التغيرات الطارئة، وتحسين الاداء التشغيلي للمصفاة وخفض تكاليف الصيانة، ورفع مستوى جودة المنتجات.

وتعد مؤشرات الاداء خطة لتحقيق الاستراتيجية الرئيسية للمصفاة فهي تساعد على تقسيم عمل الموظفين وتزود بالمعلومات حول ما تم انجازه من العمل اول بأول، لذلك فإن وجود المؤشر ليس هو الهدف وانما الهدف هو توظيف هذه المؤشرات لغرض التحليل والتعليق والقياس.⁽¹³⁾

1-مبررات استخدام مؤشرات الأداء:

هناك عدد من المبررات التي تظهر الحاجة الى استخدام هذه المؤشرات من أهمها:⁽¹⁴⁾
 أ. الرقابة: تساعد مؤشرات الاداء على تقليل الانحرافات التي تحدث اثناء العمل.
 ب. التقييم الذاتي: من خلال تقييم اداء العمليات وتحديد المواطن التي تتطلب تحسينات وتنفيذها.
 ت. التحسين المستمر: لغرض منع وتحديد مصادر الاخطاء وتحديد كفاءة نشاطات العمليات وتوفير فرص لتحسينها.
 ث. قياس الكفاءة والفعالية: يوفر قياس الاداء طريقة للتأكد من ان المنشأة تحقق قيم مضافة لأهدافها وايضا تعمل بكفاءة وفعالية.
 ولتحقيق تلك الاهداف لابد من توفر عدة شروط أهمها:

- ان تكون المؤشرات ذات معنى وقيمة وتتميز بالوضوح والشفافية والمصدقية.
- يكون قياس الاداء بشكل دوري.
- قابلة للمقارنة مع مؤشرات مماثلة لها من حيث المكان والزمان.
- ان تشير الى مواضع الخلل من يوضح من اجل اتخاذ الاجراءات.
- لابد من ان تكون المؤشرات مرتبطة بالهدف.
- ربطة مسؤولية الناتج بطريق العمل.

2- مؤشرات قياس الاداء التشغيلي للمصفاة:

أ. مؤشر تعقيد نيلسون **Nelson complexity index**: يستخدم هذا المؤشر لحساب تكاليف بناء المصفاة، هو مقياس نسبي يتم من خلاله تحديد وحدات التحديث في المصفاة وكم تكلفتها بالنسبة لقدرة التقطير، تم تطوير هذا المؤشر من قبل Wilbur L. Nelson في ستينيات القرن الماضي لتحديد التكاليف النسبية للمكونات التي تتكون منها المصفاة، يقارن مؤشر نيلسون بين تكاليف وحدات التحديث المختلفة وبين تكلفة وحدة التقطير الخام.⁽¹⁵⁾

ب. معدل استخدام طاقة التصفية **capacity utilization**: يمكن تعريف استخدام الطاقة التصفية على انها نسبة الانتاج الفعلي التي ينتجها قطاع النشاط الصناعي الى السعة المحتملة مضروبة في 100⁽¹⁶⁾، في عام 2012 وصلت الطاقة التصفية للنفط العالمي الى 93 مليون برميل لليوم الواحد في امريكا الشمالية شكلت حوالي نسبة 22.8%، امريكا اللاتينية 25.8%، اوروبا وروسيا 25.8%، الشرق الاوسط 8.9% افريقيا 3.6% الصين 12.5%، الهند 4.4%، اليابان 4.6%، اسيا والمحيط الهادئ 11.0%،

هناك تحول جغرافي في صناعة تصفية النفط الذي ادى الي اعادة تشكيل صناعة التصفية العالمية اي ان هناك اغلاق للمصافي في البلدان المتقدمة وازضافة مصافي جديدة في البلدان النامية، تخطط الصين للوصول الي 14 (ألف ب/ي) من طاقة التصفية بالإضافة الي ان هناك حاجة متزايدة لمزيد من قدرات الترقية من اجل استيعاب مواد خام ذات جودة منخفضة من جانب وتلبية الطلب المتزايد للديزل منخفض الكبريت من جانب اخر، ولا بد من التمييز بين انواع المصافي بناءً على مستوى التعقيد الذي يتصدر القشط المائي، التحويل العميق وهناك مصافي في الولايات المتحدة واسيا والشرق الاوسط تعتمد على التحويل العميق مع وحدات ترقية.

ت- **مؤشر طاقة التقطير**: ان عمليات الفصل تنطوي على أعلى تكلفة للطاقة اما التقطير هو الاعم والاكثراستخداما في جميع المواد الكيميائية والصناعة البتروكيمياوية والتقطير يعالج 90% من عمليات الفصل وعمليات التقطير تستهلك حوالي 60% من اجمالي استهلاك الطاقة العالمية، في الولايات المتحدة الامريكية فقط تكلفة عمليات التقطير حوالي 54 مليون طن من النفط الخام لذلك فان اي توفير للطاقة يتحقق في عمليات التقطير سوف يكون مهم للطاقة على مستوى العالم.⁽¹⁷⁾

3- **مؤشرات الاداء الاقتصادي**: يتم تقييم عمل المصافي النفطية اقتصاديا من خلال قيمة الارباح التي يتم الحصول عليها من تصفية برميل النفط الواحد وتسويقه من خلال استخدام عدد من المؤشرات من أهمها مؤشر هامش الربحية الإجمالي، مؤشر هامش الربحية الصافي، مؤشر العائد على الاستثمار، ومؤشر هامش الربحية النظري - فرق التكسير

ثانياً: الصعوبات التي تواجه صناعة تصفية النفط. تتأثر صناعة تصفية النفط بعدد من العوامل التي يكون لها تأثير كبير على اداء المصافي وربحية صناعة تصفية النفط، وتصنف هذه العوامل الي عوامل داخلية وعوامل خارجية، ترتبط **العوامل الداخلية** بالمصفاة نفسها كعمر مصفاة النفط، طاقتها التصفية، التنظيم الإداري، كفاءة العاملين فيها، طرق تنفيذ الصيانة ونوع التكنولوجيا المستخدمة للتصفية، مدى قدم وتهالك المعدات داخل المصفاة وانخفاض طاقتها التصفية.

اما **العوامل الخارجية** فترتبط بالظروف والعوامل التي تحيط بالمصفاة مثل بيئة الاعمال وسياسة الدعم الحكومي، القوانين البيئية ونظام الضرائب، الظروف الاقتصادية كتقلبات اسعار النفط.

ويمكن ايجاز هذه العوامل بما يأتي:⁽¹⁸⁾

1. الموقع الجغرافي للمصافي بالنسبة لاماكن العرض والطلب على المنتجات النفطية، ومدى توفر النفط الخام ومرافق نقل النفط الخام ومنتجات النفط.
2. نوعية وكمية الطلب على المنتجات النفطية.
3. نوع النفط الخام المستخدم في صناعة تصفية النفط.

4. عرض المنتجات النفطية.

5. سياسة البلد النفطية.

6. طريقة التصفية او درجة التعقيد للمصفاة

ثالثاً: الاجراءات اللازمة لتحسين اداء المصفاة: يتطلب تحسين اداء المصفاة اتخاذ عدد من الاجراءات من أهمها:⁽¹⁹⁾

1. تعزيز جهود البحث العلمي في مجال تطوير تقنيات عمليات تصفية النفط.
2. اجراء دراسات الجدوى الاقتصادية والفنية والتكنولوجية واحصائية لغرض توفير أكبر قدر ممكن من المعلومات لتفادي الاخطاء المحتملة التي تؤثر بشكل كبير على ربحية المصفاة.
3. جلب المستثمرين الاجانب وزيادة التعاون مع شركات النفط العالمية لغرض تطوير المصافي المحلية.

ومن ناحية اخرى فان الاجراءات التي تكون من داخل المصفاة من خلال:

أ- زيادة طاقة العمليات التحويلية والمعالجة الهيدروكربونية: تعد من اهم الاجراءات بسبب اهميتها في رفع قدرة المصفاة على انتاج منتجات نفطية عالية الجودة.

ب- تعديل هيكل انتاج مصفاة النفط: اذ يجب ان يوجد توازن بين ما يتم عرضه في المصفاة وما يتم طلبه في الاسواق المحلية والعالمية حتى لا يتم تراكم المنتجات النفطية ودرجة كفاءتها التي يتم طلبها من الاسواق.

ج- زيادة كفاءة استخدام الطاقة وترشيد استهلاكها: بسبب ارتفاع تكلفتها فأنها تشكل حوالي 50% من اجمالي التكاليف التشغيلية للمصافي، من خلال ترشيد الاستهلاك يتم توفير حجم كبير من تكاليف التشغيل وبالتالي زيادة الارباح

رابعاً: الاعتمادية: تعد الاعتمادية من اهم العوامل التي تحافظ على عمل المصفاة وزيادة قدرة المصفاة على تحقيق الاهداف.

خامساً: استخدام تكنولوجيا متطورة: تساعد التكنولوجيا الحديثة المتطورة

على رفع اداء المصفاة وزيادة جودة المنتجات النفطية ورفع القدرة التنافسية لها
سادساً: تدريب وتأهيل الايدي العاملة: يساعد هذا العامل على رفع الاداء التشغيلي للمصفاة ويساعد تدريب الايدي العاملة على تفادي الاخطاء الناجمة من سوء تدريب الايدي العاملة.

المحور الثالث: تطور الأهمية الاقتصادية لصناعة تصفية النفط في العالم:

حققت صناعة تصفية النفط تطورات مهمة في مجال رفع طاقات التصفية للمصافي، منذ اربعينيات القرن الماضي، ويعود ذلك الى النمو الاقتصادي واستخدام التقنيات المتطورة لغرض تلبية متطلبات القوانين والتشريعات البيئية وتحسين قدرة المصافي لإنتاج المنتجات

النفطية ذات المعايير والمواصفات العالية، ورفع قدرة المصافي على تصفية النفط الثقيل لزيادة ربحية المصافي ورفع مستوى الاداء الضروري لمواجهة المنافسين ، اما بالنسبة الى الدول النامية خصوصا مناطق الشرق الاوسط والهند، فأنها تحتاج الى زيادة حجم التعاون مع الشركات العالمية الكبرى من اجل بناء مصافي حديثة وتبادل الامكانيات التي يمتلكها كل بلد، فالشركات تمتلك رؤوس اموال والخبرة والتقنيات الحديثة، اما البلدان النامية فتمتلك احتياطات نفطية هائلة، فيمكن ان يتم التعاون بينهم في مجال تنفيذ المشاريع العملاقة وتقاسم المخاطر، وايضا لا بد على الدول النامية من العمل على تنشيط دور القطاع الخاص من خلال المشاركة في الاستثمارات الخاصة بصناعة تصفية النفط.²⁰

اولاً: تطور متوسط طاقة التصفية لمصافي النفط: شهد متوسط طاقة التصفية لمصافي النفط في العالم خلال المدة (1970-2017) تصاعدا ملحوظاً، نتيجة لتنامي الطلب العالمي على المنتجات النفطية بسبب ارتفاع معدلات التطور الصناعي في مختلف دول العالم وخصوصا في الهند والصين الدولتين الاكثر تعدادا في العالم، فقد ارتفع من 50,411 مليون ب/ي لعام 1970 الى 96,932 مليون ب/ي لعام 2017 ، وبلغ معدل النمو المركب للمدة الاجمالية 1970-2017 حوالي 2%، ويعود ارتفاع طاقات التصفية خلال السنوات الاخيرة الى عدد من التطورات اهمها:²¹

1. تشغيل مصفاة ANNING في الصين بطاقة تصفية 260 ألف ب/ي.
 2. زيادة طاقات التصفية لمصفاة HUIZHOU في الصين الى 20 ألف ب/ي.
 3. زيادة طاقات التصفية لمصفاة KOCHI في الهند بمقدار 150 ألف ب/ي.
 4. زيادة طاقة التصفية لمصفاة كركوك في العراق الى 56 ألف ب/ي.
 5. اعادة تشغيل مصفاة القيارة في العراق بطاقة 14 ألف ب/ي.
 6. زيادة وحدات تقطير في مصفاة PAVLODAR في كازاخستان بطاقة 20 ألف ب/ي.
- ويوجد ما يقارب 637 مصفاة نفط حول العالم، ويوجد اكبر مصفاة نفط في العالم في الهند بطاقة تصفية 1240 ألف ب/ي.²²

جدول (1) طاقة مصافي في العالم حسب المنطقة (مليون ب/ي)

المنطقة	1970	1980	1990	2000	2010	2017
امريكا الشمالية	14,044	20,633	17,557	18,444	19,487	20,378
امريكا اللاتينية	5,279	8,668	7,765	8,106	8,525	8,667
شرق اوربا	7,148	13,508	12,255	9,972	9,894	10,113
اوربا الغربية	15,109	21,066	14,833	14,982	15,443	13,382
الشرق الاوسط	2,445	3,865	5,055	6,337	7,710	8,990
افريقيا	0.876	2,220	2,826	3,257	3,366	3,542
اسيا والمحيط الهادئ	6,385	12,377	12,849	21,296	28,473	31,860
اجمالي العالم	50,411	82,337	73,140	82,394	92,898	96,932

Soures OPEC, Annual Statistical Bulletin, 2004, 2014, 2018

ولو أردنا معرفة ترتيب دول العالم من حيث قدرات التصفية، تأتي الولايات المتحدة في المرتبة الأولى إذ تبلغ ومنذ عشرات السنين حوالي 18 مليون برميل باليوم. والحقيقة ان امريكا بشركاتها العملاقة مثل اكسون وشيفرون وكونوكو و UOP هم من طوروا هذا المجال ومن يملك اغلب التقنيات التي تجعل من المصافي عملاً مجدداً اقتصادياً بل ومربحاً، إذ انهم طور العديد من العمليات التي تقوم على تحويل النفط الثقيل رديء الجودة المليء بالشوائب الكبريتية والمعدنية والنيتروجينية الى منتجات عالية القيمة. وتأتي الصين في المرتبة الثانية ويمكن ملاحظة ان قدرة الصين في عام 2010 كانت حوالي 10 ملايين برميل باليوم وهي الآن تقترب سريعاً من 14 مليون برميل باليوم. وحتى روسيا فقد زادت قدرتها على التصفية من عام 2010 بحوالي مليون برميل باليوم لتصبح الآن عند 6.3 مليون برميل باليوم. وتأتي الهند رابعاً حيث تنشط الشركات الهندية بهذا المجال مستفيدة من قربها من دول الخليج العربي (دول المنبع) ورخص الأيدي العاملة لذلك يشهد العالم تطوراً ملحوظاً في قدرة الهند التصفية التي ارتفعت عن عام 2010م بحوالي 0.6 مليون برميل لتصل حالياً الى حوالي 4.3 مليون برميل باليوم. وبعد الهند تأتي اليابان التي كان اتجاهها عكس اتجاه الهند تماماً فلقد كانت قدرة اليابان التصفية في عام 2010م تقدر بحوالي 4.3 مليون برميل، ولكنها تقلصت الآن بفعل اغلاق كثير من المصافي بحوالي 0.6 مليون برميل باليوم لتصل الى 3.7 مليون برميل باليوم، وتعد اليابان من احسن الدول في تشغيل المصافي المتطورة الا انها ولأسباب كثيرة منها ارتفاع اسعار الخام في آخر خمس سنوات وانخفاض الطلب الداخلي الياباني على المشتقات النفطية وصعوبة المنافسة مع الهند وسنغافورة في تصدير المشتقات في آسيا اصبحت صناعة التصفية في اليابان غير واعدة. ولقد حافظت كوريا الجنوبية على قدرتها على التصفية منذ عام 2010م عند 2.8 مليون برميل باليوم.²³

الشكل (1) ترتيب دول العالم من حيث القدرة على تصفية النفط



المصدر: سليمان الخطاف " الأهمية الاستراتيجية لصناعة تكرير النفط في المملكة " صحيفة الف بيتا
<https://alphabet.argaam.com/article/detail/100052> 2016/2/21

عملية التقطير للنفط الخام، وتهدف الى تغيير التركيب الجزيئي للهيدروكربونات واعادة تشكيلها للحصول على جزيئات ذات مواصفات ونوعية عالية وتشمل العمليات التحويلية اللاحقة ثلاث عمليات وهي عمليات المعالجة الهيدروجينية، وعمليات تحسين الرقم الاوكتاني للغازولين الضرورية لتخفيف مستوى الكبريت والشوائب للغازولين، وعمليات تكسير المخلفات الثقيلة للحصول على الوقود النظيف. تشكل المصافي التحويلية نسبة تزيد عن 71 % من إجمالي مصافي العالم، حيث بلغ عدد هذا النوع 455 مصفاة في نهاية عام 2018، يتركز العدد الأكبر للمصافي التحويلية في كل من دول أوروبا الغربية، وأمريكا الشمالية، وآسيا الباسيفيك. أما في منطقتي الشرق الأوسط وأفريقيا فمعظم المصافي من نوع التقطير والمعالجة الهيدروجينية

1- تطوير طاقة العمليات المعالجة الهيدروجينية: تعد العمليات الهيدروجينية جزءا مهما من عمليات تصفية النفط الخام نظرا لأنه مطلوب في عدة وحدات لإزالة الكبريت وتحسين الكسور الزيتية المختلفة، واستجابة لتحديات الاحتباس الحراري وتغيرات المناخية اصدر الاتحاد الاوروبي العديد من القوانين التي تهدف الى خفض انبعاثات الغازات الدفيئة الصناعية بمستوى اقل من 20% في عام 1990 ومن المتوقع ان تلعب هذه التخفيضات في الانبعاثات من القطاع الصناعي دورا مهما في تقليل التحديات البيئية وتخفيف مشاكل الاحتباس الحراري وقطاع النفط يمتلك الحصة الاكبر من هذه الانبعاثات.²⁴ في عام 2000 بلغ حجم طاقة العمليات المعالجة الهيدروجينية 01,38 مليون ب/ي بنسبة 46.8% من طاقة تقطير النفط، اما في عام 2010 ارتفع اجمالي الطاقة عمليات المعالجة الهيدروجينية الى 50,44 مليون ب/ي وبنسبة 50.4% من اجمالي طاقة تقطير النفط استمر الارتفاع حتى عام 2018 حتى وصل الى 52.2 مليون ب/ي بنسبة 48.49% من اجمالي طاقة تقطير النفط .

2- تطور طاقة عمليات تحسين الرقم الاوكتاني للغازولين: ارتفعت طاقة عمليات تحسين الرقم الاوكتاني بشكل طفيف جدا ما بين عام 2000 و 2010 و 2018 ، ففي عام 2000 بلغت طاقة تحسين الرقم الاوكتاني 10,69 مليون ب/ي وبنسبة 13%، من اجمالي طاقة التقطير النفط ، وفي عام 2010 ارتفعت الى 11,50 مليون ب/ي وبنسبة 13%، 03% من نسبة تقطير النفط ،اما في عام 2018 ارتفعت نسبة الى 15%، 52% من اجمالي طاقة تقطير النفط والتي بلغت 14,32 مليون ب/ي، ان سبب الارتفاع الطفيف في اجمالي طاقة عمليات تحسين الرقم الاوكتاني هو القوانين والتشريعات التي صدرت في الثمانينيات القرن الماضي والتي منعت او حدت من اضافة مركبات الرصاص كمادة مساعدة لرفع الرقم الاوكتاني للغازولين، وفي العقد الاول من القرن الواحد والعشرين ارتفعت طاقة تحسين الرقم الاوكتاني للغازولين بسبب افتتاح مصافي جديدة في الصين والسعودية.

3- تطور طاقة عمليات تكسير المخلفات الثقيلة: ازدادت طاقة عمليات تكسير المخلفات الثقيلة في عام 2000 بلغت 21,39 مليون ب/ي وبنسبة 26%، 3% من طاقة تقطير

النفط، اما في عام 2010 ارتفعت طاقة عمليات تكسير المخلفات الثقيلة الى 39,27 مليون ب/ي وبنسبة 30%، من طاقة تقطير النفط، اما في عام 2018 ارتفعت طاقة عمليات تكسير المخلفات الثقيلة الى 96,31 مليون ب/ي وارتفعت النسبة الى 34%، من طاقة تقطير النفط ، تتكون عمليات تكسير المخلفات الثقيلة من عمليات التفحيم، التكسير الحراري، كسر اللزوجة، التكسير بالعامل الحافز المانع، التكسير الهيدروجيني.

ثالثاً: توقعات تطور العمليات التحويلية اللاحقة في العالم 2018-2023

تم تنفيذ عدة مشاريع واستثمارات ضخمة في العالم، من اجل زيادة طاقات التصفية لمصافي النفط، رافقتها مشاريع اخرى لغرض تطوير العمليات التحويلية اللاحقة للحصول على المنتجات النفطية الخفيفة عالية الجودة القيمة، ومن هذه المشاريع توسيع وحدات المعالجة الهيدروجينية لغرض تخفيف نسبة الكبريت في المنتجات النفطية، اذ من المتوقع ان ترتفع عمليات المعالجة الهيدروجينية الى 6800 ألف ب/ي خلال المدة 2018-2023 ، وتتركز الزيادة في منطقة الشرق الاوسط ومن المتوقع ان تصل الى 2800 ألف ب/ي، اما طاقة عمليات تحسين الرقم الأوكتاني فمن المتوقع تصل الى 1800 ألف ب/ي في العالم خلال المدة 2018 - 2023 وتتركز الزيادة في مناطق الشرق الاوسط بزيادة متوقعة قدرها 600 ألف ب/ي، اما التوقعات لطاقة عمليات تكسير المخلفات الثقيلة قد تصل الى 3300 ألف ب/ي في العالم وايضا تتركز الزيادة في مناطق الشرق الاوسط بمقدار 700 ألف ب/ي.²⁵

جدول (2) طاقة مصافي النفط العاملة في مناطق العالم نهاية عام 2018 (ألف ب/ي)

المنطقة	الطاقة التصفية	عدد المصافي	تكسير المخلفات الثقيلة	تحسين الرقم الأوكتاني	المعالجة الهيدروجينية	مؤشر تعقيد نيلسون
اسيا والباسيفيك	27404	163	7352.73	3310.70	12724.16	5.26
امريكا الشمالية	21623	146	11948.30	4858.48	15788.99	9.38
اوروبيا الغربية	14236	86	5199.85	2509.35	9780.06	6.84
اوروبيا الشرقية	10150	82	2322.25	1588.04	4338.01	4.96
الشرق الاوسط	9411	49	2685.7	1197.75	3368.18	4.82
امريكا الجنوبية	6478	61	2023.97	437.99	1618.31	4.86
افريقيا	3597	50	463.33	512.53	955.26	3.74
إجمالي العالم	92899	637	31995.83	14414.85	48572.97	6.30

المصدر: منظمة الاقطار العربية المصدرة للبتروكيمياويات، صناعة تكرير النفط في العالم ، 2019 ، ص41

رابعاً: عوامل التطور والتحديات لصناعة تصفية النفط

1-عوامل التطور لصناعة تصفية النفط هناك مجموعة من العوامل التي

اسهمت في تطوير صناعة تصفية النفط في العالم ومن أهمها
أ- القوانين والتشريعات البيئية: بجانب فوائد واستعمالات المنتجات النفطية، توجد انبعاثات خطيرة وملوثات يتم طرحها نتيجة تصفية النفط، وتعد ملوثات التصفية من اخطر الملوثات ضرراً على البيئة، اذ يتعرض الهواء للتلوث في المصافي بسبب تصاعد

الغازات والدقائق الدقيقة التي تنتج من احتراق النفط ومنتجات النفط أثناء العمليات الانتاجية وبدورها تؤدي الى تغيرات في نسب مكونات الهواء، وان احتراق المنتجات النفطية المسببة لتلوث الهواء بالمعادن الثقيلة تنتشر في جو المصافي والمدن والمناطق المجاورة لها وذلك تبعاً لشدة واتجاه الريح ودرجات حرارة الجو الموقع الوحدات الانتاجية هذه الملوثات تسبب مشاكل صحية للعاملين في هذا النشاط.²⁶ ومن ناحية اخرى فان اغلب دول العالم اتجهت الى تحسين مواصفات المنتجات البيئية بشكل يخدم البيئة وتقليل اخطار استهلاكها لذلك قامت اغلب الدول المنتجة والمصدرة للمنتجات النفطية الى رفع طاقة عمليات الهيدروجينية واصدار قوانين وتشريعات لحماية البيئة العالمية من الانبعاثات، ومنذ العقد الاخير من القرن الماضي عملت اغلب دول العالم على تحسين مواصفات الغازولين كما موضح في جدول رقم 3.

جدول (3) التعهد العالمي لمواصفات الغازولين

البند	الوحدة	فئة -1-	فئة -2-	فئة -3-	فئة -4-
رقم الأوكتاني غازولين	بحثي - RON	0.91	0.91	0.91	0.91
91 (حد ادنى)	موتور-MON	5.82	5.82	5.82	5.82
رقم الأوكتاني غازولين	بحثي - RON	0.95	0.95	0.95	0.95
95 (حد ادنى)	موتور-MON	0.85	0.85	0.85	0.85
رقم الأوكتاني غازولين	بحثي - RON	0.98	0.98	0.98	0.98
98 (حد ادنى)	موتور-MON	0.88	0.88	0.88	0.88
الرصاص (حد أقصى)	غرام / لتر	40.0	ZERO	ZERO	ZERO
الكبريت (حد أقصى)	ج ف م (وزن)	1000	200	30	خال
الاوكسجين (حد أقصى)	%	7.2	7.2	7.2	7.2
الاولوفيات (حد أقصى)	%	غير محدد	20	10	10
المركبات العطرية (حد أقصى)	%	50	40	35	35
البنزين (حد أقصى)	%	0.5	5.2	0.1	0.1
الكثافة	كغم/متر مكعب	780- 715	770- 715	770-716	770- 715

المصدر: تحسين كفاءة الطاقة واستخدام الوقود الأحفوري الأنظف في قطاعات مختارة في بعض بلدان الإسكوا الجزء الثاني: استخدامات الوقود الأحفوري الأنظف، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، نيويورك، 2005، ص8،

ب- نمو الطلب على المنتجات النفطية: يواجه الطلب العالمي على المنتجات النفطية ارتفاع مستمر بسبب ارتفاع الاهمية النسبية للمنتجات النفطية في مجال استهلاك الطاقة، فهو يغطي أكثر من نصف الحاجة العالمية للطاقة، وعند مقارنة الانتاج والاستهلاك للمنتجات النفطية في العالم نجد ان هناك عجز في تغطية الطلب على المنتجات النفطية منذ عام 1975، استمر بالنمو لغاية عام 1985 بسبب اغلاق عدد كبير من مصافي حول العالم ليصل الى 1447- ألف ب/ي، بعدها تم تغطية العجز خلال عام 2005، ليكون هناك فائض في الانتاج بقدر 2006 ألف ب/ي وفي عام 2010 ارتفع الطلب على المنتجات النفطية بسبب النمو في اغلب دول العالم وارتفاع الكثافة السكانية فوصل حجم العجز الى 5442- ألف ب/ي واستمر بالارتفاع حتى وصل عام 2017 الى 8152- ألف ب/ي، ان هذا النمو المتزايد في الطلب على المنتجات النفطية لابد ان يقابله مستوى من

الانتاج يكفي لمواجهة هذا النمو في الطلب، وسيشكل هذا النمو في الطلب حافزاً قوي لزيادة مستوى الاستثمار في طاقات التصفية في العالم وعامل مهم لتطوير صناعة تصفية النفط.

ت- اللجوء الى تصفية النفط الثقيل: لا يتدفق النفط الثقيل بسهولة وذلك بسبب الخواص التي يحملها، التي تجعله يتطلب أمور تقنية خاصة للاستفادة منه، وإنتاج النفط الثقيل تكون نسبة المخاطر أكثر من النفط الخفيف لاحتوائه على نسبة عالية من الكربون والشوائب فهو يؤثر سلباً على البيئة بسبب اطلاقه ثاني اوكسيد الكربون بكميات كبيرة عند انتاجه وتصفيته، اذ يطلق النفط الثقيل كمية ثاني اوكسيد الكربون تساوي ثلاث اضعاف تلك الكمية، التي تطلق عند انتاج النفط الخفيف.²⁷ اما المحتوى الكبريتي للنفط الثقيل فيؤثر بشكل كبير على قيمة وجودة النفط الخام، فالنفط الخام الذي يحتوي على نسبة اعلى من 5% من المحتوى الكبريتي يتطلب معالجة بشكل اكبر من النفط الذي يحتوي على نسبة اقل.

ونتيجة لارتفاع الطلب على المنتجات النفطية في العالم لعدم قدرة النفط الخام الخفيف على تغطية الطلب على الرغم من امكانيته لتلبية متطلبات قوانين البيئة ادى الامر الى اللجوء الى تصفية النفط الثقيل وارتفاع نسبة تصفية النفط الثقيل، اذ ان احتياطات النفط الثقيل كبيره وموجودة في اكثر من 30 دولة حول العالم.²⁸ وتتطلب تصفية النفط الثقيل تقنيات اعلى من ناحية العمليات التحويلية اللاحقة لرفع معدل طاقة عمليات تكسير المخلفات الثقيلة، والحصول على منتجات خفيفة وفق المعايير البيئية العالمية، اسهمت هذه العوامل في زيادة عمليات تصفية النفط الثقيل في العالم، كما ان تفعيل دور القطاع الخاص في عمليات تصفية النفط وتقديم التسهيلات له للدخول في مشاريع تصفية النفط الثقيل، وادخال الشركات العالمية للاستثمار داخل اراضي الدول التي تمتلك احتياطات كبيره لغرض الاستفادة من خبراتها وتطوير قطاع التصفية.

جدول (4) ميزان انتاج واستهلاك المنتجات النفطية في (ألف ب/ي)

السنة	حجم الانتاج	حجم الاستهلاك	الميزان
1970	45,540	43,392	2,148
1975	52,706	53,304	598-
1980	59,942	59,925	17
1985	55,887	57,334	1,447-
1990	63,302	62,982	320
1995	66,124	66,148	24-
2000	72,402	72,332	70
2005	79,122	77,116	2,006
2010	81,895	87,337	5,442-
2015	86,619	94,162	7,543-
2017	89,167	97,319	8,152-

Soures: Annual Statistical Bulletin-OPEC ،2019،2013،20042007

2- صعوبات وتحديات صناعة تصفية النفط في العالم: هناك عدد من

الصعوبات والتحديات التي تواجه صناعة تصفية النفط في العالم ومن أهمها
أ- صعوبة التنبؤ بالطلب المستقبلي على لمنتجات النفطية: بسبب تذبذب اسعار
النفط الخام والمنتجات النفطية والتغيرات المستمرة للطلب ادت الى صعوبة التنبؤ
بحجم الطلب المستقبلي.

ب- التغير في أنماط الطلب على المنتجات النفطية: منذ اصدار التشريعات البيئية ادى
الى حدوث تغيرات في أنماط الطلب على المنتجات النفطية، اذ انخفض الطلب على
المنتجات النفطية الثقيلة، التي كان يعتمد عليها في توليد الكهرباء والصناعات الاخرى
وارتفع الطلب على المنتجات النفطية الخفيفة والمتوسطة نظرا لانخفاض آثارها السلبية
على البيئة مقارنة بالمنتجات النفطية الثقيلة، وان توجه الطلب نحوها أجبر المصافي الى
زيادة عمليات المعالجة والتي تتطلب استثمارات كبيرة لغرض تغطية الطلب العالمي لهذه
المنتجات.

ت- منافسة الوقود الحيوي: في المدة السابقة تتم استخدام الوقود الحيوي في بعض دول
العالم كوقود لوسائل النقل وازداد الاهتمام بالوقود الحيوي في الآونة الاخيرة كونه مصدر
للطاقة ليس له آثار ضارة كبيرة على البيئة وايضا المدة انجاز مشروع انتاج الوقود الحيوي
لا يتجاوز 2 سنة على خلاف مشاريع مصافي النفط تحتاج من 4 الى 6 سنوات لذلك ازداد
الاهتمام بالوقود الحيوي كونه منتج منافس للمنتجات النفطية، لكن الوقود الحيوي له
عدة سلبيات منها انه يحتاج لإنتاجه الى مساحات زراعية كبيرة لغرض انتاج الحيوي التي
يصنع منها بدورة سيؤدي الى زيادة اسعار المواد الغذائية وزيادة كمية الاسمدة الملوثة و
ارتفاع نسبة الفقر، يحتاج انتاج الوقود الحيوي الى تكاليف كبيرة تتجاوز تكلفة انتاج
المنتجات النفطية خصوصا في حالة انخفاض سعر النفط الخام، استمرار انتاج الوقود
الحيوي امر غير مضمون بسبب تأثره بعوامل مناخية.

ث- تطبيق القوانين البيئية: تختلف دول العالم في مدى تطبيق المعايير اللازمة لإنتاج
المنتجات النفطية فالدول الصناعية المتقدمة ملتزمة بشكل كبير بهذه القوانين على عكس
دول النامية، تعد القوانين البيئية من اهم الصعوبات التي تواجه عمليات انتاج المنتجات
النفطية بسبب انها تحتاج الى اضافة وحدات معالجة هيدروجينية وتكلف استثمارات
كبيرة، ومع زيادة القوانين والتشريعات لغرض حماية البيئة فان الطلب على المنتجات
النفطية ينخفض واتباع اغلب الدول المتطورة اساليب ترشيد الطاقة لتقليل كمية الغازات
الضارة المنبعثة من استهلاك المنتجات النفطية.

ج- زيادة انتاج النفط الخفيف: اغلب التوقعات المستقبلية تذهب الى زيادة انتاج النفط
الخفيف ذو محتوى الكبريتي المنخفض في بعض مناطق العالم وفي بعض المناطق سوف
يرتفع انتاج النفط الثقيل الحامضي، ان اغلب التوقعات تشير الى زيادة انتاج النفط الثقيل
في اغلب مناطق العالم المنتجة للنفط وان آثار انتاجه سوف تظهر على الدولة المستوردة

وليس على الدولة المنتجة لأنه سوف يكلفها توفير مصافي حديثة تحتوي على وحدات معالجة عالية لغرض تحويل النفط الثقيل الى منتجات نفطية خفيفة لتغطية حاجات الطلب العالمي للمنتجات النفطية وهذا الامر سوف يكلفها استثمارات كبيرة وتكاليف تشغيل وصيانة .

خامساً: الافاق المستقبلية لصناعة تصفية النفط حتى عام 2030

من المتوقع ارتفاع انتاج المنتجات النفطية في العالم خصوصاً في قارة اسيا ويعود السبب لإنشاء مصافي جديدة او لزيادة الطاقات التصفية للمصافي الموجودة فمن المتوقع ان يصل حجم انتاج المنتجات النفطية لقارة اسيا لعام 2030 الى 22.9 مليون ب/ي، وفي مناطق الشرق الاوسط فمن المتوقع ان يصل حجم انتاج المنتجات النفطية الى 7.6 مليون ب/ي، وسيرتفع في منطقة امريكا الشمالية الى 5.9 مليون ب/ي وامريكا اللاتينية الى 4.7 مليون ب/ي، وغرب اوربا الى 1.3 مليون ب/ي وافريقيا يمكن ان يصل حجم الانتاج الى 1.5 مليون ب/ي، هذه التطورات لإنتاج المنتجات النفطية جاءت نتيجة توسعة الطاقات الانتاجية للمصافي القائمة واغلاق المصافي الصغيرة وافتتاح مصافي حديثة وكبيرة بدلا عنها.²⁹

المحور الخامس: صناعة تصفية النفط في المملكة العربية السعودية

تعد صناعة تصفية النفط واحدة من اهم الصناعات الاستراتيجية في السعودية وذلك للاحتياجات الهائلة وايضا الموقع الجغرافي للسعودية الذي يربط بين الشرق والغرب، وتواصل السعودية خططها لتعزيز مركزها ضمن قائمة كبار منتجي المنتجات النفطية من خلال انشاء مصافي جديدة واعادة تأهيل المصافي القائمة اذ ان صناعة التصفية تضيف قيمة كبيرة للاقتصاد الوطني وتحقق تنوع اقتصادي بالإضافة الى خلق فرص عمل للشباب.

أولاً: تعريف بالمصافي في السعودية : بلغ عدد مصافي السعودية 8 مصفى وتسمى المملكة العربية السعودية الى تطوير مصافي النفط وزيادة طاقتها للتصفية، ويعد مصفى رأس التنورة من اكبر المصافي في السعودية واكثرها تعقيداً وتلبي حوالي 31% من الطلب المحلي للمنتجات النفطية، اما مصفى رابغ فملكية المصفى شراكة بين شركة ارامكو السعودية وشركة سوميتومو اليابانية بحصة 50% لكل طرف تختلف هذه المصفى عن غيرها فهي لا تحتوي على وحدات تحويلية، هذا الامر جعلها تنتج كميات كبيرة من زيت الوقود مخصصة للتصدير، ومصفى ينبع (سامر ف) التي بدأ تشغيلها التجاري لها عام 1984 ونفذت المصفى مشروع انتاج الوقود النقي من اجل خفض المحتوى الكبريتي للبنزين والديزل من اجل تطبيق متطلبات اللوائح البيئية والالتزام بمقاييس الجودة العالمية في السعودية، مصفى الجبيل (ساتور ب) وهي اكبر مشروع تصفية بتروكيماوي عطري في العالم واول مصفى نفطي متكاملة في السعودية وبلغت حصة ارامكو 62.5% وحصة توتال الفرنسية 37.5%، اما مصفى ينبع (ياسر ف) تعود ملكية المصفى مناصفه بين شركة ارامكو

السعودية بحصة 62.5% شركة سينويك الصينية بحصة 37.5% ومنذ تشغيل المصفي وهي تخدم السوق المحلي بشكل رئيسي وتهدف مصفاة (ياسر ف) الى تلبية الطلب المحلي للمنتجات النفطية وتصدير المنتجات عالية القيمة، وتتمحور مهمة هذه المصفاة في انتاج الوقود بأعلى معايير الجودة وتنمية الموارد البشرية وتعزيز الكفاءات وتم تصميم المصفي بحرص من اجل حماية البيئة بسبب موقعها الحساس على ساحل البحر الأحمر، فقد تم الالتزام بالقوانين البيئية محليا ودوليا وفي العالم، وتعد المصفي من المصافي المتطورة في السعودية اذ تتم في وحدات المعالجة التي تمتلكها المصفاة فصل النفط الثقيل وتحويله الى منتجات عالية الجودة، مصفي الجبيل (سار ف) تنتج هذه المصفاة اهم المنتجات النفطية وهي غاز البترول المسال، النفط، الكيروسين، الديزل، زيت الوقود، الكبريت، واخيرا مصفاة الرياض وتقع في مدينة الرياض التي لا تطل على مصدر مائي اذ تستهلك المصفي 15 ألف ب/ي (من المياه يتم توفيرها من مصادر مياه الصرف الصحي التي يتم معالجتها. اما المصافي المغلقة في السعودية فهي مصفاة جدة ومصفاة سعود ومصفاة خفجي³⁰

جدول (5) تعريف بالمصافي في السعودية

المصفاة	الموقع	تاريخ الانشاء	سعة التصفية ألف ب/ي	الشركة المالكة
رأس التنورة	رأس التنورة	1949	550	أرامكو
رابغ	رابغ	1990	325	أرامكو/ سومينومو
ينبع (سامر ف)	ينبع	1981	400	أرامكو/ اكسون موبيل
الجبيل (ساتور ب)	الجبيل	2014	400	أرامكو/ توتال
ينبع (ياسر ف)	ينبع	1983	400	أرامكو / سينويك
جبيل (سار ف)	الجبيل	1985	305	أرامكو/ شل
الرياض	الرياض	1975	130	أرامكو
ينبع المحلي	ينبع	1983	235	أرامكو

المصدر: من اعداد الباحثين استنادا الى البيانات المذكورة في الصحيفة الاقتصادية تقارير وتحليلات حول صناعة النفط في السعودية https://www.aletq.com/2019/11/14/article_1713011.html

ثانياً: تطور طاقات التصفية للمملكة العربية السعودية. شهدت طاقات التصفية في المملكة العربية السعودية تطوراً مستمراً اذ بلغ حجم الطاقات التصفية للسعودية في عام 1970 حوالي 676 ألف ب/ي شكل نسبة 1.32% من اجمالي طاقات التصفية العالمية، وفي عام 2000 ارتفع حجم طاقات التصفية السعودية الى 1825 ألف ب/ي وشكلت نسبة 2.21% من اجمالي الطاقات العالمية، اما في عام 2017 ارتفعت طاقات التصفية الى 2921 ألف ب/ي وشكل نسبة 2.96% من اجمالي الطاقات العالمية، وبلغ معدل النمو السنوي المركب لطاقات التصفية للمملكة ما بين عام 1970 الى عام 2017 حوالي 28%.³¹

ثالثاً: الاداء التشغيلي لمصافي النفط السعودية: من مميزات مصافي النفط السعودية انها تمتلك درجات تعقيد كافية من خلالها تؤهلها لتصدير المنتجات النفطية الخفيفة التي تلبى المعايير والتشريعات البيئية العالمية ومنافسة بقية الدول المنتجة وتم تخصيص عدد من مصافي النفط لغرض التصدير ومنها ينبع (سامرف)، الجبيل (ساترو ب)، ينبع (ياسرف)، الجبيل (ساسرف) وهذه المصافي تستطيع انتاج الديزل والغازولين بمواصفات ومعايير عالية ومقبولة دولياً.

في نهاية عام 2018 بلغت طاقات المعالجة الهيدروجينية لمصافي النفط في السعودية حوالي 1262 ألف ب/ي، اما طاقة عمليات تحسين الرقم الاوكتاني بلغت 396 ألف ب/ي ، طاقة عمليات تكسير المخلفات الثقيلة بلغت 1105 ألف ب/ي وهي الاعلى مقارنة ببقية مصافي منطقة الشرق الاوسط³²

رابعاً: التطورات المستقبلية لمصافي النفط للمملكة العربية

السعودية: اعلنت شركة ارامكو استحواذها على حصة شركة شل السعودية للتصفية التي تبلغ 50% في مصفاة جبيل (ساسرف) وتبلغ قيمة الاستثمار 630 مليون دولار وستحصل شركة ارامكو على الملكية الكاملة وسيتم اتمام هذه الصفقة نهاية عام 2019 وهناك خطة من شركة ارامكو تهدف الى تطوير ورفع سعة مصافيها ضمن استراتيجيتها طويلة المدى لتحقيق النمو في مجال التصفية والمعالجة والتسويق، وتترقب شركة ارامكو بدء تشغيل التجاري لمصفاة الجديدة في مدينة جازان جنوب السعودية بطاقة تصفية 400 ألف ب/ي (وسيتم تخصيص الجزء الاكبر منها لتغطية الاستهلاك المحلي، وستوفر هذا المصفاة 1000 وظيفة مباشرة و4000 فرصة عمل غير مباشرة وسترفع طاقة التصفية في السعودية من 2907 الى 3307 ألف ب/ي (ومن المقرر بدأ العمل بها في عام 2019 . وهناك توقعات من المحتمل ان الطلب على تصفية النفط عام 2040 سيزداد وسيصل الى 10 ملايين برميل لليوم بحلول عام 2025 بمعدل زيادة سنوي برميل لليوم.

خامساً: ميزان انتاج واستهلاك المنتجات النفطية للسعودية: بسبب

التخوف من تقلبات اسعار النفط الخام في الأسواق العالمية، واحتمال انخفاض الطلب عليه والحاجة الى تنويع مصادر الدخل القومي السعودي، عملت السعودية على اضافة قيمة على المنتجات النفطية من خلال تطوير عمليات التصفية وزيادة طاقات التصفية والانتاجية لغرض تصدير الفائض، فقد بلغ حجم انتاج الغازولين في السعودية عام 2000 حوالي 275.0 ألف ب/ي، ارتفع في عام 2010 ليبلغ حوالي 375.6 ألف ب/ي، ووصل عام 2017 الى 510 ألف ب/ي، اما انتاج الكيروسين فقد بلغ عام 2000 حوالي 183.3 ألف ب/ي وارتفع في عام 2010 حتى وصل الى 168.2 ألف ب/ي اما في عام 2017 فبلغ حوالي 228 ألف ب/ي، الامر نفسه لنواتج التقطير فقد بلغ حجم الانتاج لعام 2000 حوالي 543.0 ألف ب/ي وفي عام 2010 ارتفع الى 633.5 ألف ب/ي استمر بالارتفاع حتى عام 2017 اذ بلغ حجم الانتاج حوالي 988 ألف ب/ي، والمنتجات الاخرى ايضا

ارتفعت من 199.3 ألف ب/ي لعام 2000 الى 478 ألف ب/ي لعام 2017 ، فقط
المخلفات انخفض بشكل بسيط حجم انتاجها من عام 2000 والتي كانت تبلغ حوالي
449.2 ألف ب/ي الى 426 ألف ب/ي لعام 2017.³³

من جانب الاستهلاك للمنتجات النفطية ففي عام 2000 استهلكت السعودية حوالي
273.3 ألف ب/ي من الغازولين اما الكيروسين فقد استهلكت حوالي 55.3 ألف ب/ي
ونواتج التقطير بلغ حجم الاستهلاك 372.9 ألف ب/ي والمخلفات 170.4 ألف ب/ي
اما المنتجات الاخرى استهلكت حوالي 65.0 ألف ب/ي، ارتفع حجم الاستهلاك لجميع
المنتجات حتى عام 2017 اذ بلغ حجم استهلاك الغازولين 599 ألف ب/ي والكيروسين
101 ألف ب/ي اما نواتج التقطير 591 ألف ب/ي والمنتجات الاخرى بلغ حجم
استهلاكها حوالي 1.465 ألف ب/ي.³⁴

ويتبين من الجدول (6) الخاص بتوضيح ميزان انتاج واستهلاك المنتجات النفطية
للسعودية، أن العجز في منتوج الغازولين قد بلغ 89- ألف ب/ي، في عام 2017 اما
الكيروسين فقد حقق فائض في الانتاج بمقدار 127 ألف ب/ي، اما نواتج التقطير فقد بلغ
حجم الفائض بالانتاج حوالي 397 ألف ب/ي، والمخلفات سجلت عجز بمقدار 90- ألف
ب/ي ، اما المنتجات الاخرى فقد حققت اعلى مستوى من الفائض ما بين بقية المنتجات
النفطية فقد بلغ حجم الفائض حوالي 476.535 ألف ب/ي وبلغ العجز الإجمالي 642-
ألف ب/ي، وتحتل المملكة العربية السعودية المركز الاول في منطقة الشرق الاوسط من
خلال الطاقات الانتاجية لمصافي النفط وانتاج النفط الخام، تم تحقيق عوائد كبيرة ناتجة
من عمليات تصدير المنتجات النفطية تم توجيه هذه العوائد لتطوير بقية قطاعات
الاقتصاد السعودي وتحقيق الترابطات الامامية والخلفية بين القطاعات ورفع مساهمتها
في الناتج المحلي الاجمالي، وعملت السعودية على تقليل مساهمة قطاع النفط في الناتج
المحلي الاجمالي خوفا من مخاطر الاعتماد عليه فقد بلغ معدل النمو في الناتج المحلي
الاجمالي لعام 2011 حوالي 48.41% انخفض هذا المعدل في عام 2018 الى 35.11%،
اما قطاع التصفية فقد بلغ معدل مساهمة في الناتج المحلي الاجمالي في عام 2011 حوالي
0.70% ارتفع الى 28.53% في عام 2018، وهناك تغيرات كبيرة في تحقيق النمو لبقية
قطاعات الاقتصاد السعودي وزيادة مساهمات اغلب القطاعات.³⁵

جدول (6) ميزان انتاج واستهلاك المنتجات النفطية للسعودية

نوع المنتج	2000	2005	2010	2015	2017
غازولين	1.7	37.1-	39.1-	121-	89-
كيروسين	128	165.5	104.5	101	127
نواتج التقطير	170.1	185.6	14.6	78	397
المخلفات	278.8	225.6	170	-2	-90
أخرى	134.3	207.4	-935.5	324.503	476.54
اجمالي	712.7	747	-685.5	-1115	-642

المصدر: احتسبت من قبل الباحثين بناء على بيانات OPEC ،Annual Statistical Bulletin ،2019،2013،2007،2004.

المحور السادس: صناعة تصفية النفط في جمهورية الصين الشعبية

منذ سبعينيات القرن الماضي وضعت الصين هدف تطوير اقتصادها من خلال تطوير الصناعة والبنى التحتية في مقدمة اولوياتها وبذلت كل ما بوسعها لتحقيق هذا الهدف، من خلال تعبئة مواردها الهائلة من اليد العاملة، والجهود الاستثمارية الكبيرة واستخدام تقنيات انتاج وتطوير الإدارة وجذب رؤوس الاموال الاجنبية بكثافة استطاعت خلق قدرات انتاجية جديدة في اغلب القطاعات التي تستجيب للطلب المحلي والعالمي ومن ضمنها عمليات تصفية النفط،³⁶ ولكون الصين من اكبر دول العالم من حيث الكثافة السكانية واقتصادها سريع النمو جعل منها من اكثر الدول العالم استهلاكاً للطاقة، والطلب على النفط والمنتجات النفطية في الصين متزايد هذه الامر جعل من الصين دولة مؤثرة في سوق الطاقة العالمية.³⁷

أولاً: قطاع النفط الصيني: تمتلك الصين احتياطي نفطي قدره M\B 24.000 عن عام 2000 ارتفع في عام 2010 ليصل الى M\B 20.350، اما في عام 2017 بلغ حجم الاحتياطي النفطي للصين حوالي M\B 25.526، اذ بلغ معدل النمو السنوي المركب للاحتياطي النفطي للصين حوالي 0.4% ما بين عام 2000 و 2017.³⁸

اما انتاج النفط الخام ففي عام 2000 بلغ حجم الانتاج الصيني حوالي 3.261 ألف ب/ي، ارتفع حجم الانتاج الى 4.031 ألف ب/ي لعام 2010، اما في عام 2017 انخفض حجم الانتاج الى 3.871 ألف ب/ي بنسبة 4.18% من اجمالي الانتاج العالمي للنفط الخام لعام 2017، بلغ معدل النمو السنوي المركب 1.0% ما بين عام 2000 وعام 2017.³⁹

ثانياً: تطور استهلاك النفط الخام في الصين: استهلكت الصين في عام 2000 حوالي 4.651 ألف ب/ي، استمر حجم الاستهلاك بالارتفاع حتى عام 2010 الى 9.031 ألف ب/ي، وفي عام 2017 وصل حجم الاستهلاك الى 12.445 ألف ب/ي، اما معدل النمو السنوي المركب لاستهلاك النفط الخام للصين لعام 2017 بلغ 6.0⁴⁰ وعند مقارنة نسبة استهلاك الصين لنفط الخام لنفس العام فقد بلغ 12.72% من اجمالي الاستهلاك العالمي للنفط الخام، ان الصين تستهلك النفط الخام بكميات كبيرة كونها تمتلك كثافة سكانية عالية ووحدات صناعية كبيرة تستهلك الطاقة بشكل كبير في عام 2017 ارتفع استهلاك النفط في العالم بمعدل 1.4 مليون ب/ي احتلت الصين المرتبة الثانية في العالم من ناحية استهلاك النفط الخام بعد الولايات المتحدة الامريكية فقد بلغ حجم استهلاك الولايات المتحدة الامريكية حوالي 500.000 ب\د، مما جعل الولايات المتحدة الامريكية والصين اكبر المساهمين في نمو الاستهلاك.⁴¹

ثالثاً: صادرات واستيرادات النفط الخام للصين: بلغ حجم صادرات النفط الخام للصين خلال عام 2000 حوالي 207 ألف ب/ي، اما في عام 2010 انخفض حجم الصادرات بشكل كبير فقد بلغ حجم الصادرات حوالي 61 ألف ب/ي، اما في عام 2017

ارتفع حجم الصادرات بشكل بسيط فقد بلغ حوالي 98 ألف ب/ي، اما معدل النمو السنوي المركب لنفس العام فقد بلغ %4.3⁴². اما من ناحية الاستيرادات للنفط الخام فقد ارتفعت بشكل كبير خلال السنوات الاخيرة ففي عام 2000 بلغ حجم الاستيرادات 1.409 ألف ب/ي وارتفع في عام 2010 الى 4.767 ألف ب/ي اما في عام 2017 بلغ حوالي 8.413 ألف ب/ي، اما نسبة استيرادات الصين للنفط الخام لعام 2017 بلغت حوالي %18.03 من اجمالي استيرادات العالم للنفط الخام، وفي عام 2017 احتلت الصين المركز الاول في قائمة اعلى عشر دول لاستيراد النفط الخام في العالم.⁴³

رابعا: طاقات التصفية لمصافي النفط في الصين: طاقات التصفية لمصافي النفط في الصين في ارتفاع مستمر فقد بلغ حجم طاقات التصفية لمجمع مصافي الصين في عام 2010 حوالي 6.806.0 ألف ب/ي وفي عام 2015 ارتفع حجم طاقات التصفية الى 14.006 ألف ب/ي استمر حجم الطاقات التصفية بالارتفاع حتى عام 2017 بلغت حوالي 14.609 ألف ب/ي⁴⁴، بلغت نسبة طاقات التصفية للصين حوالي %14.81 من اجمالي طاقات التصفية في العالم وتأتي الصين بالمرتبة الثانية بعد الولايات المتحدة الامريكية بحجم طاقات التصفية.⁴⁵

خامسا: مصافي النفط في الصين: تحتل الصين المرتبة الاولى في قارة اسيا من حيث حجم الطاقات التصفية في عام 2017 وخلال نفس العام انتجت الصين حوالي 11.059 ألف ب/ي من المنتجات النفطية، اما صادراتها للمنتجات النفطية بلغت حوالي 1.168.8 ألف ب/ي لنفس العام. اما مصافي الصين فقد بلغ عددها لعام 2018 حوالي 62 المصافي التي تبلغ طاقتها اكثر من 200 ألف ب/ي بلغ عددها 17 مصفى، اما المصافي التي تكون حجم طاقتها التصفية ما بين 200 و 100 ألف ب/ي بلغ عددها 29 مصفى، و 11 مصفى التي تبلغ طاقتها ما بين 100 و 50 ألف ب/ي، و 5 مصفاة التي تقل طاقتها التصفية عن 50 ألف ب/ي.⁴⁶

اما من ناحية الاداء التشغيلي لمصافي النفط الصين، فان 51 من مصافي النفط للصين هي مصافي تحويلية، و 8 مصفى هي مصافي تقطير، و 3 مصافي هي معالجة هيدروجينية. اما في عام 2018 بلغت نسبة طاقة عمليات تحسين الرقم الأوكتاني للصين 878 الى طاقة تقطير النفط، ولغرض تحسين مواصفات المنتجات النفطية لتلبية متطلبات السوق العالمية رفعت الصين نسبة طاقة عمليات المعالجة الهيدروجينية الى 28.56 الى نسبة تقطير النفط الخام، اما نسبة تكسير المخلفات الثقيلة لمصافي الصين بلغت 29.70 الى نسبة طاقة تقطير النفط الخام.⁴⁷

سادسا: مشاريع المصافي والتوسعات البارزة في الصين: الطلب المتزايد المحلي للمنتجات النفطية وارتفاع معدل النمو للدخل القومي للصين جعل منها تحتل المرتبة الاولى على قارة اسيا من حيث طاقة التصفية، تم تطبيق قرار اغلاق المصافي الصغيرة التي

تقل طاقتها عن 40 ألف ب/ي لغرض تحسين ارباح صناعة تصفية النفط والاستفادة من وفورات الحجم هذا الامر دفع اصحاب الشركات النفطية الى توسيع طاقات التصفية لمصافيها وانشاء مصافي جديدة بطاقة تصفية اعلى ويبين جدول (7) اهم المشاريع التطوير، وهناك الكثير من مشاريع التطوير غيرها اذ وقعت الصين عقد شراكة بينها وبين عدد من الشركات الاجنبية منها توتال الفرنسية ، اكسون موبيل امريكية، روزنفت الروسية ، pdvsa الفنزويلية، قطر للبترول، شركة البترول الوطنية الكويتية، وارانكو السعودية.

جدول (7) مشاريع مصافي النفط للصين

المالك	الموقع	طاقة التصفية الف ب/ي	تاريخ البداية	ملاحظة
Sinopec	Caofeidian/Tianjin	240.000	+2020	خطة لمعالجة النفط من السعودية
Sinopec	Guangdong/Zhanjiang	300.000	2017	عمليات تطوير مع شركة النفط الكويت
Sinopec	Hainan	100.000	+2020	انشاء وفق المعايير البيئية
Sinopec	Luoyang	160.000	2020	مشروع توسع
Cnpc	Huabei	100.000	2017	اعمال بناء
Cnpc	Anning/Yunnan	200.000	2016	خطة لمعالجة النفط من السعودية والكويت
Cnpc	Guangdong/Jieyang	400.000	2018	اعمال بناء
Cnpc	Tianjin	320.000	2020	اعمال بناء
Cnooc	Ningbo Daxie/Zhejiang	140.000	2015	توسع لإنتاج 300.000
Cnooc	Huizhou Phase 2	200.000	2016	اعمال بناء ، توسع

Sourec, International energy data and analysis China p:13

- هابعا: توقعات المستقبلية لطلب المنتجات النفطية في الصين 2020 -**
- 2030: تعمل الصين على استيراد النفط الخام ثم تقوم بتصفيته والحصول على القيمة المضافة، من المتوقع ان يصل حجم استيراد للنفط الخام الى 7.3 مليون ب/ي، وأن يصل الطلب على المنتجات النفطية الى 11.1 مليون ب/ي حتى عام 2030 ولان الصين تعمل على تنمية الاقتصاد وبناء قطاعات صناعية قوية لذلك تحتاج لمصادر الطاقة وايضا بسبب الكثافة السكانية العالية، ومن ابرز التوقعات لنمو الطلب على المنتجات النفطية :
1. ارتفاع الطلب على الغازولين خلال المدة (2020 - 2025) وهناك احتمال أن ينخفض عند انتاج الوقود البديل وترشيد استهلاك الوقود للمركبات.
 2. ارتفاع الطلب على jet fuel حتى عام 2040 بسبب نمو قطاع الطيران.
 3. ارتفاع استهلاك غازولين بمقدار 2 مليون ب/ي بين المدة (2000 - 2033) بسبب زيادة الطلب لصالح قطاع النقل .
 4. توقعات بارتفاع استهلاك الكيروسين بمقدار 1.1 مليون ب/ي بين المدة (2000 - 2033)⁴⁸

الاستنتاجات والتوصيات الاستنتاجات

1-هناك تحول جغرافي في صناعة تصفية النفط العالمية تمثل بإعادة تشكيل صناعة التصفية لصالح منطقة آسيا الباسيفيك التي اخذت تحتل المرتبة الأولى، بطاقة تكريره وصلت الى 31.860 مليون ب/ي، تليها أمريكا الشمالية بطاقة 20.378 مليون ب/ي، ثم أوروبا الغربية بطاقة تصفية قدرها 13.382 مليون ب/ي، اما الطاقة التصفية في منطقة الشرق الأوسط فجاءت في المرتبة الخامسة بطاقة تكريره بلغت 8.990 مليون ب/ي، وبلغ إجمالي طاقتها التصفية في العالم 96,932 مليون ب/ي وعدد المصافي العاملة 637 مصفاة نهاية عام 2017

2-تبين من الدراسة أن إجمالي الطاقة التصفية لمصافي العالم سيزداد بحوالي 7.8 مليون ب/ي خلال الفترة 2018-2023 ، وستأتي معظم هذه الزيادة من منطقتي آسيا الباسيفيك والشرق الأوسط، وخاصة في الدول المنتجة للنقط مثل المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة وإيران، وذلك لأسباب عديدة، أهمها:

أ-حاجة تلك المناطق إلى تأمين إمدادات أمنة من المنتجات النفطية. تعظيم القيمة المضافة للنفط المنتج بدلا من تصديره كمادة خام. الحاجة إلى خلق فرص عمل جديدة.

ب-الاستفادة من البنية التحتية المتوفرة في منشأة صناعة التصفية القائمة
ج-الاستفادة من وجود النفط الخام في توفير تكاليف النقل، مما يمنحها ميزة تنافسية غير متوفرة في مناطق أخرى.

3-تختلف مصافي العالم من حيث الحجم ودرجة التعقيد التكنولوجي، وتشكل المصافي التحويلية نسبة تزيد عن 71 % من إجمالي مصافي العالم، حيث بلغ عدد هذا النوع 455 مصفاة في نهاية عام 2018، يتركز العدد الأكبر للمصافي التحويلية في كل من دول أوروبا الغربية، وأمريكا الشمالية، وآسيا الباسيفيك. أما في منطقتي الشرق الأوسط وأفريقيا فمعظم المصافي من نوع التقطير والمعالجة الهيدروجينية.

4--تترافق مشاريع توسيع الطاقة التصفية مع مشاريع رفع طاقة العمليات التحويلية لتحسين الأداء التشغيلي للمصافي، حيث يتوقع إضافة طاقات جديدة لعمليات تكسير المخلفات الثقيلة بمقدار 3300 ألف ب/ي. كما يقدر إجمالي طاقة عمليات المعالجة الهيدروجينية المتوقع إنشاؤها بحوالي 6800 ألف ب/ي، أما طاقة عمليات تحسين الرقم الأوكتاني للغازولين فيتوقع إضافة حوالي 1800 ألف ب/ي خلال الفترة 2018- 2023.

5-تواجه صناعة التصفية في العالم العديد من الصعوبات والتحديات التي يتوقع أن يكون لها دور كبير في تحديد مسار التطورات المستقبلية لهذه الصناعة، يأتي في مقدمتها تراجع الطلب على المشتقات النفطية في العديد من مناطق العالم، وتغير هيكل الطلب على المنتجات، وتوجه بعض الحكومات إلى دعم إنتاج الوقود الحيوي. إضافة إلى أعباء تلبية

متطلبات التشريعات البيئية الخاصة بتخفيض نسبة الكبريت في المشتقات، وتراجع جودة النفط الخام المنتج.

6- تبين من دراسة تجربة المملكة العربية السعودية أن طاقات التصفية في هذا البلد قد شهدت تطوراً ملحوظاً فقد وصل حجم طاقات التصفية السعودية في عام 2017 الى 2.921 مليون ب/ي، الذي شكل ما نسبته 2.96% من اجمالي الطاقات العالمية، ومن مميزات مصافي النفط السعودية انها تمتلك درجات تعقيد كافية تؤهلها لتصدير المنتجات النفطية الخفيفة التي تلبي المعايير والتشريعات البيئية العالمية ومنافسة بقية الدول المنتجة وفي نهاية عام 2018 بلغت طاقات المعالجة الهيدروجينية لمصافي النفط في السعودية حوالي 1262 ألف ب/ي، اما طاقة عمليات تحسين الرقم الأوكتاني بلغت 396 ألف ب/ي ، طاقة عمليات تكسير المخلفات الثقيلة بلغت 1105 ألف ب/ي وهي الاعلى مقارنة ببقية مصافي منطقة الشرق الاوسط

7- تبين من دراسة تجربة الصين انها تحتل المرتبة الاولى في قارة اسيا من حيث حجم الطاقات التصفية في عام 2017 وخلال نفس العام انتجت الصين حوالي 11.059 مليون ب/ي من المنتجات النفطية، اما صادراتها للمنتجات النفطية بلغت حوالي 1.168.8 مليون ب/ي لنفس العام. اما من ناحية الاداء التشغيلي لمصافي النفط الصين، فان 51 من مصافي النفط للصين هي مصافي تحويلية، و8 مصفى هي مصافي تقطير، و3 مصافي هي معالجة هيدروجينية. اما في عام 2018 بلغت نسبة طاقة عمليات تحسين الرقم الأوكتاني للصين 878 الى طاقة تقطير النفط، ولغرض تحسين مواصفات المنتجات النفطية لتلبية متطلبات السوق العالمية رفعت الصين نسبة طاقة عمليات المعالجة الهيدروجينية الى 28.56 الى نسبة تقطير النفط الخام، اما نسبة تكسير المخلفات الثقيلة لمصافي الصين بلغت 29.70 الى نسبة طاقة تقطير النفط الخام.

التوصيات:

أولاً: تحتاج الدول النفطية الى تبني استراتيجيات مرنة قادرة على التكيف مع الصدمات الخارجية الناجمة عن التقلب الشديد في أسعار النفط في الاسواق العالمية، وهذا الامر يفرض عليها التعامل مع صناعة التصفية كصناعة استراتيجية ، فمن خلال تبني استراتيجيات صناعية تهدف الى انتاج وتصدير المنتجات النفطية ذات الجودة العالية، تتوافق مع معايير البيئية العالمية ستتمكن من تنويع الإنتاج بسلع ذات قيمة مضافة مرتفعة ، بدلا من تصدير النفط بشكله الخام ، ان مثل هذا التوجه سيدعم تنفيذ برامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية للبلد النفطية.

ان تحقيق هذا الهدف يستلزم تحقيق المتطلبات الآتية:

1. تخصيص جزء مهم من عوائد النفط الخام لبناء مصافي ذات مستوى تكنولوجي متطور ذات تقنية عالية من خلال زيادة طاقات التصفية ورفع نسبة طاقة عمليات المعالجة الهيدروجينية الى طاقة التصفية ورفع نسبة عمليات تحسين الرقم الأوكتاني الى طاقة

التقطير ورفع نسبة عمليات تكسير المخلفات الثقيلة الى نسبة التقطير لغرض رفع قدرة البلد على انتاج المنتجات النفطية بقيمة وجوده عالية.
 2. فتح المجال للاستثمار الأجنبي في صناعة التصفية.
 3. رفع طاقة العمليات التحويلية اللاحقة للمصافي القائمة ورفع الطاقات التصفية لتغطية حاجة الطلب المحلي من هذه المنتجات وتصدير الفائض منها.
ثانياً: أن تحسين أداء المصافي يتطلب اتخاذ عدد من الاجراءات من أهمها:

- 1-بناء المصافي الحديثة او اعادة تأهيل المصافي القديمة لابد من وجود مرونة في قدرة المصافي على تحويل انتاجها من منتج الى اخر حسب متطلبات السوق.
- 2-خلق بيئة جاذبة للاستثمارات الاجنبية لتوفير رؤوس اموال والخبرات العالية الضرورية وادخال تكنولوجيا متطورة.
- 3-ضرورة الاستفادة من تجارب الدول الرائدة في مجال صناعة التصفية وبشكل خاص الولايات المتحدة والصين والسعودية
- 4-تعزيز جهود البحث العلمي في مجال تطوير تقنيات عمليات تصفية النفط.
- 5-اجراء دراسات الجدوى الاقتصادية والفنية والتكنولوجية واحصائية لغرض توفير أكبر قدر ممكن من المعلومات لتفادي الاخطاء المحتملة التي تؤثر بشكل كبير على ربحية المصفاة.
- 6--جذب المستثمرين الاجانب وزيادة التعاون مع شركات النفط العالمية لغرض تطوير المصافي المحلية.
- 7-زيادة طاقة العمليات التحويلية والمعالجة الهيدروكربونية التي تعد من اهم الاجراءات بسبب اهميتها في رفع قدرة المصفاة على انتاج منتجات نفطية عالية الجودة.
- 8-رفع كفاءة استخدام الطاقة وترشيد استهلاكها لتوفير حجم كبير من تكاليف التشغيل وبالتالي زيادة الارباح
- 7-استخدام التكنولوجيا المتطورة: سيعمل على رفع اداء المصفاة وزيادة جودة المنتجات النفطية ورفع القدرة التنافسية لها
- 8-تدريب وتأهيل الايدي العاملة: يساعد على رفع الاداء التشغيلي للمصفاة وتفادي الاخطاء الناجمة من سوء تدريب الايدي العاملة.

المصادر

- 1- فلاح خلف علي الربيعي، الاقتصاد الصناعي، الرسم للصحافة والنشر والتوزيع، الطبعة الثالثة، بغداد، 2018، ص 14
- 2- محمد ازهر السماك، زكريا عبد الحميد باشا، دراسات في اقتصاديات النفط والسياسة النفطية، الطبعة الاولى، جامعة الموصل، 1980، العراق الموصل، ص22
- 3-Uttam Ray chaudhur، Fundamentals of petroleum and petrochemical engineering، C R C press Taylor and francis group، 2011، p:10
- 4-احمد عمر الراوي، اقتصاديات النفط والغاز العراقي مسارات النجاح والاختفاق، دار العصماء، الطبعة الاولى، 2016، ص 47
- 5 -Havard Devold، oil and gas production hand book An introduction to oil and gas production، transport refining and petrochemical industry، ABB power and production for a better world، 2013، p:19
- 6 -the three stages of refining <https://www.planete-energies.com/en/medias/close/three-stages-refining>
- 7-Chiu.lkoku، Natural gas production engineering، Krieger publishing company، Malabar florida، 1992، p:1
- 8- جمال خالد الرفاعي، وقود الطائرات، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ACST، معهد البحوث البتروكيمياويات، 2011، ص 5
- 9- jim wells، Motor fuels understanding the factors that influence the retail price of gasoline، united state Government Accountability office، 2005، p:1
- 10- Uttam Ray chaudhur، Fundamentals of petroleum، op.cit.، p:30
- 11- library of petroleum products and other organic compounds، p:6 <https://www.alsglobal.eu/media-general/pdf/library-of-petroleum-products-and-other-organic-compounds.pdf>
- 12- عادل طالب الشيخ حمادي القيسي، و داد نعمان عبد الرزاق، المحتويات الشمعية في نفوط الخام لشركة نفط الشمال (وسط وشمال العراق) والعوامل المؤثرة عليه، مجلة البحوث والدراسات النفطية، العدد 14، 017، شركة نفط الشمال، ص 45
- 13 - اسامة نور الدين، محاسبة البترول في مصفاة التصفية، دار الفجر للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى، القاهرة، 2017، ص 66
- 14 - عبد الرحيم محمد، قياس الاداء المتوازن و ادارة التميز في القطاع الحكومي، مجلة دراسات أمنيته، العدد 5، 2011، ص 229، 230

15 - David johnston and Danial johnston ، introduction to oil company financial analysis ، penn well corporation ، the united states Amarica ، 2006 ، p:199

16 - oluwafemi O. the impact of capacity utilization on manufacturing productivity growth in Nigeria using co-integration analysis (1975-2007) ، 2010 ، p:2

17 - miguel A. Navarro –amoros \ruben ruiz –femenin \jose A. caballero ، Anew technique for recovers energy in thermally coupled distillation using varpor recompression cycles ، university of Alicante ، department of chemical engineering ، spain ، p: 2

18 - احمد حسين الهيتي ، مصدر سابق ، ص 33

19 - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو ل " صناعة تكرير النفط في الدول العربية : الواقع والتحديات " نشرة شهرية صادرة عن منظمة الاقطار المصدرة للبترو ل، العدد 10 ، 2017 ، ص 5

20 صناعة تكرير النفط في العالم، منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترو ل أوابك، 2019 ، ص3

21 منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترو ل، تقرير الامين العام السنوي الرابع والاربعون 2017 ، ص175

22 صناعة تكرير النفط في العالم ، منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترو ل أوابك ، 2019 ، ص44

23- سليمان الخطاف " الأهمية الاستراتيجية لصناعة تكرير النفط في المملكة "

صحيفة الف بيتا 2016/2/21

<https://alphabet.argaam.com/article/detail/100052>

24 production of hydrogen for oil refining by thermal gasification of biomass:process design ، integration and evaluation ، jean-florian، brau، thesis for the degree of licentiate of engineering ، heat and power technology department of energy and environment chalmers university of technology goteborg،sweden،2013

25 منظمة الدول المصدرة للبترو ل أوابك، صناعة تكرير النفط في العالم، 2019، ص62،63،

26 جاسم محمد جندل، تلوث البيئة اسبابه، انواعه، مخاطرة وعلاجه، دار الكتب العلمية ، 2011 ، ص110

- 27 منظمة الاقطار العربية المصدرة للبتروول أوابك، ورقة فنية بعنوان تكرير النفط الثقيل: الفرص والتحديات، مؤتمر الطاقة العربي العاشر، الامارات العربية المتحدة 2014 ، ص4
- 28 منظمة الاقطار العربية المصدرة للبتروول أوابك، ورقة فنية بعنوان تكرير النفط الثقيل: الفرص والتحديات، مؤتمر الطاقة العربي العاشر، الامارات العربية المتحدة 2014 ، ص5
- 29 - Supply and demand analysis on petroleum products and crude oils for Asia and the world ،p:48
- 30 - الصحيفة الاقتصادية تقارير وتحليلات حول صناعة النفط في السعودية
https://www.aleqt.com/2019/11/14/article_1713011.html
- 31 - OPEC ، Annual Statistical Bulletin ،2004،2007،2013،2019
- 32 منظمة الاقطار العربية المصدرة للبتروول أوابك ،صناعة تكرير النفط في العالم، 2019 ، ص182
- 33 -OPEC ، Annual Statistical Bulletin ،2004،2007،2013،2019
- 34 -OPEC ، Annual Statistical Bulletin ،2004،2007،2013،2019
- 35 المملكة العربية السعودية، الهيئة العامة للإحصاء، حسابات قومية
- 36 فرانسوا زلوموان، الاقتصاد الصيني، ترجمة صباح ممدوح كعدان، الهيئة العامة السورية للكتاب، وزارة الثقافة، دمشق، 2010، ص 6
- 37 ، وزارة النفط، شركة تسويق النفط somo ، دراسة حول اسواق المنتجات النفطية في الصين (الحالية والمستقبلية) ص1
- 38، P:5 world oil review 2018
- 39، p:10 world oil review 2018
- 40، p:22 world oil review 2018
- 41، p:2 bp statistical review of world energy 2019
- 42، p:37 world oil review 2018
- 43، p:37 world oil review 2018
- 44، 2013،2019 opec ، annual statistical bulletin
- 45، 2019 opec ، annual statistical bulletin
- 46- منظمة الاقطار المصدرة للبتروول أوابك، صناعة تكرير النفط في، 2019 ، ص71
- 47 - منظمة الاقطار العربية المصدرة للبتروول أوابك ، صناعة تكرير النفط في العالم، 2019 ، ص70
- 48 وزارة النفط، شركة التسويق النفطية سومو ، دراسة حول اسواق المنتجات النفطية في الصين (الحالية والمستقبلية) ، بغداد 2019