



منظمة اقطاب العربية المصدرة للبترول
أوابك

النفط والتعاون العربي



المجلد السادس والأربعون 2020 - العدد 174

الأبحاث

■ «أمن الطاقة العالمي: الواقع والآفاق المستقبلية والانعكاسات على أسواق الطاقة وعلى الدول الأعضاء»
الطاهر الزيتوني

■ إعادة تدوير النفايات البلاستيكية: فرص استثمارية وحلول بيئية
د. ياسر محمد زكي بغداددي

التقارير

■ تقرير حول الدورة السابعة لمجموعة خبراء الغاز بلجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا
م. وائل حامد عبد المعطي

■ تقرير موجز حول: اجتماع الطاولة المستديرة لجامعة الدول العربية، وحكومة اليابان وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي "كوفيد-19 في المنطقة العربية: الآثار وطرق الاستجابة"
تركي الحمش

مراجعة كتاب

■ «علي بن ابراهيم النعيمي من البادية إلى عالم النفط»

ناصر بخيت





النفط والتعاون العربي

الاشتراك السنوي : 4 أعداد (ويشمل أجور البريد)

البلدان العربية

للأفراد : 8 د. ك أو 25 دولاراً أمريكياً

للمؤسسات : 12 د.ك أو 45 دولاراً أمريكياً

البلدان الأخرى

للأفراد : 30 دولاراً أمريكياً

للمؤسسات : 50 دولاراً أمريكياً

الاشتراكات باسم : منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول

النفط والتعاون العربي



علي سبت بن سبت

رئيس التحرير

ناصر بخيت

مدير التحرير

هيئة التحرير

عماد مكّي

عبد الفتاح دندي

د. سمير القرعيش

قواعد النشر في المجلة

تعريف بالمجلة واهدافها

النفط والتعاون العربي مجلة فصلية محكمة تعنى بشؤون النفط والغاز والطاقة حيث تستقطب نخبة من المتخصصين العرب والأجانب لنشر أبحاثهم وتعزيز التعاون العلمي في المجالات التي تغطيها المجلة، كما تقوم على تشجيع الباحثين على إنجاز بحوثهم المبتكرة والإسهام في نشر المعرفة والثقافة البترولية وتلك المتعلقة بالطاقة وتعميمها والعمل على متابعة التطورات العلمية في مجال الصناعة البترولية.

الأبحاث

كافة الأبحاث التي تتعلق بالنفط والغاز والطاقة والتي تهدف إلى الحصول على إضافات جديدة في حقل الفكر الإقتصادي العربي.

مراجعة الأبحاث والكتب

تقوم المجلة بنشر المقالات التي تقدم مراجعة تحليلية لكتب أو دراسات تم نشرها حول صناعة النفط والغاز والطاقة عموماً، بحيث تكون هذه المقالات مرجعاً للباحثين حول أحدث وأهم الإصدارات المتعلقة بالصناعة البترولية.

التقارير

تتناول التقارير وقائع مؤتمر أو ندوة حضرها الكاتب، شريطة أن تكون مواضيعها ذات صلة بالنفط والغاز والطاقة، كما يشترط استئذان الجهة التي أوفدته للمؤتمر أو المؤسسات المشرفة عليه لكي تسمح له بنشرها في مجلتنا. وأن لا تزيد عدد صفحات التقرير عن 10 صفحات مع كافة الأشكال والخرائط والجداول إن وجدت.

شروط البحث

- نشر الأبحاث العلمية الأصيلة التي تلتزم بمنهجية البحث العلمي وخطواته المتعارف عليها دولياً ومكتوبة باللغة العربية.
- أن لا يتجاوز البحث العلمي المنشور على 40 صفحة، (متن البحث، الجداول والاشكال) بدون قائمة المراجع، ويرسل إلكترونيا كاملاً إلى المجلة على شكل word document.
- ترسل الأشكال، الخرائط والصور في ملف اضافي على شكل JPEG.
- استخدام خط Times New Roman في الكتابة ويحجم 12، وأن تكون المسافة بين الأسطر 1.5. وأن تكون تسييق الهوامش الكلمات بطريقة Justified.
- أن يتم الإشارة الى مصادر المعلومات بطريقة علمية واضحة.

- عند اقتباس أي معلومات من أي مصدر (إذا كانت المعلومات رقميه أو رؤية معينة أو تحليل ما) يجب أن لا يتم الاقتباس الحرفي وإنما يتم أخذ أساس الفكرة وإعادة صياغتها بأسلوب الباحث نفسه، والإشارة إلى مصدر الإقتباس. أما في حالات الإقتباس الحرفي فتضع المادة المقتبسة بين علامتي الإقتباس ("...").
- يفضل أن تذكر المدن ومراكز الأبحاث والشركات والجامعات الاجنبية الواردة في سياق البحث باللغة الانجليزية ولا تكتب باللغة العربية.
- إرفاق نسخة من السيرة العلمية للباحث مع البحث المرسل.
- تعبر جميع الأفكار المنشورة في المجلة عن آراء كاتبها ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر جهة الإصدار ويخضع ترتيب الأبحاث المنشورة وفقا للاعتبارات الفنية.
- البحوث المرفوضة يبلغ أصحابها من دون ابداء الأسباب.

ترسل المقالات والمراجعات باسم رئيس التحرير، مجلة النفط والتعاون العربي، أوابك،

ص.ب: 20501 الصفاة- الرمز البريدي: 13066 دولة الكويت

الهاتف: 00965- 24959000 أو 00965-24959779

الفاكس: 00965 - 24959755

البريد الالكتروني oapec@oapecorg.org

موقع الأوابك على الانترنت www.oapecorg.org

المحتويات

الأبحاث

«أمن الطاقة العالمي: الواقع والآفاق المستقبلية
والانعكاسات على أسواق الطاقة وعلى الدول الأعضاء»

7 الطاهر الزيتوني

إعادة تدوير النفايات البلاستيكية:
فرص استثمارية وحلول بيئية

55 د. ياسر محمد زكي بغدادي

تقرير حول الدورة السابعة لمجموعة خبراء الغاز
بلجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا

199 م. وائل حامد عبد المعطي

تقرير موجز حول: اجتماع الطاولة المستديرة لجامعة الدول العربية،
وحكومة اليابان وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي
«كوفيد- 19 في المنطقة العربية: الآثار وطرق الاستجابة»

217 تركي الحمش

التقارير

مراجعة كتاب

«علي بن ابراهيم النعيمي من البادية إلى عالم النفط»

223 ناصر بخيت

البحث الأول

«أمن الطاقة العالمي: الواقع والآفاق المستقبلية والانعكاسات على أسواق الطاقة وعلى الدول الأعضاء»

الطاهر الزيتوني *

"أمن الطاقة العالمي: الواقع والآفاق المستقبلية والانعكاسات على أسواق الطاقة وعلى الدول الأعضاء"

مقدمة

تشكل مصادر الطاقة الأحفورية بنداً مهماً في العلاقات الدولية منذ انبلاج الثورة الصناعية بسبب التوزيع غير المتكافئ لتلك المصادر على مستوى العالم. فالدول ذات الاقتصادات الحديثة والمتطورة اعتمدت على الطاقة الأحفورية، وعلى رأسها النفط والغاز الطبيعي، بشكل متزايد لمقابلة احتياجاتها من الطاقة وبأسعار معقولة على الرغم من نقص وفرة تلك المصادر لديها، الأمر الذي جعلها تعتمد على استيرادها من الخارج، لتلبية حاجتها من الطلب المحلي. وبالمقابل، تتوفر أغلب الموارد العالمية من مصادر الطاقة الأحفورية لدى الدول النامية، وتعتمد عليها كمصدر رئيسي للدخل القومي، وتسعى إلى تصديرها بأسعار عادلة وبكميات تحقق أفضل العوائد، ولذلك أحتلت قضية أمن الطاقة أهمية متزايدة في أجندة العلاقات الدولية المعاصرة، وأصبح التوافق في وجهات النظر حولها يمثل هاجساً من الهواجس التي قد تهدد السلم والأمن العالمي في كثير من الأحيان.

تهدف الدراسة، بالدرجة الأساس، إلى تناول التطور التاريخي في مفهوم أمن الطاقة، والتباين حول تعريفه بين الدول المنتجة والمستهلكة للطاقة، والأبعاد الرئيسية لأمن الطاقة وانعكاساتها على سوق البترول العالمي من جهة، وعلى الدول الأعضاء في منظمة أوبك من جهة أخرى، كما تحاول الدراسة أن تلمس المسارات المحتملة لأسواق الطاقة في نظرة مستقبلية وانعكاساتها على أمن الطاقة العالمي.

أولاً: التطور التاريخي لمفهوم أمن الطاقة

يعود الوقت الذي ظهر فيه مفهوم أمن الطاقة على السطح في العلاقات الدولية إلى ما قبل الحرب العالمية الأولى في عام 1911، عندما قرر ونستون تشرشل تغيير وقود السفن الحربية التابعة لسلاح البحرية الملكية البريطانية إلى النفط بدلاً من الفحم، بغية جعلها أكثر سرعة ومرونة وأكبر قوة لنيران المدفعية، ضمن مساعيه الرامية لتفوق الأسطول البريطاني عن نظيره الألماني المتنامي آنذاك، غير أن هذا التحول نحو النفط شكل تحدياً جديداً لبريطانيا من حيث ضمان امداداته، فبدلاً من اعتماد الأسطول الملكي على امدادات فحم ويلز المحلية الآمنة، تحول إلى اعتماده على امدادات النفط القادمة من على بعد ستة آلاف ميل عن طريق البحر من ايران، ودفاعاً على قراره أمام الانتقادات التي واجهته من البرلمان، بخطورة هذا التحول المتهور نحو الاعتماد على ايران المحفوفة بالمخاطر وغير الآمنة، في الحصول على المورد الاستراتيجي الأكثر حيوية لبريطانيا، استجاب تشرشل بما صار يعد فيما بعد المبدأ الحاكم لقضية أمن الطاقة، حيث أشار إلى أن أمن الطاقة يكمن في التنوع والتنوع فقط، عندما قال مخاطباً البرلمان في يوليو عام 1913 : "يجب أن لا نعتمد على نوعية واحدة، أو عملية واحدة، أو بلد واحد، أو مسار واحد، الأمان واليقين في النفط يكمن في التنوع والتنوع فقط"¹.

وبذلك ارتبط بداية طرح واستخدام مفهوم أمن الطاقة بجانب العرض، من خلال التركيز على توفر الامدادات اللازمة من الطاقة للدول المستهلكة بأسعار مقبولة، وقد تحققت هذه الأهداف في الوقت الذي سيطرت فيه الأخوات السبع على أسواق النفط العالمية، مع بقاء هذا المفهوم مهيمناً، حتى جاءت منظمة الدول المصدرة للنفط "أوبك" بفكر يسعى لتحقيق الدول المصدرة للنفط عائداً أكبر من مواردها، ووقف نهج شركات النفط العالمية لثرواتها النفطية، وأحدثت أوبك بتواجدها انعطافه مهمة في أسواق النفط

¹ Danial Yergin, The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World, 2011

الدولية، إلا أن أحداث الحظر النفطي الذي حدث خلال عام 1973 كانت بمثابة الشرارة التي أطلقت العنان لتصاعد موجة عنيفة من العدائية الشديدة من قبل الدول المستهلكة للنفط تجاه الدول المصدرة له بشكل عام، والدول العربية منها التي فرضت الحظر على وجه الخصوص، كما خلقت الأزمة المتولدة عن الحظر تدافعاً مجنوناً من أجل النفط بين الشركات والتجار والبلدان المستهلكة، مما دفع بأسعار النفط إلى الارتفاع بأربعة أضعاف مستوياتها.

وقد أتت أولى ردود الأفعال السريعة لأزمة 1973، في مؤتمر الطاقة بواشنطن الذي عقد على عجل في منتصف فبراير 1974، والذي انبثقت عنه اتفاقية الطاقة الدولية، التي حددت نظام أمن جديد للدول المستهلكة، بغية التصرف في أوقات الاضطرابات، والتنسيق بين الدول الصناعية لمواجهة أزمات انقطاع الإمدادات، وقد شكلت هذه الاتفاقية التي جمعت الدول الصناعية المستهلكة للنفط في مواجهة الدول المصدرة له، أساس أمن الطاقة للدول المستهلكة حتى يومنا هذا، وأسست الاتفاقية وكالة الطاقة الدولية (International Energy Agency-IEA) كآلية رئيسية لتحقيق أهداف الاتفاقية، وأنيط بها تأمين جبهة مشتركة للدول الصناعية في مواجهة أوبك التي تأسست عام 1960 كآلية تنسيق مشتركة للدول الرئيسية المصدرة للنفط آنذاك.

تضم وكالة الطاقة الدولية في عضويتها 30 دولة من كبرى الدول الصناعية المستهلكة، وتعتبر العين النافذة لدولها الأعضاء التي تؤمن المراقبة والتحليل المستمر لأسواق الطاقة، والتطورات الدولية في سياساتها وتقنياتها وأبحاثها، بينما كان تنسيق الجهود المشتركة لمواجهة أزمات انقطاع الإمدادات الطارئة أحد الواجبات الأساسية للوكالة منذ انشائها، ويتم هذا التنسيق عبر آلية مخزونات الطوارئ الاستراتيجية التي أنشئت لهذا الغرض، والتي سوف نعود للحديث عنها لاحقاً ضمن البعد المؤسسي لأمن الطاقة.

ومع بروز وكالة الطاقة الدولية، وجها لوجه مع أوبك في الساحة الدولية، شهدت أسواق الطاقة الدولية تنامي الجدل حول مفهوم أمن الطاقة على المستوى العالمي، حيث لا يوجد اتفاق عام على تعريف محدد لأمن الطاقة بين الدول المستهلكة والدول المنتجة، بل إن الخلاف في تعريف مفهوم أمن الطاقة موجود حتى بين الدول المستهلكة نفسها، فالتباين موجود بين هذه الدول في تعريف مفهوم أمن الطاقة، إلا أن الأصوات الأعلى التي تمثل كبرى الدول الغربية المستهلكة وفي مقدمتها الولايات المتحدة قد تمسكت بمفهوم أمن العرض، من خلال التركيز على ضمان توفر الامدادات اللازمة من الطاقة للدول المستهلكة بأسعار مقبولة، بينما قلبت الدول المصدرة للنفط والغاز الطبيعي السؤال إلى أمن الطلب وبسعر عادل على صادراتها من النفط والغاز، الذي يعتبر الضامن الرئيس لدفع عجلة النمو والاستقرار الاقتصادي والاجتماعي والعائد العادل لثرواتها الناضبة، كما يمثل الضامن الرئيس لعوائد عادلة لأولئك الذي يستثمرون مواردهم المحدودة في الصناعة النفطية، وقاد هذا الجدل المتنامي بين الدول المنتجة والدول المستهلكة للاتفاق على تأسيس منتدى الطاقة العالمي (International Energy Forum-IEF) في عام 1991، وهو أكبر تجمع عالمي في مجال الطاقة يضم 70 دولة من جميع قارات العالم، تمثل الدول المستهلكة الأعضاء في وكالة الطاقة الدولية والدول المصدرة الأعضاء في أوبك ودول العبور واللاعبين الرئيسيين في أسواق الطاقة من خارج وكالة الطاقة الدولية وأوبك، حيث تمثل الدول الموقعة على ميثاق منتدى الطاقة العالمي في مجموعها نحو 90% من إجمالي الطلب والعرض العالمي على النفط والغاز²، ويهدف المنتدى إلى تعزيز التفاهم المتبادل والوعي بمصالح الطاقة المشتركة من أجل ضمان أمن الطاقة العالمي.

² <https://www.ief.org/about-ief/ief-overview.aspx>

ثانياً: اختلاف تعريف أمن الطاقة بين الدول المنتجة والمستهلكة

عمل العديد من دول العالم سواء منها المتقدمة أو النامية، وكذلك المنظمات الدولية والتكتلات الإقليمية على صياغة تعريفات خاصة لأمن الطاقة بحسب موقع كل دولة، أو مجموعة الدول الأعضاء في المنظمة الدولية أو التكتل الإقليمي على خارطة الطاقة الدولية. وتحتوي هذه الصياغات قدرًا كبيراً من التباين في تعريف أمن الطاقة بين منظور الدول المستهلكة والمستوردة لمصادر الطاقة التقليدية، ومنظور الدول المنتجة والمصدرة لها، وعلى نحو أخص النفط والغاز الطبيعي، اللذان لا يزالان يمثلان أكبر وأهم مصادر الطاقة حتى الآن.

فمن جانب الدول المستهلكة يعرف أمن الطاقة بأنه وفرة الإمدادات وفي كل الأوقات وبأسعار معقولة، وبذلك يرتبط مفهوم أمن الطاقة لدى الدول المستهلكة والمستوردة للطاقة بأمن العرض مع استقرار الأسعار في مستويات دنيا، عبر سياسات خفض الطلب على مصادر الطاقة لجعل المعروض منها أكبر من الطلب. وفي المقابل، يرتبط تعريف الدول المنتجة والمصدرة لأمن الطاقة بمفهوم ضمان الطلب على مصادر الطاقة وبأسعار عادلة، عبر بقاء العرض أقل من الطلب بغرض ضمان أسعار مرتفعة تحقق عوائد أعلى قيمة على الاستثمار في مواردها الناضبة.

على الرغم من أن المفهوم التقليدي لأمن الطاقة قد ارتكز على أمن الإمدادات، وأعتبر أن انقطاعها يمثل التهديد الوحيد لأمن الطاقة، إلا أن سوق الطاقة العالمي قد شهد عدة أزمات وتحولات مهمة لم ترتبط بانقطاع الإمدادات، يأتي في مقدمتها موجات التأميم الواسعة التي شهدتها الدول المصدرة للنفط وتأسيس شركات الطاقة الوطنية مع تنامي الوعي المتزايد لدى هذه الدول تجاه ما يطلق عليه وطنية الطاقة. لقد أدركت الدول المصدرة أهمية إحكام السيطرة على هذا القطاع الاستراتيجي واستخدامه في علاقاتها الدولية. وعلى الرغم من اعتراض الدول المستوردة للنفط على أفكار وطنية الطاقة التي تبنتها الدول المصدرة، إلا أن سياساتها المعلنة في مجال أمن الطاقة تعبر

في الحقيقة على فكر أكثر تشدداً من وطنية الطاقة بمفهوم مغاير. فمفهوم استقلالية الطاقة الذي برز مع سبعينات القرن الماضي في كبرى الدول المستهلكة الغربية وفي مقدمتها الولايات المتحدة، وتقليل الاعتماد على النفط المستورد عبر تنويع البدائل، وفرض الضرائب العالية على أسعار المنتجات النفطية في أسواقها المحلية، مقابل تقديم الدعم السخي لمصادر الطاقة الأخرى مثل الفحم والوقود الحيوي وغيرها، تشكل عناصر سياسة وطنية للطاقة تهدف لتقليل واردات النفط والغاز الطبيعي وتمثل إطاراً لسياسات وطنية للطاقة في الدول المستهلكة أثرت بصورة كبيرة على أسواق الطاقة خلال الفترة اللاحقة.

ولأن الدول الأكثر استيراداً واستهلاكاً للطاقة التقليدية ممثلة في الدول الأعضاء في وكالة الطاقة الدولية وفي مقدمتها الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي واليابان، كانت ولا تزال الدول الكبرى والأقوى في العالم، فإن منظورها لقضية أمن الطاقة كان المنظور الأقوى والأكثر تأثيراً في صياغة ذلك المفهوم طوال فترة القرن العشرين وحتى الآن بدرجة كبيرة. كما شهد بداية القرن الواحد والعشرين صعود الصين والهند ضمن كبرى الدول المستهلكة والمحرك الأساسي لنمو الطلب العالمي على النفط، مما يمنح رؤيتهما لأمن الطاقة تأثيراً قوياً.

ركزت الولايات المتحدة من جانبها على تأمين امداداتها من النفط في البداية من خليج المكسيك، وأتبعها بمنطقة الخليج العربي، ثم انتقل اهتمامها بعد نهاية الحرب الباردة إلى مناطق البحر الأسود وبحر قزوين، ونتيجة للدور الحاسم الذي تلعبه منطقة الشرق الأوسط في أسواق النفط والغاز الطبيعي العالمية، وفي ظل اعتماد الولايات المتحدة على توفير احتياجاتها من الطاقة لها وحلفائها، كانت قضية تأمين مصادر الإمدادات من منطقة الشرق الأوسط تقع ضمن سياسة الولايات المتحدة الخارجية منذ النصف الثاني للقرن العشرين، وتمثل محور رئيسي في رسم المبادئ الأساسية لتلك السياسة وتطويعها لخدمة أمن الطاقة باعتبار الحصول على الطاقة بكميات "معقولة" وبأسعار "مناسبة" جزء من الأمن القومي الأمريكي لا يمكن المساومة عليه.

ومن جانب آخر، ركزت السياسة الداخلية للولايات المتحدة في أمن الطاقة منذ سبعينات القرن الماضي على هدف الاكتفاء الذاتي وتقليص الاعتماد على واردات النفط من الشرق الأوسط، وذهبت في المغالاة بتطلعاتها إلى حد تأطير أمن الطاقة من منظور استقلالية الطاقة، حيث تردد هذا المصطلح كثيراً منذ أن نطق به الرئيس نيكسون أول مرة في خطابه عن سياسة الطاقة تحت عنوان "مشروع الاستقلال" في نوفمبر 1973³. وبغض النظر عن الجهود والموارد التي بذلتها الولايات المتحدة في سبيل تنويع مصادرها من الطاقة بالتحول بعيداً عن النفط، جاءت ثورة إنتاج النفط والغاز الصخري الأمريكي لتحقيق انعطافه مهمة في قضية أمن الطاقة الأمريكي. فالولايات المتحدة اليوم أكبر منتج للنفط في العالم، وأكبر منتج للغاز الطبيعي المسوق في العالم، وأكبر منتج للوقود الحيوي في العالم، وتعتبر شبه مكثفة ذاتياً، وعضواً عن الحفاظ على إمكانية الوصول إلى النفط، أصبحت الولايات المتحدة أكثر اهتماماً بحماية نفسها من تقلب الأسعار في الأسواق بشكل عام. فالتراجع الكبير في أسعار النفط قد يؤثر سلباً على عمليات إنتاج النفط الصخري مرتفع التكلفة نسبياً، والذي يمثل حصة مهمة من إنتاج الولايات المتحدة من النفط بلغت حوالي 70% خلال شهر مايو 2020⁴، بينما الارتفاع الكبير في أسعار النفط العالمية قد يدفع بأسعار الطاقة في السوق الأمريكية نحو الصعود وبالتالي يؤثر سلباً على المستهلكين الأمريكيين ويكبح جماح النمو الاقتصادي للبلاد. كما عملت الولايات المتحدة الأمريكية على بناء مخزونات استراتيجية ضخمة من النفط لتقليل تأثير الصدمات النفطية الخارجية والكوارث الطبيعية على أمن الطاقة الأمريكي.

وفي الإتحاد الأوروبي، يركز مفهوم أمن الطاقة على أربعة عناصر رئيسية، يتعلق أولها باستمرارية توفر موارد الطاقة وتدفعها بشكل مستدام بلا انقطاع نحو دول الإتحاد الأوروبي، وثانياً بضمان توفر مصادر طاقة موثوقة من مناطق الإنتاج المتمثلة في روسيا ومنطقة الخليج وشمال أفريقيا، وثالثاً بضمان أسعار معقولة لمختلف موارد

³ Danial Yergin, The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World, 2011

⁴ Energy Information Administration, EIA

الطاقة وفي مقدمتها الغاز الطبيعي والنفط لشدة الاعتماد عليهما. بينما يتعلق العنصر الرابع بضمان حماية البيئة، وعدم إلحاق الضرر بها، وعلى الرغم من امتلاك الاتحاد الأوروبي لأحد أكبر الاقتصاديات العالمية، فإنه يؤمنُ جُلَّ احتياجاته اللازمة من مصادر الطاقة من الخارج، ويعتمد الاتحاد الأوروبي في استيراد الطاقة على روسيا والشرق الأوسط وشمال أفريقيا ومنطقة بحر قزوين وآسيا الوسطى.

ويمثل هاجس الاعتماد الكبير على روسيا كمصدر رئيسي في مجال الطاقة مصدراً كبيراً للقلق لدى الإتحاد الأوروبي، حيث يمثل ارتباط دول الإتحاد الأوروبي بالولايات المتحدة من خلال حلف شمال الأطلسي والتباين في المواقف السياسية مع روسيا، مصدراً للريبة يدفع بدول الإتحاد الأوروبي للسعي إلى التقليل من اعتمادها على روسيا. فدول الإتحاد الأوروبي ترى أن احتكار روسيا لسوق الطاقة الأوروبي من شأنه أن يجعل دولها رهينة لموسكو، وقد تمنعها من اتخاذ سياسات مستقلة في العديد من القضايا. فعلى سبيل المثال، قامت روسيا بقطع خط أنابيب "دورجا" الذي ينقل الطاقة الروسية إلى دول أوروبا عبر أوكرانيا عام 2006، وأتبعته بقطع إمداداتها من الطاقة إلى أوروبا الغربية عبر بيلاروسيا في العام التالي، رداً على تعاون الإتحاد الأوروبي مع الولايات المتحدة لتوسيع حلف شمال الأطلسي في شمال أوروبا، ومحاولات نشر الدرع الصاروخي الأمريكي في بولندا وتشيكو سلوفاكيا المتاخمتين للحدود الروسية.

وفي الصين، جاء تعريف أمن الطاقة في الخطة الخمسية العاشرة (2001-2005) على أنه "ضمان وتأمين مصادر الطاقة من الخارج بما يضمن استمرار النمو الاقتصادي والتحديث في الصين"⁵، وبذلك تتفق الصين مع الدول المستهلكة التي ركزت على أمن العرض من خلال ضمان الامدادات، وقد تبنت الصين من الناحية العملية استراتيجية لأمن الطاقة تقوم على محورين رئيسيين. ركز المحور الأول على ضمان الدخول لأسواق الطاقة وفق مبدأ التنوع واستراتيجية التوجه للخارج

⁵ Steve A. Yetiv and Chunlong Lu, "China Global Energy, and the Middle East, Middle East journal, Vol. 61, No. 2, Spring 2007, p.199 & "أمن الطاقة وآثاره الإستراتيجية" جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية 2014.

عبر أذرع الحكومة المتمثلة في شركات النفط الوطنية التي استخدمتها الصين كأداة لتأمين الدخول لمصادر الطاقة باعتبارها قضية أمن قومي لا يمكن تركها لقوى السوق، بينما ركز المحور الثاني على رفع كفاءة استخدام الطاقة وتنويع مصادرنا وحماية أمن امداداتنا من تأثير الأزمات النفطية عبر اتباع المسار ذاته الذي سبقتها إليه الدول المستهلكة الكبرى ببناء مخزون استراتيجي من النفط يكفي لمدة 90 يوماً من الاستهلاك.

والجدير بالذكر أن الصين تركز جغرافياً على منطقتين رئيسيتين بالنسبة لإمداداتها من النفط والغاز الطبيعي، أولهما المنطقة المتاخمة لحدودها في شمال شرق آسيا وجنوبها الشرقي ومنطقة بحر قزوين، التي تتميز بسهولة نقل امدادات الطاقة منها نظراً لمتاخمتها للأراضي الصينية، لذا نشطت بكين في توطيد وجودها في كازاخستان عبر ابرام اتفاق مع كازاخستان لإقامة استثمارات في حقول النفط الثلاثة بها، بلغت قيمته 9.5 مليار دولار، كما قامت مؤسسة البترول الوطنية الصينية (CNPC) بشراء حصة 60% من حقل أكتيوسك، كما استحوذت أيضاً على شركة بتروكازاخستان النفطية عام 2005 بقيمة 4.18 مليار دولار. وقامت الصين ببناء خط أنابيب لنقل الغاز من كازاخستان إلى الصين في عام 2009، كما وقعت الصين اتفاقية مع تركمانستان لنقل الغاز منها عبر خط أنابيب في عام 2006⁶. وثانيهما منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا جنوب الصحراء حيث تستورد الصين نحو نصف احتياجاتها من البترول من دول الخليج العربي كالسعودية والكويت وقطر والإمارات، وتقوم استراتيجية أمن الطاقة في الصين على بناء علاقات اقتصادية وتجارية وثقافية راسخة مع دول الشرق الأوسط وأفريقيا، من خلال شركات في المشروعات الحيوية المتعلقة بالنفط والغاز الطبيعي والبنية التحتية.

وفي المقابل فإن أكبر الدول المصدرة للنفط والغاز الطبيعي ممثلة في أعضاء أوبك وروسيا ودول آسيا الوسطى، وهي دول تعتمد في قوتها الاقتصادية بدرجة كبيرة على مواردها من هذه المصادر، فيعتمد منظورها لأمن الطاقة على محورين أساسيين.

⁶ عمرو عبد العاطي، أمن الطاقة في السياسة الخارجية الأمريكية، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسة، بيروت 2014

فالمحور الأول يتعلق بالاستغلال الأمثل للموارد المتاحة وتطويرها والاستثمار فيها لتعظيم الاستفادة منها داخلياً لدعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية وخارجياً لدعم مكانتها الدولية عبر السعي للحصول على دور دولي أكبر يتوازي مع ما تملكه من مصادر الطاقة. بينما يتمثل المحور الثاني في المساهمة في إدارة ومراقبة استقرار أسواق الطاقة والتعاون مع الدول المنتجة الأخرى في الدفاع عن مصالحها المتمثلة بشكل أساسي في ضمان الطلب على النفط والغاز الطبيعي والحفاظ على توازن الأسواق عند مستويات عادلة للأسعار تتجاوز تكلفة استخراجها متضمنة العائد على الاستثمار في عمليات استخراجها بما يشتمل على أجره النضوب، وعند الحدود المرضية والمشجعة للنهوض بالاستثمارات المطلوبة.

ثالثاً: الأبعاد الرئيسية لأمن الطاقة

يتضمن أمن الطاقة خمسة أبعاد رئيسية، أولها البعد الاقتصادي الذي يشمل وفرة الموارد والقدرة على الوصول إليها وتطويرها، والموازنة بين المصالح المتباينة للمنتجين والمستهلكين والتوافق حول قضية السعر العادل الذي يشكل هاجساً مشتركاً لكل الأطراف. بينما يتمثل البعد الثاني في الأمن الطبيعي الذي يشمل أمن الممتلكات والمنشآت والبنى التحتية وسلاسل الامداد ومسارات التجارة وحمايتها من أية أضرار محتملة وعلى رأسها العمليات التخريبية، والبعد الثالث يتمثل في البعد المؤسسي أي في وجود المنظمات الدولية القادرة على تنظيم سوق الطاقة العالمي والمحافظة على استقراره، ومنصات الحوار المصممة لتيسير عملية التقارب في وجهات النظر بين الدول المنتجة والدول المستهلكة، كما يشمل البعد المؤسسي أيضاً السياسات الوطنية وشفافية البيانات المتعلقة بالطاقة والتي تعتبر ضرورة ملحة لاستراتيجيات تخطيط الطاقة، ثم يأتي البعد الرابع وهو البعد البيئي لاستخدام مصادر الطاقة والجدل الدائر حول قضايا الاحتباس الحراري وعلاقته بمصادر الطاقة واستخداماتها، وأخيراً، يأتي الاستثمار الذي يلعب دوراً أساسياً في أمن الطاقة، والذي يتطلب سياسات واضحة من جانب الدول المستهلكة تضمن الطلب المستقبلي على مصادر الطاقة، ومناخات عمل

مشجعة تضمن أسعاراً عادلة تشجع الاستثمار في الوصول إلى الموارد والبنى التحتية اللازمة لضمان تدفق آمن للإمدادات في الوقت المناسب في المستقبل.

1. البعد الاقتصادي

ظلت المخاوف المرتبطة بالاحتمالات الوشيكة لنفاذ الاحتياطات العالمية من النفط طيلة تاريخ صناعة النفط تشكل موضوعاً مثيراً للجدل، وكثيراً ما تنتشر مثل هذه المشاعر وتأسر مخيلة عامة الناس في أوقات الارتفاع السريع في الطلب على النفط، والارتفاعات الحادة في أسعار الطاقة، وفي أوقات الأزمات الطبيعية وتلك المتعلقة بالقضايا الجيوسياسية.

وتمتد جذور الشكوك الدائرة حول مستقبل الإنتاج النفطي إلى منتصف القرن التاسع عشر، وكان الرد دائماً استكشافات نفطية جديدة و تطور في تكنولوجيا الإنتاج. فعلى سبيل المثال، خلال عام 1965 بدأ إنتاج النفط من ولاية بنسلفانيا – المصدر الوحيد للإنتاج في الولايات المتحدة في ذلك الوقت - في الانخفاض، وبرزت اكتشافات جديدة في ولاية أوهايو، ولكن إنتاج أوهايو كان من النفط الحمضي مرتفع الكبريت، فجاءت الحلول من قطاع المصافي الذي استجاب بتحسين تكنولوجيا التكرير لمعالجة هذا النوع من النفوط، وملائمته مع احتياجات الأسواق.

وتزامناً مع النمو في الطلب على النفط خلال النصف الثاني من القرن العشرين، تزايدت الاكتشافات النفطية، وشهدت تكنولوجيا الإنتاج تطورات هامة، وساهم ذلك في نمو امدادات النفط لتلبية الطلب المتنامي عليه حتى وقتنا الحاضر. وبالرغم من أن النفط مورد غير متجدد، حقيقة لا جدال فيها، وأن النمو في امدادات النفط لن يستمر إلى الأبد، إلا أن الانحدار الكبير في أسعار النفط خلال ثمانينات القرن الماضي ساهم آنذاك في تنامي الاحساس بكفاية الموارد من النفط السهل الرخيص، وضمان امداداته إلى أجل غير مسمى.

ثم برزت المخاوف من جديد، عندما نشرت مجلة (Scientific American) مقالاً شهيراً بعنوان (نهاية النفط الرخيص - The End of Cheap Oil) للكاتبين Campbell and Laherrère في عام 1998. فقد أعاد هذا المقال زخم النقاش حول مستقبل الإمدادات النفطية، وتوقع أن يبلغ الانتاج العالمي من النفط ذروته ثم يبدأ في التراجع، وأطلق على هذه القضية فيما بعد نظرية الذروة النفطية (Peak Oil Theory). كما ظهرت مقالات عديدة منها المعارض لهذه النظرية مثل مقال Soderholm (2003) ومنها المؤيد مثل مقال Aleklett and Campbell (2003)، وتزايد الاهتمام بهذا الطرح بعد سلسلة المقالات التي قامت مجلة النفط والغاز Oil & Gas Journal بنشرها حول هذا الموضوع خلال صيف 2003. وتعرف ذروة الإنتاج النفطي بأنها الحد الأقصى الممكن بلوغه لمعدل انتاج النفط، استناداً لكونه مورد طبيعي محدود، خاضع للنضوب. وعملياً، يصل الإنتاج النفطي في منطقة معينة ذروته (أقصى معدلاته) عندما لا يكون انتاج الحقول الجديدة كافياً لتعويض التراجع في انتاج الحقول القديمة.

والجدير بالذكر، أنه ثمة مشكلة كبرى تتلخص في أن مثل هذه النقاشات الدائرة غالباً ما تخلط بين مفهوم الذروة والندرة أو النضوب. فذروة انتاج النفط لا تعني جفاف الحقل، بل تعني فقط أن إنتاج البترول في حقل معين قد وصل الى مستوى إنتاج أقصى يجب على المنتج عدم تجاوزه، ثم يستمر الإنتاج لفترة معينة على نفس المستوى ثم يبدأ الإنتاج في الانخفاض تدريجياً وترتفع تكاليف انتاج المتبقي منه - تدريجياً أيضاً - الى ان تصل تكاليف انتاج البرميل الى سعر بيعه في السوق فيضطر المنتج الى إيقاف الإنتاج لأن المتبقي منه يصبح غير مجد من الناحية الاقتصادية في ظل أسعار البيع السائدة، وهذا ما يسمى بالنضوب الاقتصادي، ولا يوجد من الناحية النظرية ما يمنع أن يعاود الإنتاج اذا ارتفعت الأسعار، أو انخفضت التكاليف لأسباب ترجع لتطور في التكنولوجيا، وبالتالي يعتبر بلوغ ذروة الإنتاج النفطي مؤشراً لبلوغ الإنتاج مرحلة مفصلية نحو النضوب الاقتصادي، الذي يعتمد على مستويات الأسعار والتكنولوجيا المتاحة.

و غالباً ما يتم الخلط أيضاً بين مفهومي النضوب الاقتصادي والنضوب الطبيعي للنفط، بسبب الخلط بين تعريف الموارد والاحتياطيات. فبينما يرتبط مفهوم النضوب الاقتصادي بتعريف الاحتياطيات النفطية، والتي تُعرف باعتبارها الكميات من النفط المتوقع استخراجها تجارياً من مكامن النفط المقدره باحتمالية معينة تدرج من مؤكدة إلى محتملة وممكنة، ويخضع تقدير الاحتياطيات للتقنيح مع مرور الزمن صعوداً أو هبوطاً مع توفر المزيد من البيانات الجيولوجية أو التطورات المتعلقة بتقنيات ومعدلات الاستخلاص، وكذلك تغير أسعار النفط وتكاليف الإنتاج، والواقع أن قسماً كبيراً من النمو الحالي في الاحتياطيات العالمية ليس راجعاً إلى اكتشافات جديدة، ولكنه راجع في الأساس إلى نمو الاحتياطي بفعل تحسن معدلات الاستخراج وهناك جانب آخر مهم لا يجوز إغفاله، يتمثل في كون النفط الخام بعيد كل البعد عن كونه منتجاً متجانساً، فهناك عامل كربوني متسلسل يتراوح ما بين النفط السهل إلى النفط العميق والنفط شديد العمق المستخرج من البحر و ما بين النفط التقليدي إلى النفط غير التقليدي. وفي ظل التقدم التكنولوجي وارتفاع أسعار النفط فإن أغلب هذه الاحتياطيات يتحول إلى نفط سهل وتقليدي، الأمر الذي من شأنه أن يؤجل الذروة ويؤخر توقعات النضوب الاقتصادي لسنوات عديدة.

بالمقابل تعرف الموارد بأنها الكميات المتاحة من النفط بغض النظر عن القيود المفروضة على القدرة على الوصول إليها أو التكاليف المترتبة على استخراجها، وهي التي تفرض الحد الأعلى على ما يمكن إنتاجه في النهاية، وعلى هذا فهي تشكل المفهوم ذو الصلة في تحديد التواريخ المحتملة للنضوب الطبيعي. فلو تمكنا من تحديد حجم الموارد النفطية على وجه اليقين، وكان بوسعنا التكهّن بدقة بمعدلات نمو استهلاك النفط، فإن حساب موعد النضوب الطبيعي للنفط سوف يكون بسيطاً وسهلاً. ولكن هناك الكثير من الاحتمالات والشكوك - وخاصة بسبب ارتفاع مستوى عدم اليقين فيما يتعلق بالتعرف على الحجم المطلق للموارد، والتوقعات المستقبلية الدقيقة المتعلقة بالاستهلاك، وعدم القدرة على التكهّن بالمسارات المحتملة لتطور الأسعار والتكاليف والتكنولوجيا ودورها في تحويل الموارد إلى احتياطيات مؤكدة.

وتعتبر البيانات شحيحة نوعاً ما، عندما يتعلق الموضوع بالموارد، حيث تركز أغلب الأدبيات والإحصاءات المتوفرة على الاحتياطيات المؤكدة التي تشير آخر تقديراتها إلى أن إجمالي الاحتياطيات العالمية المؤكدة من النفط تجاوزت 1.7 تريليون برميل بنهاية عام 2019، أي ما يكفي نحو 50 عاماً من الاستهلاك العالمي عند مستوياته لعام 2019⁷. أما فيما يتعلق بحجم الموارد، تشير آخر التقديرات وكالة الطاقة الدولية لعام 2011 (وهي آخر البيانات المتاحة) إلى أن الموارد النفطية القابلة للاستخلاص المتاحة بنهاية عام 2010 بلغت حوالي 5.5 تريليون برميل، وبالمقارنة مع حجم الاحتياطيات المؤكدة بنهاية عام 2010 الذي بلغ نحو 1.5 تريليون برميل⁸، فإن نسبة الاحتياطيات العالمية المؤكدة من إجمالي الموارد المتاحة لا تتجاوز 27.8% في ذلك الوقت. وبالنسبة للغاز الطبيعي، تشير آخر التقديرات إلى أن إجمالي الاحتياطيات العالمية المؤكدة منه بلغت 7019 تريليون قدم مكعب بنهاية عام 2019، أي ما يكفي نحو 50 عاماً من الاستهلاك العالمي عند مستوياته لعام 2019⁹. أما فيما يتعلق بحجم الموارد، تشير تقديرات وكالة الطاقة الدولية إلى أن حجم الغاز القابل للاستخراج فنياً من المصادر التقليدية وغير التقليدية لعام 2018 بلغ نحو 27353 تريليون قدم مكعب ومقارنة بالاحتياطيات المؤكدة منه بنهاية عام 2018 البالغة نحو 7028 تريليون قدم مكعب¹⁰، مما يعني أن نسبة الاحتياطيات العالمية المؤكدة من إجمالي الموارد المتاحة لا تتجاوز 25.7% خلال عام 2018.

وأخذاً في الاعتبار، حجم الموارد الهائلة من الفحم التي تقدر حجم احتياطياته العالمية المؤكدة بنهاية عام 2019 بأكثر من تريليون طن، أي ما يكفي لأكثر من 130 عاماً من الاستهلاك العالمي عند مستوياته لعام 2019¹¹، مع ما يتوفر من موارد هائلة من الطاقات المتجددة والنووية، مما يؤكد على مسألة وفرة الموارد، وأن الجدل الذي يدور من حين لآخر حول ذروة الإنتاج النفطي والمخاوف بشأن النضوب يؤدي إلى

⁷ BP Statistical Review of World Energy, June 2020

⁸ IEA, World Energy Outlook, 2011

⁹ BP Statistical Review of World Energy, June 2020

¹⁰ IEA, World Energy Outlook, 2011

¹¹ BP Statistical Review of World Energy, June 2020

صرف الانتباه عن المشكلة الأهم، وهي القيود المفروضة على القدرة على الوصول إلى هذه الموارد أو التكاليف المترتبة على استغلالها، وهي التي تفرض الحد الأعلى على ما يمكن إنتاجه في النهاية. وتتمثل هذه القيود بالدرجة الأساس، في التقنية المتاحة والاستثمارات التي يتم توظيفها، وهذان عاملان يعتمدان أساساً على مستويات الأسعار. ففي ظل ارتفاع أسعار النفط يصبح المجال متاحاً لتوظيف تكنولوجيا أكثر تعقيداً وأعلى تكلفة مما ينعكس في رفع معدلات الاستخلاص أو تحقيق اكتشافات جديدة، كما أن ارتفاع أسعار النفط يعتبر عاملاً محفزاً للاستثمار في نشاطات البحث والتطوير والاستكشاف والإنتاج وكل مراحل سلسلة الإمدادات. وفي المقابل، بينما تؤدي الأسعار المنخفضة إلى عدم القدرة على الوصول إلى الموارد المتاحة واستغلالها بسبب قلة الاستثمارات، لذلك فإن توازن الأسعار عند مستويات معقولة للمنتج والمستهلك ولا تضر بصناعة الطاقة هو التحدي الحقيقي الذي يواجه أمن الطاقة في الأجل القصير والمتوسط، أما في الأجل البعيد، فإن التحدي يكمن في كيفية تمكين التحول إلى مسار جديد ومستدام في التعامل مع الطاقة، عبر التطوير الأمثل لآليات إدارة الطلب عن طريق تطوير الاستراتيجيات والبرامج التنفيذية الخاصة بترشيد وتحسين كفاءة استخدام الطاقة على كافة المستويات وفي جميع القطاعات، وكذلك التطوير الأمثل لآليات إدارة العرض عبر تنويع مزيج الطاقة ومصادر امداداتها.

2. الأمن الطبيعي

يشتمل الأمن الطبيعي على أمن الممتلكات والمنشآت والبنى التحتية وسلاسل الامداد ومسارات التجارة وحمايتها من أية أضرار محتملة وعلى رأسها العمليات التخريبية. فأكثر من نصف الإنتاج العالمي من النفط يتم نقله عن طريق الناقلات، الأمر الذي يجعل الأمن البحري واحداً من أكثر العوامل أهمية في أمن الطاقة. ويمر النفط المنقول بحراً قبل وصوله إلى المستهلك النهائي عبر ما يسمى نقاط الاختناق، وهي ممرات بحرية ضيقة يمكن أن تكون عرضة للانقطاعات. وقد كانت نقاط الاختناق الضخمة في العالم عبر التاريخ هدفاً لعمليات التخريب والهجوم بما فيها

القرصنة والسرقة وزرع الألغام. واستمر التعرض لهذه الاختناقات حتى الفترة الراهنة، وآخرها التهديدات المرتبطة بمضيق هرمز. إن التعرض لهذه الاختناقات له احتمالات ذات طبيعة كارثية حيث يمكن أن يؤدي إلى انقطاعات في إمدادات النفط العالمية، تنعكس بالتالي في ارتفاعات كبيرة في التكاليف علاوة على التهديدات الخطيرة لإمدادات الطاقة.

وعلى الرغم من أن حالة الاضطراب الناجمة عن التوترات السياسية في بعض الدول العربية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ما تزال تشكل أحد العناصر الهامة لعدم الاستقرار في السوق البترولية العالمية، إلا أنه لم يحصل انقطاع للإمدادات البترولية العربية جراء هذه الحالة.

والجدير بالذكر أنه توجد ثمان نقاط اختناق رئيسية في العالم، وهي: مضيق هرمز، قناة السويس، باب المندب، مضائق ملقا، المضائق التركية، رأس الرجاء الصالح، قناة بنما، والمضائق الدانمركية. ويعتبر مضيق هرمز ومضائق ملقا من أكثر نقاط الاختناقات في العالم أهمية من الناحية الاستراتيجية¹²، ويعتبر مضيق هرمز أهمها على الإطلاق وهو المنفذ البحري الذي يصل الخليج العربي بخليج عمان وبحر العرب والمحيط الهندي، وتمر عبره ناقلات النفط والغاز الطبيعي المسال التي تحمل كل صادرات الدول المطلة على الخليج العربي والتي تمثل نحو 30% من إجمالي تجارة النفط العالمية المنقولة بحراً¹³، وحوالي 21.6% من إجمالي الصادرات العالمية من الغاز الطبيعي المسال¹⁴. ويأتي مضيق ملقا في المرتبة الثانية بعد مضيق هرمز حيث يقع بين جزيرة سومطرة في أندونيسيا وشبه جزيرة ماليزيا وسنغافورة، وهو يربط بين المحيط الهندي وبحر الصين الجنوبي والمحيط الهادئ، ويعتبر أقصر الطرق البحرية ما بين دول الخليج العربي المصدرة للطاقة وأسواق شرق آسيا، وبخاصة الصين، وإندونيسيا، واليابان وكوريا الجنوبية ودول الحوض الباسيفيكي. فهو نقطة الاختناقات

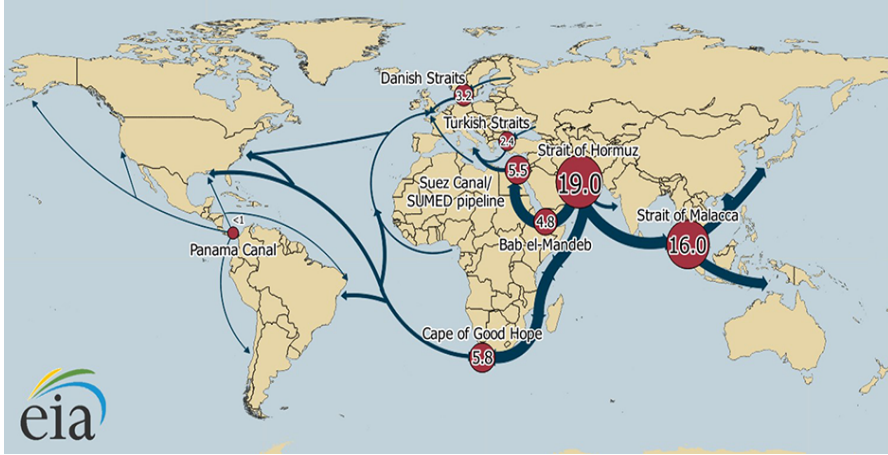
¹² دراسة "صادرات النفط والغاز الطبيعي من الدول الأعضاء والممرات المانية العالمية للشحنات البترولية"، الإدارة الاقتصادية، منظمة أوبك، عام 2012.

¹³ World Oil Transit Chokepoints, EIA

¹⁴ International Gas Union, IGU

الأساسية في آسيا وتمر عبره نحو 27% من إجمالي تجارة النفط العالمية المنقولة بحراً¹⁵، ويوضح الشكل التالي كميات النفط الخام والمنتجات النفطية التي جرى نقلها عبر هذه الممرات الرئيسية خلال عام 2016 كما هو موضح بالشكل التالي:

الشكل (1)
كميات النفط الخام والمنتجات النفطية المنقولة عبر نقاط الاختناق العالمية في عام 2016، مليون ب/ي



SOURCE: World Oil Transit Chokepoints, EIA, Last updated October 15, 2019

3. البعد المؤسسي

يرتكز البعد المؤسسي لأمن الطاقة على وجود المنظمات الدولية القادرة على تنظيم سوق الطاقة العالمي والمحافظة على استقراره. فبالنسبة للنفط الذي يعتبر أكثر مصادر الطاقة تأثيراً على أسواقها بسبب حصته في مزيجها والتي تتجاوز 33% وأهميته في تجارتها العالمية، وأسعاره التي تعتبر أكثر أسعار مصادر الطاقة تقلباً في الأسواق، يعتبر الهدف استقرار الأسعار وتخفيض تقلباتها، وخفض تكاليف الإنتاج وزيادة الكفاءة في الصناعة بكافة مراحلها. وإلى وقت قريب كانت منظمة أوبك الآلية الوحيدة المتاحة والنشطة في إدارة أسواق النفط العالمية، حيث نجح روكفلر قبل وجود أوبك في تحقيق

¹⁵ World Oil Transit Chokepoints, EIA

هذه الأهداف عندما سيطرت شركته ستاندرد أويل على أسواق النفط في الولايات المتحدة، ثم سيطرت سكة حديد تكساس ومثيلاتها على الإنتاج والنقل في الولايات المتحدة، في الوقت الذي سيطرت فيه الأخوات السبع على أسواق النفط العالمية، إلى أن تأسست أوبك كآلية تنسيق مشتركة للدول الرئيسية المصدرة للنفط بغية تولى أمور إدارة أسواق النفط العالمية والعمل على ضبط استقرارها. وبالرغم من نجاح أوبك في تحقيق عائد أكبر لأعضائها، إلا أنها لم تستطع إدارة السوق كما فعلت ستاندرد أويل وشركات النفط العالمية، لسببين رئيسيين يتمثل الأول في أن إدارة أوبك تنحصر فقط على النشاط الأمامي "Upstream" من صناعة النفط، بينما يمتد نشاط ستاندرد أويل وشركات النفط العالمية على كامل سلاسل التوريد من إنتاج ونقل وتكرير وتسويق النفط (من المنبع إلى المصب)¹⁶. في حين يتمثل السبب الثاني في أن أوبك لم تكن تملك آلية للرقابة على الامتثال لقراراتها من قبل أعضائها خاصة في حالات إقرار الخفض وتقييد حصص الإنتاج في حالات تخمة الأسواق الناجمة عن تزايد المعروض أو انحسار الطلب، بالإضافة إلى التباين في وجهات النظر الذي يبرز خلال بعض الأزمات بين أعضاء المنظمة، حول ما إذا كان من الضروري خفض الإنتاج لوقف هبوط أسعار النفط الذي يضر بإيراداتها، أو عدم خفض الإنتاج للحفاظ على الحصص من الأسواق العالمية التي قد تخسرها بعض أعضاء المنظمة في حالة خفض الإنتاج لصالح دول أخرى من خارج أوبك. كما تجدر الإشارة إلى أن أوبك لا تسيطر على سوق النفط وذلك في ضوء استحواذ بلدان خارج أوبك على النسبة الأعلى (بحدود 62%) من إجمالي إمدادات النفط العالمية، لكن أوبك تستطيع التأثير في سوق النفط العالمية من خلال عملها كمجموعة واحدة، عن طريق سد الطلب العالمي على النفط المتبقي من إمدادات الدول المنتجة من خارجها.

وتلجأ أوبك إلى إقرار الخفض في إمداداتها النفطية عند حدوث نقص في الطلب مع توفر العرض من قبل المنتجين من خارج أوبك، لمحاولة المحافظة على توازن

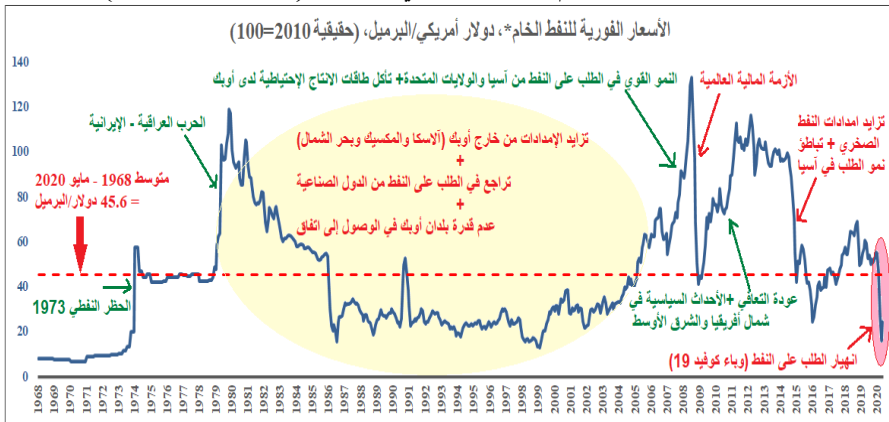
¹⁶ 7 دروس من تاريخ صناعة النفط، الطاقة، أسس الحجي 19 أبريل 2020

السوق. وقد مرت أسواق النفط العالمية خلال العقود الخمسة المنصرمة بأربعة أزمات انخفاض حادة في الأسعار، جاءت الأزمة الأولى وأعمقها تأثيراً في الأسواق من حيث شدة وطأتها وطول الفترة الزمنية لتأثيرها خلال ثمانينات القرن الماضي، حيث بدأ التراجع في الأسعار مع مطلع الثمانينات من حوالي 39.5 دولاراً للبرميل خلال شهر نوفمبر 1979 ليبلغ 26.3 دولار للبرميل خلال شهر ديسمبر 1985، ثم شهدت الأسعار انهياراً سريعاً إلى ما دون 8.0 دولاراً للبرميل خلال يوليو 1986، لتتخفف القيمة الحقيقية للأسعار بأكثر من 70% في غضون سبعة أشهر فقط، وواصلت القيمة الحقيقية للأسعار مستوياتها دون متوسط الأسعار الحقيقية للفترة (1968- مايو 2020) ولم تتجاوزته حتى شهر مارس 2005، بينما جاءت الأزمة الثانية خلال النصف الثاني من عام 2008، عندما تهافتت الأسعار بحوالي 68% من قيمتها خلال سبعة أشهر (يوليو 2008 - فبراير 2009) بسبب الانهيارات المتلاحقة في أسواق المال الأمريكية من جراء الأزمة المالية العالمية، ثم بدأت الأزمة الثالثة بعد منتصف عام 2014 واستمرت حتى مطلع العام 2016، حيث فقدت الأسعار أكثر من 75% من قيمتها خلال عام ونصف (يونيو 2014- يناير 2016)، بسبب الزيادة في الامدادات من خارج أوبك من عدة مصادر في مقدمتها النفط الصخري من الولايات المتحدة، ثم الزيت الرملي ونفط المياه العميقة جداً، والتي تزامنت مع تباطؤ في نمو الطلب العالمي على النفط من أوروبا واليابان، وانخفاض النمو عما كان متوقعاً في العديد من الدول الناشئة كالصين والهند والبرازيل.

وبدأت الأزمة الرابعة الحالية منذ شهر فبراير 2020 حيث انخفضت الأسعار بقيمتها الاسمية لخام دبي من حوالي 64.1 دولاراً للبرميل إلى أدنى مستوياتها عند 18.8 دولاراً للبرميل خلال شهر أبريل 2020 (الذي شهد تهوي العقود الآجلة تسليم شهر مايو 2020 لخام غرب تكساس الأمريكي إلى قيم سالبة)، حيث فقدت الأسعار أكثر من 70% من قيمتها الاسمية خلال ثلاثة أشهر فقط (يناير 2020- أبريل 2020)، بسبب الانهيار الكبير في الطلب العالمي على النفط الناجم عن إجراءات الإغلاق المفاجئة للقطاعات الاقتصادية العالمية المترتبة عن جائحة كورونا المستجد

(COVID-19) وفي مقدمتها قطاعي المواصلات والسياحة العالميين. وبالرغم من التحسن النسبي الذي شهدته الأسعار منذ مطلع مايو 2020 الناجم عن اتفاق أوبك + بشأن تخفيض الإمدادات العالمية من النفط ، إلا أن الأسعار لا زالت أدنى بكثير من متوسط الأسعار الحقيقية للفترة (1968- مايو 2020)، كما هو موضح بالشكل التالي:

الشكل (2)
الأسعار الفورية للنفط الخام*، دولار أمريكي/البرميل، (حقيقة 2010=100)



المصدر: مشتق عن بيانات أسعار النفط (من قاعدة بيانات مرصد الاقتصاد العالمي (GEM)، البنك الدولي & التقرير الإحصائي السنوي 2019 وأعداد مختلفة من التقرير الشهري 2020، أوبك) & مؤشر أسعار المستهلك في الولايات المتحدة من قاعدة بيانات مؤشرات التنمية العالمية (WDI)، البنك الدولي.
*السر الفوري لخام دبي.

إن أوجه الشبه بين الأزمة الحالية وأزمة الثمانينات، تكمن في كون أن الأزميتين تأثرتا بتزايد المعروض من خارج أوبك، حيث شهدت أسواق النفط العالمية خلال ثمانينات القرن الماضي تزايداً مضطرباً للإمدادات من الأسكا و المكسيك والإنتاج البحري لمنطقة بحر الشمال، والتي أصبح إنتاجها أكثر جدوى اقتصادياً على ضوء الأسعار المرتفعة للنفط منذ بداية السبعينات و القفزة المفاجئة للأسعار التي شهدتها أسواق النفط على خلفية اندلاع الثورة الإيرانية عام 1979، ونشوب الحرب العراقية الإيرانية في عام 1980، وهي ذات الظروف التي هيأتها الأسعار المرتفعة خلال الفترة (2010-2014) لإمدادات النفط الصخري من الولايات المتحدة الأمريكية والزييت الرملي و نفط المياه العميقة جداً، غير أن انحسار الطلب خلال الأزمة الحالية جاء

لأسباب طارئة وبصورة مفاجئة بينما جاء تراجع الطلب على النفط خلال أزمة الثمانينات كنتيجة لسياسات الدول المستهلكة الأعضاء في وكالة الطاقة الدولية التي ركزت على تنويع مصادر الإمدادات فباشرت باتخاذ سلسلة من الإجراءات لترشيد الاستهلاك وزيادة كفاءة استخدام النفط وتشجيع إنتاج مصادر بديلة، خلال تلك الحقبة التي أعقبت تأسيس الوكالة وشهدت بروز أدبيات أمن الطاقة، والتي حفزتها أيضاً الأسعار المرتفعة للنفط خلال سبعينات القرن الماضي.

أما وجه الاختلاف الأهم بين الأزمتين فيتمثل في سياسة أوبك التي فشلت في اتخاذ موقف موحد خلال أزمة الثمانينات، حيث حاولت بعض دول المنظمة تبني استراتيجية تحديد سقف إنتاجي للمنظمة وحصص إنتاجية لبلدانها، بالإضافة إلى استمرارها في تحديد الأسعار، منذ عام 1982 ولغاية عام 1985، إلا أن ذلك قوبل بالرفض من قبل بعض الدول الأخرى في المنظمة، واستمر تدهور الأسعار مما اضطر المنظمة إلى اتخاذ تخفيضات متتالية في السقف الإنتاجي، تسببت في تراجع حصتها في السوق، ولم تتمكن من المحافظة على أسعار نفوطها، و انتهت الأسعار بالإنهيار، حيث تهاوت أسعار بعض خامات أوبك إلى أقل من 8 دولار/برميل، و تآكل نظام التسعير الرسمي الذي سبق وأن اعتمده أوبك، وانخفض إنتاج أوبك من النفط الخام إلى 14.3 مليون ب/ي ليشكل نسبة 27.2% من الإنتاج العالمي في عام 1985، وقد تحمل الجزء الأكبر من الانخفاض في إنتاج الأوبك المملكة العربية السعودية التي انخفض إنتاجها من حوالي 10 مليون ب/ي في عام 1980 إلى 3.1 مليون ب/ي في عام 1985. لقد استفادت دول أوبك من هذا الدرس القاسي، وهي ترفض الآن تكرار نفس التجربة المريرة التي مرت بها خلال أزمة الثمانينات، وقد أكدت أوبك على هذا الموقف خلال أزمة عام 2014، حيث أوضحت أنها سعت إلى إعادة التوازن للسوق إلا أن عدم تعاون الدول المنتجة الرئيسية خارج الأوبك مع انتشار المعلومات المضللة وجشع المضاربين يساهم في استمرار انخفاض الأسعار، وأنها تتوقع أن لا تستمر المناطق ذات التكلفة العالية في زيادة الإنتاج، وأن المنتجين من خارج الأوبك سيدركون أن في صالحهم

التعاون لضمان أسعار عادلة للجميع، حيث ان الأسعار الحالية غير محفزة على المدى البعيد للاستثمار في مجال الطاقة بمختلف أنواعها، وأنها ترفض خفض إنتاجها وبالتالي خسارة حصتها من السوق لصالح منتجين من خارج أوبك.

وقد بذلت دول أوبك جهود كبيرة في سبيل تعزيز التعاون مع الدول المنتجة الرئيسية من خارج أوبك، حيث توجت هذه الجهود بتكوين مجموعة "أوبك+" التي تضم الدول الأعضاء في أوبك بالإضافة إلى إحدى عشر دولة في مقدمتها روسيا والمكسيك وعمان والبحرين وكازخستان وأذربيجان، التي توصلت إلى إتفاق تاريخي في العاشر من شهر ديسمبر 2016 يقضي بخفض الإنتاج بنحو 1.7 مليون برميل/يوم اعتباراً من الأول من شهر يناير 2017. وقد تلى ذلك عدة إجتماعات أسفرت عن العديد من الإتفاقات الخاصة بتعديل مستويات خفض الإنتاج أو مد الفترة الزمنية لتلك الإتفاقات، كان آخرها الإتفاق الذي توصلت إليه دول أوبك +، خلال الاجتماع الوزاري العاشر (الاستثنائي) في شهر أبريل 2020، والذي يقضي بإجراء خفض على إجمالي الإنتاج من النفط الخام بمقدار 9.7 مليون برميل/يوم بدأ من مطلع شهر مايو 2020، وذلك لفترة أولية تبلغ شهرين إنتهت في 30 يونيو 2020، قبل أن يتم تمديدها فيما بعد لمدة شهر واحد إضافي إنتهى في 31 يوليو 2020. وخلال الفترة من 1 أغسطس 2020 إلى 31 ديسمبر 2020، سيكون التخفيض الإجمالي المتفق عليه هو 7.7 مليون برميل/يوم. وسيتبع ذلك تخفيض قدره 5.8 مليون برميل/يوم لمدة ستة عشر شهراً، من 1 يناير 2021 وحتى 30 أبريل 2022. والجدير بالإهتمام أنه خلال الأزمة الحالية، كاد أن يتكرر سيناريو أزمة الثمانينات، حيث دعا وزير الطاقة السعودي في 5 مارس 2020 نظرائه في أوبك للتباحث حول تمديد اتفاق خفض الإنتاج الذي تم التوصل إليه في اجتماع ديسمبر 2019، لمواجهة تأثير فيروس كورونا ووافقت مجموعة دول أوبك + على مقترح السعودية باستثناء روسيا، وكانت الموافقة الروسية ضرورية لإقرار تلك التخفيضات، لكن روسيا قررت من خلال وزيرها ألكسندر نوفاك الذي حضر في اليوم التالي لهذا الاجتماع عدم إجراء مزيد من التخفيضات وأخبر وزير الطاقة الروسي الصحفيين بأن

المنتجين ستكون لهم حرية ضخ النفط كما يشاؤون مع بداية أبريل، وهو ما أدى إلى فشل الاجتماع وحدث انعكاسات سلبية على أسعار الأسهم العالمية فيما يعرف بالاثنين الأسود.

وقد تزامنت زيادة العرض بسبب فشل اتفاق أوبك+ مع تزايد انتشار الفوضى التي تسببت بها جائحة فيروس كورونا وأدت لتراكم المشكلات على جانب الطلب، مع ارتفاعات قياسية للمخزونات الأمريكية، وانهارت الأسعار بسرعة كبيرة، مما أثر سلباً على شركات النفط الصخري الأمريكية، ودفع بالولايات المتحدة الأمريكية إلى الدخول على خط الأزمة، فقامت بجهود للوساطة بين المملكة العربية السعودية وروسيا للوصول إلى اتفاق يعيد التوازن للأسواق، وفي النهاية تم الوصول إلى اتفاق خلال اجتماع 9 أبريل 2020 الذي أقر فيه خفض انتاج المجموعة بحجم 9.7 مليون برميل يومياً في شهري مايو ويونيو على أن تنقل هذه التخفيضات إلى 7.7 مليون برميل يومياً حتى نهاية 2020، ثم إلى 5.8 مليون برميل يومياً حتى أبريل 2022، وقد انضمت كل من الولايات المتحدة والمكسيك لهذا الاتفاق.

لقد أكدت أوبك مجدداً خلال الأزمة الحالية على مبدأ المسؤولية المشتركة لحفظ توازن الأسواق، التي تعتبر السياسة الحالية للدول المنتجة الرئيسية في أوبك، وفي مقدمتها المملكة العربية السعودية والتي تكمن أولويات سياساتها الحالية في المحافظة على حصتها في السوق مع مراعاة دعم توازن الأسواق بأسعار عادلة للمنتجين والمستهلكين، وبالتالي فإن التزامات الخفض في الإنتاج اللازمة لإعادة التوازن للأسواق يجب أن تتم بالمشاركة مع الدول الرئيسية المنتجة من خارج أوبك، أو ترك آليات السوق تعمل على إعادة التوازن للأسواق في حال عدم استجابة الشركاء لالتزاماتها المترتبة عن ذلك، فليس من المنطقي أن يخفّض منتج بكفاءة عالية إنتاجه، بينما يستمر المنتج بكفاءة رديئة في الإنتاج.

ولقد كان لدخول الولايات المتحدة على خط الأزمة بجهود الوساطة لإعادة التوازن للأسواق دور مهم في نجاح الاتفاق وعدم تكرار سيناريو الثمانينات، الأمر الذي يعود

في الأساس إلى التغيير في منظور الولايات المتحدة لأمن الطاقة الذي بات يرتكز على حماية نفسها من تقلب الأسعار في الأسواق بشكل عام، حيث يؤثر التراجع الكبير في أسعار النفط سلباً على عمليات إنتاج النفط الصخري مرتفع التكلفة نسبياً، والذي يمثل حصة مهمة من إنتاج الولايات المتحدة من النفط، بينما من شأن الارتفاع الكبير في أسعار النفط العالمية أن يدفع بأسعار الطاقة في السوق الأمريكية صعوداً ويؤثر سلباً على المستهلكين الأمريكيين ويكبح جماح النمو الاقتصادي للبلاد، عوضاً عن الحفاظ على إمكانية الوصول إلى النفط وأمن العرض الذي كان سائداً خلال الحقبة السابقة.

كما أكدت الأزمة على أهمية النظر إلى الاعتماد المتبادل في منظومة الطاقة العالمية، وأن الخطأ الشائع الذي يقول باستقلالية الطاقة لا أساس له على الواقع، فقد اعتقد البعض أن الولايات المتحدة الأمريكية قد حققت أهدافها المتمثلة في استقلالها نفطياً لمجرد أن أصبحت أكبر منتج للنفط في العالم، إلا أن انهيار أسعار النفط العالمية الناجم عن الضخ المستمر من امدادات أوبك و روسيا هدد بتوقف إنتاج النفط الصخري الأمريكي، وبذلك فلا وجود لمنتجين مستقلين في أسواق النفط، بل منظومة متكاملة و مترابطة يجب أن تعمل معاً لتحقيق استقرار الأسواق.

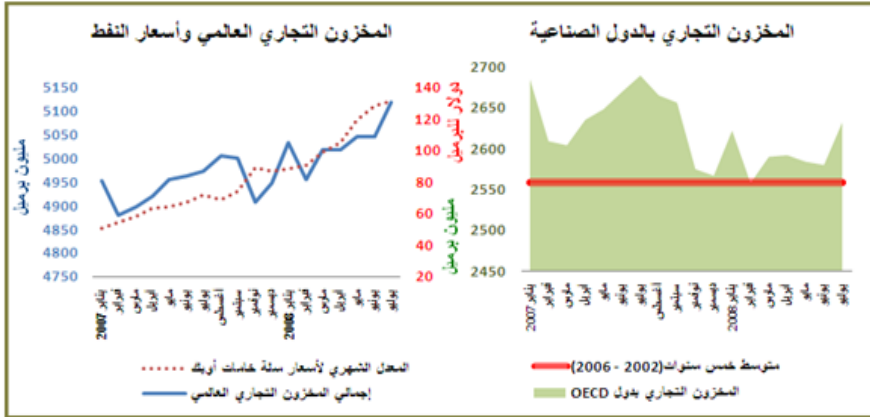
ومن جهة أخرى، تحتفظ كثير من الدول المستهلكة للنفط بمخزون لديها لأغراض مختلفة بعضها تجاري وبعضها الآخر استراتيجي ويؤثر حجم هذا المخزون إلى حد كبير في أسعار النفط في الأسواق العالمية. وعلى غرار الطاقات الإنتاجية الفائضة لدى الدول المنتجة، يفترض أن يمثل المخزون التجاري لدى الدول المستهلكة أحد أهم آليات خلق التوازن في أسواق النفط، ومتغيراً مكمل لكل من الطلب والعرض، فعندما لا يتمكن العرض من مجاراة الزيادة في الطلب في عام ما، يجرى السحب من المخزون والعكس صحيح.

وبخلاف أزمتي ارتفاع أسعار النفط خلال السبعينات والتي كانت أسبابها توترات سياسية تحمل طابع المفاجأة للأسواق، شهدت أسواق النفط أسوأ أزمة خلال عام 2007 والنصف الأول من عام 2008، وصلت فيها الأسعار لمستويات قياسية، والتي

ترجع أهم أسبابها في الحقيقية إلى الأثر الذي خلفته أسعار النفط المنخفضة في فترة الثمانينات والتسعينات على نشاط الاستثمار في قطاع النفط، والذي أدى بدوره إلى تآكل الطاقات الإنتاجية الفائضة لدى أوبك خلال فترة التسعينات وبلوغها مستويات متدنية خلال العقد الأول من الألفية الجديدة. وقد تزامن ذلك مع نمو قوي في الطلب على النفط من قبل الصين والهند والولايات المتحدة فاق التوقعات، ومشكلة الاختناقات في صناعة التكرير التي أصبحت عامل عدم استقرار لسوق النفط العالمية، بسبب ضعف الاستثمار في بناء مصاف جديدة خلال ثمانينات وتسعينات القرن الماضي. فأسوأ أزمة ارتفاع لأسعار النفط بدأت منذ عام 2003 وازدادت حدتها عامي 2007 و 2008، عندما كانت المشكلات تتنامي على جانب العرض في سياق ضعف استجابته للزيادة في الطلب، وتزايد درجة الحساسية الشديدة لأسعار النفط تجاه أي أنباء تشير إلى مخاطر انقطاع الإمدادات الناجمة عن الظروف الطبيعية أو الجيوسياسية، إزاء خلفية المخاوف من تلاشي الطاقات الإنتاجية الفائضة لدى دول أوبك. كما أدى عدم شفافية بعض الدول المستهلكة بشأن بيانات مخزوناتها، والضبابية بشأن حجم المخزونات التي تقوم الصين والهند ببنائها في زيادة الضغط على الطلب، وأدى إلى تزايد الضغط على الأسعار صعوداً.

لقد وقعت الدول الصناعية المستهلكة للنفط التي تحتفظ بمخزونات كبيرة في اختبار حقيقي خلال هذه الأزمة في ظل فقدان أوبك أهم آلياتها لحفظ التوازن حيث تراجع حجم الطاقات الإنتاجية الفائضة لدى دول أوبك في تلك الفترة، وكان المتوفر منها من نوع النفط الثقيل الذي لا توجد قدرات تكرير ومعالجة له في الأسواق العالمية، ولذلك فإنه لا مناص من استخدام آلية السحب من المخزون لتخفيف ضغط الطلب المتنامي على العرض، إلا أن الدول المستهلكة الرئيسية التي تحتفظ بكميات كبيرة من المخزونات التجارية لم تستخدم هذه الآلية فعلا خلال هذه الأزمة، وظلت مستويات المخزون التجاري بالدول الصناعية مرتفعة عن متوسط مستوياته لخمس سنوات سابقة، كما يوضح الشكل التالي:

الشكل (3)
المخزون التجاري بالدول الصناعية وأسعار النفط

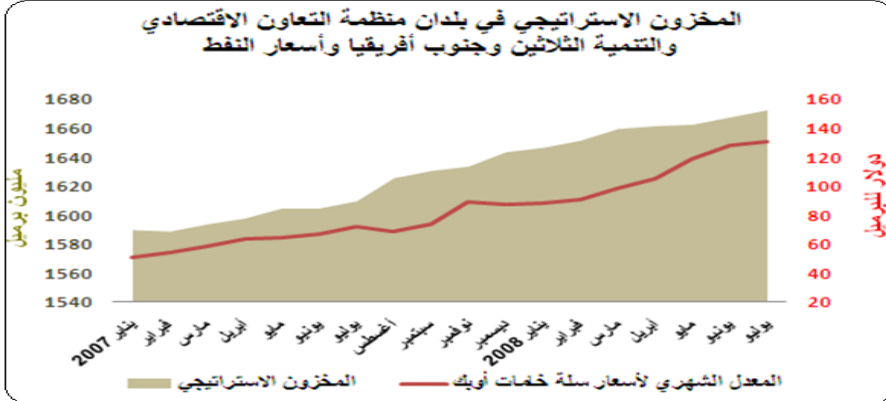


المصدر : التطورات في أسواق النفط العالمية وانعكاساتها على الاقتصاد العالمي، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 36، العدد 132، 2010.

أما المخزون الاستراتيجي لدى الدول الصناعية، المسمى بمخزون الطوارئ، والذي يعتبر أحد الواجبات الأساسية لوكالة الطاقة الدولية IEA لتنسيق وجوده بدولها الأعضاء وتنظيم السحب منه بالمشاركة في حالة انقطاع الإمدادات، حيث تبرز حتمية وجوده - حسب وجهة نظر هذه الدول - من الطبيعة الإستراتيجية لسعة النفط، كمدخل هام من عناصر الإنتاج، وكذلك الشعور المتولد لدى هذه الدول بعدم استقرار مناطق الإنتاج الرئيسية. وبذلك ينظر إلى المخزون الاستراتيجي بمثابة صمام أمان للدول المستهلكة، وبوليصة تأمين ضخمة، ويمكن استخدامه في حالات الضيق الشديد للأسواق ضمن إجراءات تساعد في تخفيض ضغط الطلب المتنامي على العرض، إلا أنه خلال أزمة ارتفاع الأسعار في 2007-2008، كانت الدول المستهلكة تلقي باللوم الشديد على الدول المنتجة لعدم توسعة طاقاتها الإنتاجية وتعالق الأصوات التي كانت تنذر بنهاية عهد النفط الرخيص، في ذات الوقت التي تؤكد فيه الإحصائيات أن بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية الثلاثين وجنوب أفريقيا، كانت تقوم بدعم بناء مخزوناتها الإستراتيجية، مساهمة بذلك في رفع وتيرة الطلب على النفط عندما تزايدت وتيرة ارتفاع الأسعار، كما هو موضح بالشكل التالي:

الشكل (4)

المخزون الاستراتيجي في بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية الثلاثين وجنوب أفريقيا وأسعار النفط



المصدر: التطورات في أسواق النفط العالمية وانعكاساتها على الاقتصاد العالمي، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 36، العدد 132، 2010.

إن التجارب التي مرت بها أسواق الطاقة منذ سبعينات القرن الماضي، وهي الفترة الموسومة بوجود أوبك كآلية تنسيق مشتركة للدول الرئيسية المصدرة للنفط في مواجهة وكالة الطاقة الدولية كآلية تنسيق مشتركة للدول الرئيسية المستهلكة للنفط، تحمل تجارب حقيقية على الأثر الذي يمكن أن يحدثه غياب التعاون بروح المسؤولية المشتركة بين المنتجين والمستهلكين على حد سواء على استقرار أسواق الطاقة. ولا يمكن إنكار أن توازن الأسواق واستقرارها يتطلب تفعيل جميع الآليات المتاحة للطرفين ورفع قدرة هذه المنظمات الدولية على تنظيم سوق الطاقة العالمي والمحافظة على استقراره، ولذلك توجت الجهود المشتركة للحوار بتأسيس منتدى الطاقة العالمي الذي يفترض أن يمثل منصة الحوار المصممة لتيسير التقارب في وجهات النظر بين الدول المنتجة والدول المستهلكة. كما يشمل البعد المؤسسي أيضاً السياسات الوطنية وشفافية البيانات المتعلقة بالطاقة والتي تعتبر ضرورة ملحة لاستراتيجيات تخطيط الطاقة، حيث لا يمكن إنكار دور عدم واقعية التوقعات خلال عقد التسعينات لمعدلات النمو في الطلب العالمي على النفط في العقد التالي، والذي جاء مدفوعاً بقوة عمالة

آسيا الصاعدة. فالكل يتحدث عن نمو قوي في الطلب على النفط من قبل الهند والصين فاق التوقعات، ولا ننسى الولايات المتحدة أيضاً، والتي ساهمت إلى حد بعيد في نمو الطلب على النفط منذ أواخر التسعينات وأوائل هذا القرن، وإن عدم واقعية هذه التوقعات إنما يشير إلى عدم شفافية وقلة جودة في مصادر البيانات، خاصة عندما يتعلق الأمر باقتصاديات تقع في طليعة الاقتصاديات العالمية. كما إن الذين يتحدثون عن ضمان الإمدادات، حري بهم أن يرجعوا إلى الماضي لاستقاء العبر، فالنفط موجود في باطن الأرض، ويكفي للاستهلاك البشري لعقود طويلة، واستخراجه يتطلب أموالاً طائلة، ولذلك فإن الاستثمار في استخراجه يتطلب ضمان العائد على الاستثمار، ولا يمكن ضمان العائد إلا بضمان الطلب وبسعر عادل، ف ضمان الطلب على النفط و ضمان السعر العادل أمران متلازمان لا مفر منهما لضمان الإمدادات النفطية. وهناك أمر آخر، لا يجب تقويته، يتمثل في كون النفط ثروة ناضبة، يتم استخراجه وليس إنتاجه، وعند إحراقه ليس من الممكن إعادة استخدامه، ومن هنا يتوجب أن يتجاوز سعره تكلفة استخراج متضمنة العائد على الاستثمار في عمليات استخراجه بهامش يمثل أجرة النضوب، حتى في حالة أسواق المنافسة الكاملة.

4. البعد البيئي

تمثل سياسات الطاقة للدول المستهلكة الرئيسية في العالم بشكل عام، وتلك المتعلقة بالبيئة بشكل خاص تحدياً كبيراً بالنسبة للدول المصدرة للنفط لما يمكن أن يكون لها من آثار بالغة ومن جوانب عديدة تؤثر في الطلب على النفط وآفاقه المستقبلية. بالإضافة إلى أن بعض السياسات يتم اتخاذها لأسباب سياسية أو انتخابية محلية بحيث ليس لها علاقة بعوامل العرض والطلب، مما يزيد من الضبابية المحيطة بمستقبل الطلب على النفط، ويقيد من قدرة الدول المنتجة على تقدير حجم الاستثمارات المطلوبة لتطوير قدراتها الإنتاجية. فالدول المنتجة تطلب ضمان الطلب المستقبلي على النفط، لتسخير مواردها المحدودة للاستثمار بضمان العائد، ويتأتى ذلك عند وضوح السياسات والتوجهات المستقبلية للدول المستهلكة، ومشاركتها في الاستثمار لضمان إمداداتها من

النفط بسعر عادل ومرضى للطرفين، فمن غير الإنصاف أن يتم مطالبة الدول المنتجة بتحمل مبالغ طائلة في الاستثمار في طاقات إنتاجية قد لا تطرأ الحاجة إليها مستقبلاً.

وتعتبر اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيير المناخي وبروتوكول كيوتو المصاحب لها والاتفاقيات اللاحقة لها التي تعنى بشؤون البيئة على النطاق العالمي، والتي تهدف لتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة مثل غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق أنواع الوقود الأحفوري المختلفة، من القضايا المهمة التي تمس أمن الطلب على النفط الذي ركزت الدول الصناعية المستهلكة على تقليص استهلاكه بمختلف الطرق والوسائل ضمن سياسات الحد من الانبعاث. وتعتبر آلية فرض الضرائب العالية على أسعار المنتجات النفطية في أسواقها المحلية أحد أهم آلياتها، وقد تسألت الدول المصدرة للنفط عن جدوى استهداف النفط بالضرائب العالية مقابل تقديم الدعم السخي للفحم المسبب لانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.

وتؤكد الدول المنتجة دائماً على أهمية مراعاة الأرقام التي تتحدث عن ارتفاع متوسط حرارة الأرض، واحترار المحيطات، وانكماش مساحات الثلوج والجليد وارتفاع مستويات سطح البحر، وارتفاع انبعاثات غاز الدفيئة وفي مقدمتها غاز ثاني أكسيد الكربون وضرورة معالجة مسبباتها الناشئة عن الأنشطة البشرية. ومن ضمنها الإمداد بالبترول وتحويله واستخدامه. لكنها في ذات الوقت تؤكد أيضاً أن المشكلة ليست البترول في حد ذاته وإنما في الانبعاثات الناجمة عن حرقه، وبدلاً من توجيه بوصلة السياسات نحو الهدف الخطأ المتمثل في الحد من استهلاك النفط، يمكن تصويب مسار السياسات نحو تطويع التكنولوجيا والاستثمار في تحسين طرق استخدامه بطرق أنظف للبيئة. ومن هنا يمكن القول بأن التحدي يكمن في كيفية تمكين التحول إلى مسار جديد ومستدام في التعامل مع الطاقة، وتقييم التكاليف السياسية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية المترتبة على هذا التحول.

5. البعد الاستثماري

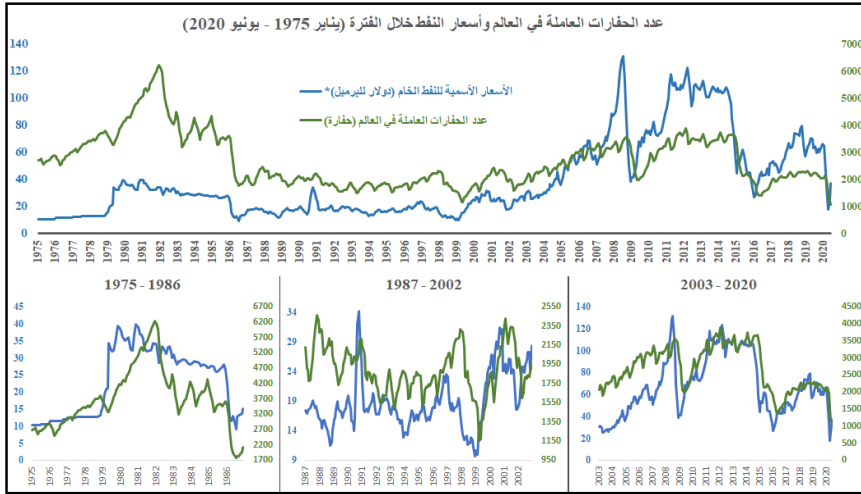
يلعب الاستثمار دوراً رئيسياً في مستقبل أمن الطاقة، فضمان الإمدادات النفطية مرهون بضمان الاستثمار في الوصول إلى الموارد والبنى التحتية اللازمة لضمان تدفق أمن للإمدادات في الوقت المناسب في المستقبل. كما أن النفط يتم استخراجه خاماً، وقبل استهلاكه يحتاج معالجة وتصفية وتكرير وغيرها من العمليات الصناعية المعقدة، ليتحول إلى مصادر جاهزة لتوليد الطاقة في أوجه مختلفة. كما أن قطاع الصناعات اللاحقة لاستخراج النفط يشتمل على عمليات النقل والشحن والبنى التحتية اللازمة وغيرها من العمليات اللازمة لضمان الإمدادات من المنتجات النفطية، وبالتالي فإن ضمان الإمدادات من النفط الخام يتطلب الاستثمار في النشاط الأمامي (Upstream)، وضمان الإمدادات من المنتجات النفطية يتطلب الاستثمار في النشاطات اللاحقة (Downstream)، وعليه فإن ضمان الإمدادات النفطية مرهون بالاستثمار في كل مراحل الصناعة النفطية.

ولأسعار النفط تأثير قوي وفعال في قيادة حجم الاستثمار في إنتاج النفط، حيث تساهم الأسعار المرتفعة في تشجيع الاستثمار بينما تؤدي الأسعار المنخفضة إلى نزوح الاستثمارات عن هذا القطاع. كما أن الارتفاع في تكاليف الإنتاج يعتبر أحد أهم العوامل المحبطة لنشاط الاستثمار في مشاريع إنتاج النفط، خاصة في ظل البيئة غير المشجعة للاستثمار، والمتمثلة في الأسعار المنخفضة وارتفاع المخاطرة في العائد على الاستثمار الناجمة عن عدم الثقة في مستقبل الطلب.

وفي ظل شح مصادر البيانات البترولية عن المؤشرات المتعلقة بأنشطة الاستثمار في تطوير الطاقات الإنتاجية العالمية، تعد الإحصائيات المتعلقة بنشاط الحفر البترولي وعدد الحفارات العاملة في العالم خلال فترة زمنية معينة، مؤشراً جيداً يعكس النشاط الاستثماري في مجال توسعة الطاقات الإنتاجية خلال تلك الفترة، سواء من حيث استكشاف وحفر آبار جديدة أو صيانة الآبار القائمة. وتشير البيانات الصادرة عن Baker Hughes خلال الفترة من يناير 1975 وحتى شهر يونيو من عام 2020،

أن عدد الحفارات العاملة في العالم كان في تلازم دائم مع حركة أسعار النفط ، حيث كانت انتعاشة الأسعار بمثابة القوة الدافعة لتزايد النشاط الاستثماري في النشاطات الأمامية (Upstream) لتوسعة طاقات الإنتاج خلال هذه الفترة، بينما تؤدي الأسعار المنخفضة إلى نزوح الاستثمارات عن هذا القطاع. فقد شهد نشاط الحفر زخماً قوياً خلال النصف الثاني من سبعينات القرن الماضي ومطلع ثمانيناته مدفوعاً بارتفاع أسعار النفط خلال تلك الفترة، بينما هيأت طول الفترة الزمنية التي شهدتها أسواق النفط خلال العقد التاليين من الأسعار المنخفضة الظروف المناسبة لنزوح الاستثمارات في توسعة الطاقات الإنتاجية، حيث احتفظت الأسواق خلال تلك الفترة بطاقات إنتاجية فائضة مرتفعة، بسبب انخفاض معدلات النمو في الطلب على النفط خلال عقد الثمانينات. وخلال عقد التسعينات، شهد الطلب العالمي على النفط انتعاشاً ملحوظاً، ولكن الزيادة في الطلب تم تغطيتها من قبل الطاقات الفائضة في الكميات المعروضة، مما تسبب في امتداد فترة الأسعار المنخفضة التي انعكست بدورها، في قلة المخصصات الاستثمارية لمشاريع توسعة الطاقات الإنتاجية لغرض الحفاظ على طاقات إنتاج إضافية. بالإضافة إلى أن التوقعات المستقبلية لنمو الطلب على النفط كانت تسير على وثيرة النمو المنخفض خلال تلك الفترة. إلى أن برز عدم التوافق بين النمو في العرض (الناجم عن قلة الاستثمار في طاقات الإنتاج الإضافية والذي نتج عن الأسعار المنخفضة) وبين الزخم السعودي في الطلب العالمي، ولا سيما الآسيوي، والذي فاق ما كان متوقفاً آنذاك، داعماً للتصاعد القوي الذي شهدته الأسعار بعد عام 2002، إزاء خلفية المخاوف من تلاشي الطاقات الإنتاجية الفائضة، عندما بدأ النمو الاقتصادي يتصاعد بوثيرة عالية، وبذلك تزايدت درجة الحساسية الشديدة لأسعار النفط تجاه أي أنباء تشير إلي مخاطر انقطاع الإمدادات الناجمة عن الظروف الجغرافية - السياسية، فارتفعت الأسعار بصورة غير مسبوقه، كما هو موضح بالشكل التالي:

الشكل (5)
عدد الحفارات العاملة في العالم وأسعار النفط خلال الفترة (يناير 1978 - يونيو 2020)



المصدر: قاعدة بيانات Baker Hughes WORLDWIDE RIG COUNT (1975-2020) -

* Dubai Crude oil up to Dec. 1982 & OPEC Reference Basket as of Jan. 1983

إن العلاقة المباشرة بين عدد الحفارات العاملة في العالم (والتي تعكس كما ذكرنا النشاط الاستثماري في قطاع الاستكشاف والإنتاج) وأسعار النفط، يؤكد حقيقة التأثير القوي والمباشر لأسعار النفط في قيادة حجم الاستثمار في إنتاج النفط، حيث تساهم الأسعار المرتفعة في تشجيع الاستثمار بينما تؤدي الأسعار المنخفضة إلى نزوح الاستثمارات عن هذا القطاع. كما أن زيادة تكاليف الإنتاج يعتبر أحد أهم العوامل المحبطة لنشاط الاستثمار في مشاريع إنتاج النفط، خاصة في ظل البيئة غير المشجعة للاستثمار، والمتمثلة في الأسعار المنخفضة وارتفاع المخاطرة في العائد على الاستثمار الناجمة عن عدم الثقة في مستقبل الطلب، وهناك مؤشرات على أن معاناة أسواق النفط للظروف التي مرت بها خلال عقدي الثمانينات والتسعينات من القرن السابق هي حالة تتكرر حالياً. وتشير بيانات Baker Hughes أن عدد الحفارات العاملة في العالم قد تراجع إلى النصف خلال شهر يونيو 2020 حيث انخفض إلى 1073 حفارة، مقارنة بمستوياته لشهر فبراير لنفس العام البالغة 2125

حفارة، بسبب التراجع الذي شهدته أسعار النفط خلال هذه الفترة والضبابية الكبيرة المحيطة بمستقبل الطلب العالمي على النفط في أجواء عدم اليقين المرتبطة بجائحة فيروس كورونا المستجد (كوفيد 19) والآثار المرتبطة به. ويمكن أن تؤدي طول الفترة الزمنية من الأسعار المنخفضة والضبابية المحيطة بمستقبل الطلب العالمي على النفط إلى تحجيم إمكانيات الاستثمار في مشاريع توسعة الطاقات الإنتاجية، حيث تشير المعلومات الأولية إلى وجود اتجاه عام لتأجيل بعض المشاريع الجديدة والى إلغاء البعض منها. ففي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تشير تقديرات الشركة العربية للاستثمارات البترولية (إبيكورب) الواردة في تقرير آفاق الاستثمار في قطاع الطاقة للفترة (2020 – 2024) أن الآثار الأولية للأزمة المرتبطة بالجائحة على نشاط الاستثمار في مشاريع الطاقة بمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تقدر بانخفاض قيمة المشاريع الاستثمارية التي دخلت مرحلة الالتزام أو المخطط لها بنحو 173 مليار دولار، حيث تراجعت إلى 792 مليار دولار مقارنة بنحو 965 مليار دولار المقدره قبل الأزمة للخمس سنوات القادمة¹⁷.

إن الركود في نشاط الاستثمار بسبب الأسعار المنخفضة والضبابية المحيطة بمستقبل الطلب العالمي على النفط، سوف يؤدي إلى تآكل الطاقات الإنتاجية الفائضة لدى أوبك تدريجياً عند تعافي الاقتصاد العالمي ومعاودة الطلب لنموه المعهود، ولذا من المقدر أن النقص في العرض سوف يكون واقع حقيقي، وعندها سوف تصبح الزيادة في الإنتاج لتلبية الطلب المتزايد تحدياً حقيقياً، وترتفع الأسعار إلى مستويات قياسية، وسنرى طفرة أخرى لأسعار النفط ربما تكون أشد حدة من سابقتها.

رابعاً: أسواق الطاقة العالمية – رؤية مستقبلية

تعتمد الرؤية المستقبلية لأسواق الطاقة العالمية على عنصرين رئيسيين، يتمثل أولهما في المعلومات المتاحة التي تشكل فهمنا الحالي لمسار الأزمة التي اجتاحت

¹⁷ MENA ENERGY INVESTMENT OUTLOOK 2020-2024, APICORP 2020

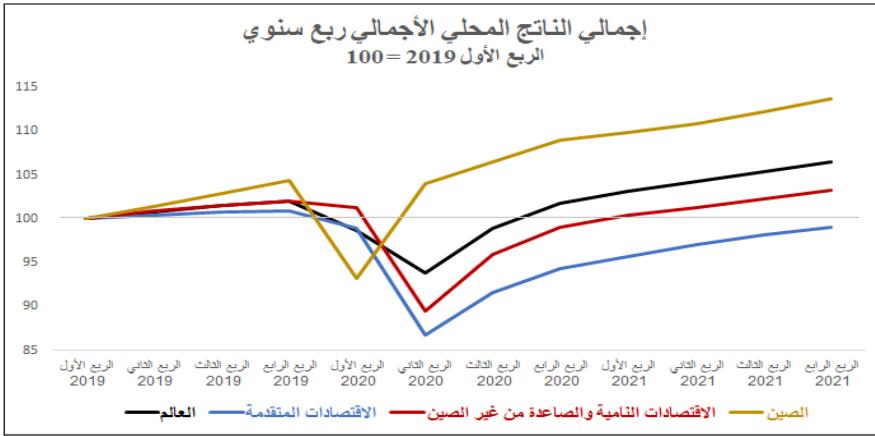
العالم منذ مطلع العام 2020، وأبعادها المحتملة على الاقتصاد العالمي بشكل عام وأسواق الطاقة بشكل خاص. ويتمثل العنصر الثاني في مدى صمود التكتاف الدولي بين كبار المنتجين في أسواق النفط والذي أفرز اتفاق "أوبك+" الذي أقر فيه خفض انتاج المجموعة لإعادة التوازن إلى أسواق النفط العالمية وتقادي عدم تكرار سيناريو الثمانينات.

فمن جهة أولى، لا تزال هناك حالة من عدم اليقين الشديد والمستمر بشأن فترة الصدمة الناجمة عن هذا الطارئ الصحي وإجراءات الاحتواء المرتبطة به، وتداعياتها المحتملة على الاقتصاد العالمي ودرجة حدتها. كما تختلف هذه الازمة في طبيعتها عن الأزمات السابقة من حيث كون ركود الطلب الناجم عنها يرجع أساساً إلى تبعات إجراءات الاحتواء اللازمة لتقييد سرعة انتشار الجائحة وكبح جماحها، مما يعني أن الدور المطلوب للسياسة الاقتصادية مختلف هذه المرة، وأن حلول الأزمات السابقة (كما في الأزمة المالية العالمية 2008-2009) المتمثلة في سياسات تشجيع النشاط الاقتصادي عن طريق تحفيز الطلب الكلي بأسرع وقت ممكن، هي حلول غير مرغوب فيها لتعارضها مع متطلبات الاحتواء اللازمة لمجابهة الأزمة في حد ذاتها. وبالتالي فإن أغلب الدول اتبعت استراتيجية العودة التدريجية بمسار حذر تحسباً لموجة ثانية من الوباء قد تقضي على المكاسب المحققة من الجهود المبذولة للعودة التدريجية للنشاط الاقتصادي العالمي، وتحدث انتكاسة لمسار النمو الحذر.

وتشير توقعات سيناريو الأساس لصندوق النقد الدولي الواردة في تقرير مستجدات آفاق الاقتصاد العالمي الصادر في شهر يونيو 2020، إلى بلوغ النشاط العالمي وفي مجموعة الاقتصادات المتقدمة ومجموعة الاقتصادات النامية والصاعدة - باستثناء الصين - القاع خلال الربع الثاني من عام 2020، ويتوقع عودة التعافي التدريجي خلال النصف الثاني من عام 2020 وخلال عام 2021. بينما سبقت الصين المجموعات الدولية الأخرى ببلوغ نشاطها الاقتصادي القاع مبركراً خلال الربع الأول

النقد الدولي أن التأثيرات السببية للأزمة على مسار النمو الاقتصادي العالمي سوف تأخذ شكل حرف (V) الذي يعني الانهيار ثم التعافي السريع، كما يتوقع أن تكون تأثيرات الأزمة على النشاط الاقتصادي لمجموعة الدول المتقدمة أشد وطأة من المجموعات الدولية الأخرى كما هو موضح بالشكل التالي:

الشكل (6)
إجمالي الناتج المحلي الإجمالي ربع سنوي
الربع الأول 2019=100

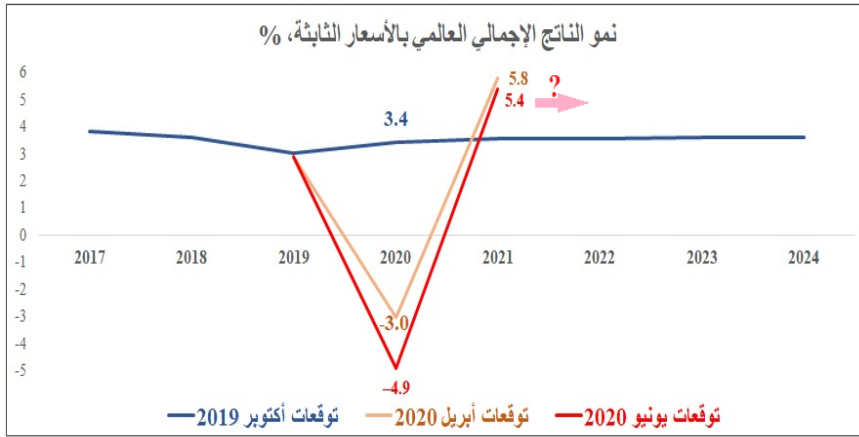


المصدر: صندوق النقد الدولي، مستجدات آفاق الاقتصاد العالمي يونيو 2020.

وهناك قدر كبير من حالة عدم اليقين حول تنبؤات صندوق النقد الدولي التي تعتمد على عمق الانكماش في الربع الثاني من 2020 (الذي لا تتوافر بعد بيانات كاملة عنه) وكذلك حجم الصدمة المعاكسة ومدى استمراريتها، والتي تعتمد بدورها أيضاً على جملة من العوامل غير المؤكدة مثل طول فترة الجائحة والإغلاقات العامة التي تتطلبها، والتباعد الاجتماعي الطوعي، والذي سيؤثر على الإنفاق، وقدرة العمالة المسرحة على تأمين وظائف في قطاعات يمكن أن تكون مختلفة. وكذلك آثار الإغلاقات وخروج العمالة العاطلة من قوة العمل الذي قد يؤدي إلى صعوبة انتعاش النشاط بمجرد انحسار الجائحة، وتأثير الإجراءات الرامية إلى زيادة أمان أماكن العمل – مثل نوبات العمل المتعاقبة، وزيادة النظافة والتنظيف بين النوبات، والممارسات الجديدة في أماكن العمل فيما يتعلق بمدى تقارب الموظفين والتي تحمل في تبعاتها

تكاليف إضافية، وإعادة صياغة سلاسل الإمدادات العالمية بما تُحدثه من تأثير على الإنتاجية، في محاولة من الشركات لتعزيز صلابتها في مواجهة اضطرابات الإمدادات. وتنعكس هذه الضبابية في الخفض المتتالي لمعدلات النمو المتوقعة للاقتصاد العالمي في تقارير صندوق النقد الدولي لآفاق الاقتصاد العالمي الثلاثة الأخيرة كما هو موضح بالشكل التالي:

الشكل (7)
نمو الناتج الإجمالي العالمي بالأسعار الثابتة، (%)



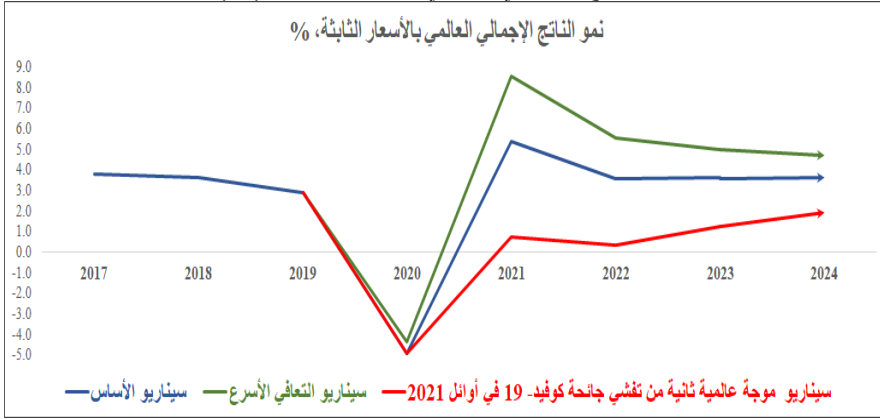
المصدر: صندوق النقد الدولي، آفاق الاقتصاد العالمي، أعداد مختلفة.

وبينما لا يستبعد سيناريو الأساس لصندوق النقد الدولي الواردة توقعاته في تقرير مستجدات آفاق الاقتصاد العالمي الصادر في شهر يونيو 2020 إمكانية حدوث طفرة جديدة في حالات الإصابة بالعدوى في بعض البلدان، أعد صندوق النقد الدولي اثنين من السيناريوهات البديلة، يفترض الأول تعاف أسرع نتيجة إجراءات الإغلاق العام المطبقة في النصف الأول من عام 2020، بينما يفترض الثاني موجة ثانية من تفشي مرض كوفيد - 19 في أوائل 2021، و يُفترض هذا السيناريو أن يصل حجم اضطرابات النشاط الاقتصادي على المستوى المحلي في كل بلد في عام 2021 - نتيجة التدابير المتخذة لاحتواء هذه الموجة الثانية - حوالي نصف الحجم المتوقع بالفعل في السيناريو الأساسي لعام 2020 . ويعكس خفض التأثير إلى النصف افتراض أن تكون إجراءات الاحتواء أقل إرباكا للشركات والأسر لأن نسبة الأفراد المعرضين

للتأثر يرجح أن تكون أقل وأن هذه الإجراءات ستكون موجهة بدقة أكبر للفئات المعرضة للخطر، بناء على الخبرة المكتسبة بالنسبة لفعالية الإجراءات التي تم اختبارها حتى الآن.

وبينما يتوقع سيناريو الأساس انكماش الناتج الإجمالي العالمي خلال عام 2020 بنحو 4.9% ثم عودته للتعافي السريع بمعدل نمو متوقع بنحو 5.4% خلال عام 2021، يتوقع سيناريو التعافي الأسرع انكماشاً أقل وثيرة للناتج الإجمالي العالمي خلال عام 2020 بنحو 4.4% وعودة أسرع للتعافي بمعدل نمو متوقع بنحو 8.6% خلال عام 2021، في حين يتوقع سيناريو موجة ثانية من تفشي مرض كوفيد - 19 في أوائل 2021 انكماش الناتج الإجمالي العالمي خلال عام 2020 بنحو 4.9% ثم عودته للتعافي البطيء بمعدل نمو متوقع بنحو 0.8% خلال عام 2021، كما هو موضح بالشكل والجدول التاليين:

الشكل (8)
نمو الناتج الإجمالي العالمي بالأسعار الثابتة، (%)



الجدول (1)

توقعات صندوق النقد الدولي لمعدلات نمو الناتج الإجمالي العالمي بالأسعار الثابتة، %

2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	
3.6	3.6	3.6	5.4	-4.9	2.9	3.6	3.8	سيناريو الأساس
4.7	5.0	5.5	8.6	-4.4	2.9			سيناريو التعافي الأسرع
1.9	1.2	0.4	0.8	-4.9	2.9			سيناريو موجة عالمية ثانية من نفثي جائحة كوفيد-19 في أوائل 2021

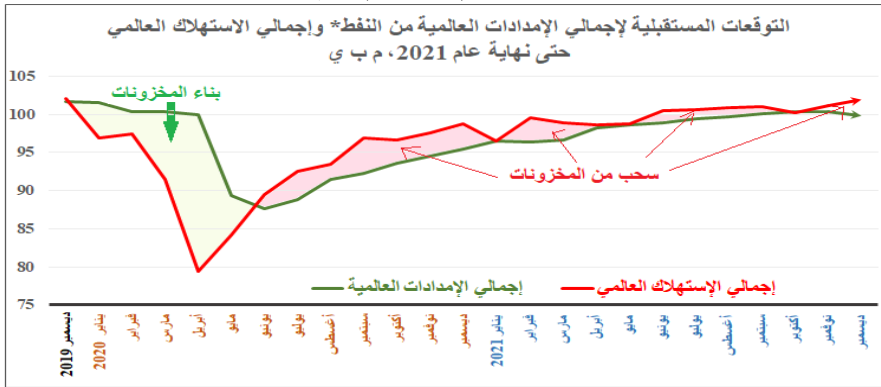
المصدر: صندوق النقد الدولي، آفاق الاقتصاد العالمي، أعداد مختلفة.

ومن جهة ثانية، أدت الجهود المثمرة المبذولة خلال أزمة انهيار الطلب بسبب جائحة كوفيد-19 خلال الربع الثاني من هذا العام، والتي أفرزت اتفاق "أوبك+" لخفض انتاج المجموعة إلى إعادة التوازن إلى أسواق النفط العالمية وتقادي عدم تكرار سيناريو الثمانينات، وتشير توقعات إدارة معلومات الطاقة الأمريكية (EIA) في تقريرها المعنون "آفاق الطاقة على المدى القصير" (Short-Term Energy STEO-Outlook) الصادر في شهر يوليو 2020 إلى استقرار الأسواق التي يتوقع أن تشهد عودة التعافي التدريجي للطلب مع العودة التدريجية للنشاط الاقتصادي العالمي والتحرر من سياسات الإغلاق التي فرضتها الأزمة. إذ تشير التوقعات إلى تجاوز إجمالي الاستهلاك العالمي للنفط خلال النصف الثاني من عام 2020 و كامل العام 2021 لإجمالي الامدادات العالمية مما سيؤدي إلى عمليات سحب من المخزونات النفطية التي شهدت تراكمات كبيرة خلال النصف الأول من عام 2020 بسبب الانهيار المفاجئ للطلب وتأخر الاستجابة من جانب العرض مما وصل بقدرات التخزين

العالمية وخاصة في الولايات المتحدة إلى طاقاتها الاستيعابية القصوى وأدى إلى انهيار أسعار النفط خلال شهر أبريل إلى مستويات قياسية. وبذلك فإن توقعات المدى القصير تشير إلى استقرار الأسواق وتخفيف الضغط على القدرات التخزينية حتى نهاية عام 2021، في حال نجاح الجهود العالمية لعودة النشاط العالمي واحتواء الجائحة وعدم تعرض الطلب العالمي على النفط لانتكاسة أخرى بسبب موجة أخرى محتملة من الوباء. ويوضح الشكل والجدول التاليين التوقعات المستقبلية لإدارة معلومات الطاقة الأمريكية لإجمالي الإمدادات العالمية من النفط وإجمالي الاستهلاك العالمي حتى نهاية عام 2021:

الشكل (9)

التوقعات المستقبلية لإجمالي الإمدادات العالمية من النفط* وإجمالي الاستهلاك العالمي حتى نهاية عام 2021، م ب ي



الجدول (2)

التوقعات المستقبلية لإجمالي الإمدادات العالمية من النفط* وإجمالي الاستهلاك العالمي حتى نهاية عام 2021، م ب ي

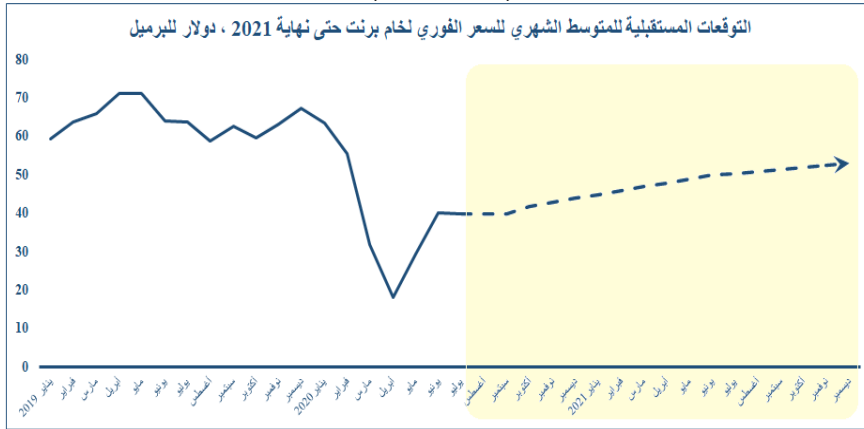
2020											
ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	يناير	إجمالي الإمدادات
95.4	94.6	93.6	92.2	91.5	88.8	87.6	89.3	100.0	100.4	100.4	101.5
98.7	97.5	96.6	96.9	93.5	92.6	89.5	84.2	79.4	91.5	97.5	96.9
2021											
ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	يناير	إجمالي الإمدادات
99.9	100.4	100.3	100.0	99.7	99.4	98.9	98.7	98.2	96.6	96.3	96.5
101.9	101.2	100.2	101.0	100.9	100.6	100.5	98.8	98.6	98.9	99.5	96.4

المصدر: U.S. Energy Information Administration, Short-Term Energy Outlook July 2020*
*يشمل سوائل الغاز الطبيعي والمتكثفات

وانعكس كل ذلك على التوقعات المستقبلية للأسعار ، حيث تتوقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية أن تواصل أسعار النفط تحصيل المكاسب المتأتية من استقرار الأسواق حتى نهاية عام 2021، حيث يتوقع أن يواصل المتوسط الشهري للأسعار الفورية لخام برنت ارتفاعه التدريجي خلال النصف الثاني من عام 2020 حتى يصل نحو 45 دولار للبرميل خلال شهر يناير 2021، كما يتوقع أن يواصل ارتفاعه خلال باقي العام 2021 حتى يصل 53 دولارا للبرميل خلال شهر ديسمبر 2021، كما هو موضح بالشكل والجدول التاليين:

الشكل (10)

التوقعات المستقبلية للمتوسط الشهري للسعر الفوري لخام برنت حتى نهاية 2021،
(دولار للبرميل)



الجدول (3)

التوقعات المستقبلية للمتوسط الشهري للسعر الفوري لخام برنت حتى نهاية 2021،
(دولار للبرميل)

2019											
ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير
67.3	63.2	59.7	62.8	59.0	63.9	64.2	71.3	71.2	66.1	64.0	59.4
2020											
ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير
44.0	43.0	42.0	40.0	40.0	40.0	40.3	29.4	18.4	32.0	55.7	63.7
2021											
ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير
53.0	52.5	52.0	51.5	51.0	50.5	50.0	49.0	48.0	47.0	46.0	45.0

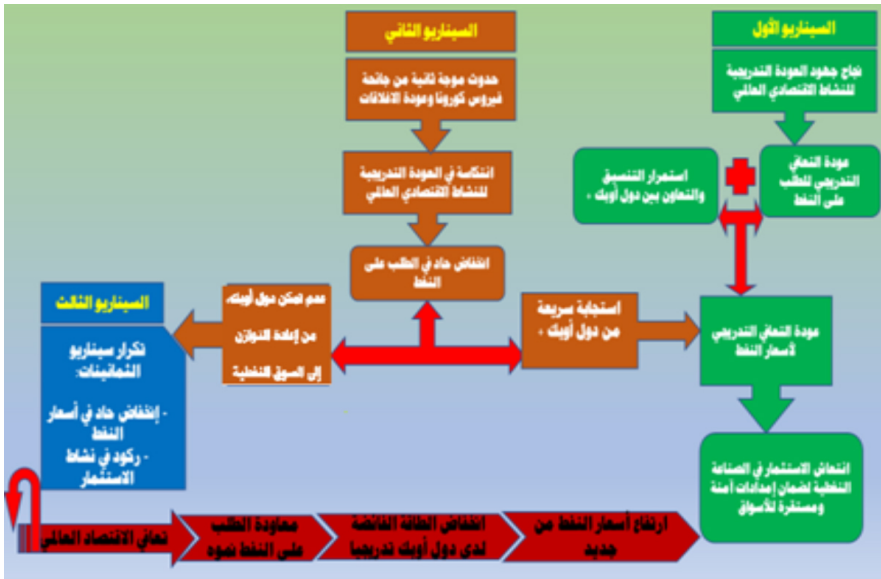
المصدر: U.S. Energy Information Administration, Short-Term Energy Outlook July 2020

وفي ظل الظروف الحالية للأسواق، يمكن للأسعار المستقبلية للنفط أن تتحرك في ثلاثة سيناريوهات محتملة ترتبط بالظروف التي قد تهيئها تداخل قوى الطلب والعرض في الأسواق. يتمثل السيناريو الأول في نجاح جهود العودة التدريجية للنشاط الاقتصادي العالمي والذي يعني عودة التعافي التدريجي للطلب على النفط واستمرار الحوار والتنسيق بين مجموعة أوبك+ في مراقبة الأسواق والالتزام التام بحصص الإنتاج مما يؤدي إلى عودة التعافي التدريجي لأسعار النفط في الأسواق العالمية، والذي يؤدي في نهاية المطاف إلى عودة انتعاش نشاط الاستثمار في الصناعة النفطية لضمان امدادات آمنة ومستقرة للأسواق. أما السيناريو الثاني، فيمثل في تعرض جهود العودة التدريجية للنشاط الاقتصادي العالمي إلى انتكاسة بسبب موجة ثانية من جائحة فيروس كورونا المستجد (كوفيد-19)، وهذا ما يتم ملاحظته في الوقت الحاضر، الامر الذي يتوقع أن يؤدي إلى عودة الإغلاقات في عدد من الدول واضطراب ثان لحركة النقل والمواصلات والسياحة بما ينعكس في هبوط حاد آخر في الطلب على النفط، فتأتي الاستجابة سريعة من جانب العرض وتنجح مجموعة "أوبك+" في إعادة التوازن إلى الأسواق عبر الاتفاق على خفض اللازم وتطبيقه والالتزام به لحين عودة التعافي مرة أخرى إلى الأسواق ويلتحق مسار هذا السيناريو بعد ذلك بمسار السيناريو الأول عند عودة التعافي التدريجي لأسعار النفط في الأسواق العالمية، والذي يؤدي في نهاية المطاف إلى عودة انتعاش نشاط الاستثمار في الصناعة النفطية لضمان امدادات آمنة ومستقرة للأسواق.

وينطلق السيناريو الثالث بنفس الظروف التي هيأت انطلاقة الثاني من تعرض جهود التدريجية للنشاط الاقتصادي العالمي إلى انتكاسة بسبب موجة ثانية من جائحة فيروس كورونا المستجد (كوفيد-19) تؤدي إلى عودة الإغلاقات في عدد من الدول واضطراب ثان لحركة النقل والمواصلات والسياحة بما ينعكس في هبوط حاد آخر في الطلب على النفط، بينما يرسم مسار البديل الذي يمكن أن يحدث عندما يخفق جانب العرض بعدم تمكن مجموعة "أوبك+" وباقي المنتجين من إعادة التوازن إلى الأسواق عبر الاتفاق على خفض اللازم وتطبيقه والالتزام به، مما يؤدي إلى تكرار سيناريو

أزمة الثمانينات عبر استمرار الأسعار المنخفضة، وركود نشاط الاستثمار، وعندما ينهض الاقتصاد العالمي من ركوده، ويعاود الطلب على النفط نموه، سوف تختفي الطاقات الإنتاجية الفائضة لدى أوبك تدريجياً، وعندئذ ترتفع الأسعار إلى مستويات قياسية، وسنرى طفرة أخرى لأسعار النفط ربما تكون أشد حدة من سابقتها، ويوضح الشكل التالي الاتجاهات المحتملة للأسعار الفورية لخام برنت.

الشكل (11)
السيناريوهات المتوقعة لحركة الأسعار المستقبلية للنفط



خامساً: الخلاصة

لقد أثبتت تجارب الماضي، أهمية الحوار الفاعل والبناء والشراكة في الرؤية والمسئولية بين الدول المنتجة والمستهلكة. فقد كان غياب هذا النوع من الحوار سبباً مباشراً في أزمتي سبعينات وثمانينات القرن الماضي، والتي هيأت الظروف المناسبة لحقبة من الارتفاعات القياسية لأسعار النفط خلال العقد الأول من الألفية الثالثة، حيث أدى اضطراب الإمدادات والقفزات المتتالية في أسعار النفط خلال السبعينات إلى ارتدادات عنيفة من جانبي الطلب والعرض أدت إلى انهيارات كبيرة في أسعار النفط

خلال عقد الثمانينات زادت من حدتها إخفاق الدول المنتجة آنذاك في ضبط إيقاع الأسواق وإعادة التوازن لها، مما خلف حقبة طويلة من الأسعار المتدنية التي تسببت في حالة من الركود في نشاط الاستثمار في كل قطاعات الطاقة بشكل عام وفي قطاع النفط بشكل خاص. كما لا يمكن إغفال دور الضبابية في مستقبل الطلب على نجاعة المخططات الاستثمارية، بسبب عدم شفافية وقلّة جودة في مصادر البيانات وفرضياتها الأساسية، والذي انعكس في عدم واقعية التوقعات خلال عقد التسعينات لمعدلات النمو في الطلب العالمي على النفط في العقد الأول من الألفية الجديدة، والذي جاء مدفوعاً بقوة عمالقة آسيا الصاعدة والولايات المتحدة الأمريكية، فالكل تحدث عن نمو في الطلب على النفط من قبل هذه الدول، وإن عدم واقعية هذه التوقعات إنما يشير إلى عدم شفافية وقلّة جودة في مصادر البيانات، خاصة عندما يتعلق الأمر باقتصاديات تقع في طليعة الاقتصاديات العالمية، وقد شاهد الجميع كيف أدى تآكل الطاقات الإنتاجية والنمو القوي في الطلب على النفط خلال الفترة (2003-2008) إلى ارتفاع الأسعار إلى مستويات قياسية أثرت سلباً على المنتج والمستهلك على السواء.

ولقد تعالت الأصوات آنذاك، منذرة بحلول ذروة النفط وانتهاء عصر النفط الرخيص، بينما ألفت الدول المستهلكة اللوم على الدول المنتجة في عدم الاستثمار في زيادة الطاقات الإنتاجية في حين كانت سيناريوهات وكالة الطاقة الدولية المعنية باستشراف التوقعات المستقبلية ترسم مسارات يتراجع فيها الطلب العالمي على النفط (سيناريو تخفيف آثار تغير المناخ -450 سيناريو)¹⁸. وبالمقابل، فإن الآثار المباشرة لارتفاع أسعار النفط خلال تلك الفترة تمثلت في ارتفاع حجم الاستثمارات العالمية في مصادر الطاقة الأخرى وفي مقدمتها الطاقات المتجددة التي حققت أعلى معدلات النمو بسبب انخفاض تكاليفها مقارنة بالنفط ومشتقاته وتشجيع النشاط الاستثماري في تكنولوجياتها. كما هيأت الطفرة التي شهدتها أسعار النفط خلال العقد الأول من الألفية الثالثة، الظروف المناسبة لانتعاش الاستثمارات في توسعة الطاقات الإنتاجية، وكانت

¹⁸ يفترض وضع وتنسيق سياسات عالمية من شأنها أن تؤدي إلى استقرار التركيز في الغلاف الجوي لجميع الغازات الدفيئة عند 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2050.

القوة الدافعة لطفرة انتاج النفط الصخري الأمريكي، حيث تركز ما يناهز ثلثي عدد الحفارات العاملة في مجال النفط بالولايات المتحدة خلال الفترة (2011 – 2015) في مكامن الأحواض الرئيسية لإنتاج النفط الصخري الأمريكي وهي حوض باكن (Eagle Ford Basin) في ولاية تكساس و حوض ايبغل فورد (Eagle Ford Basin) في ولاية تكساس في الجنوب الأمريكي، وحوض بيرميان (Permian Basin) في ولاية تكساس و الجنوب الشرقي من ولاية نيومكسيكو، والتي كانت تنتج مجتمعة حوالي 4 مليون برميل /اليوم، أي ما يمثل حوالي 86.2% من إجمالي انتاج الولايات المتحدة من النفط الصخري خلال عام 2015¹⁹.

إن تجارب الماضي تؤكد على أهمية الحوار الفاعل والبناء والشراكة في الرؤية والمسئولية بين الدول المنتجة والمستهلكة، فالنفت موجود في باطن الأرض، ويكفي للاستهلاك البشري لعقود طويلة، واستخراجه يتطلب أموالاً طائلة، ولذلك فإن الاستثمار في استخراجه يتطلب ضمان العائد على الاستثمار، ولا يمكن ضمان العائد إلا بضمان الطلب وبسعر عادل، ف ضمان الطلب على النفط و ضمان السعر العادل أمران متلازمان لا مفر منهما لضمان الإمدادات النفطية. وهناك أمر آخر، لا يجب الإغفال عنه وهو كون النفط ثروة ناضبة، يتم استخراجه وليس إنتاجه، وعند إحراقه ليس من الممكن إعادة استخدامه، ومن هنا يتوجب أن يتجاوز سعره تكلفة استخراجه متضمنة العائد على الاستثمار في عمليات استخراجه بهامش يمثل أجرة النضوب، حتى في حالة أسواق المنافسة الكاملة.

¹⁹ الأفاق المستقبلية للإمدادات النفطية العالمية ودور الأقطار الأعضاء في المصادر الرئيسية للإمداد (مجلة النفط والتعاون العربي،

سادسا: المراجع

المراجع العربية

1. د. خديجة عرفة محمد، "أمن الطاقة وآثاره الإستراتيجية" جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية 2014.
2. عمرو عبد العاطي، أمن الطاقة في السياسة الخارجية الأمريكية، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسة، بيروت 2014.
3. أوابك، الإدارة الاقتصادية، صادرات النفط والغاز الطبيعي من الدول الأعضاء والممرات المائية العالمية للشحنات البترولية- 2012.
4. أنس الحجى، 7 دروس من تاريخ صناعة النفط، الطاقة، 19 أبريل 2020.
5. التطورات في أسواق النفط العالمية وانعكاساتها على الاقتصاد العالمي، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 36، العدد 132، 2010.
6. الآفاق المستقبلية للإمدادات النفطية العالمية ودور الأقطار الأعضاء بين المصادر الرئيسية للإمداد، (ومجلة النفط والتعاون العربي، المجلد التاسع والثلاثون، العدد 141، خريف 2012).

المراجع الأجنبية

1. Danial Yergin, The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World, 2011.
2. Steve A. Yetiv and Chunlong Lu, "China Global Energy, and the Middle East, Middle East journal, Vol. 61, No. 2, Spring 2007.
3. BP Statistical Review of World Energy, June 2020.
4. IEA, World Energy Outlook, 2011.
5. MENA ENERGY INVESTMENT OUTLOOK 2020-2024, APICORP 2020
6. IMF. World Economic Outlook Update, June 2020.
7. U.S. Energy Information Administration, Short-Term Energy Outlook, July 2020.
8. World Oil Transit Chokepoints, EIA, Last updated October 15, 2019.

البحث الثاني

إعادة تدوير النفايات البلاستيكية: فرص استثمارية وحلول بيئية

د. ياسر محمد زكي بغدادي*

ملخص تنفيذي

تعد النفايات البلاستيكية سواء المنزلية أو الصناعية مصدر قلق بيئي على مستوى دول العالم النامية، والناشئة، والمتقدمة، خاصة وأن التلوث بهذه النفايات أصبح يهدد الحياة البرية، والبحرية، والإنسان، والكائنات الحية، وتعد المواد والنفايات البلاستيكية مواد غير قابلة للتحلل ولا يمكن التخلص منها خلال فترة زمنية بسيطة عند التعرض لأشعة الشمس، أو الأشعة فوق البنفسجية، أو ذوبانها في المياه، أو التحلل بفعل الأنزيمات أو البكتيريا، أو التآكل بفعل الرياح، وتقدر فترة بقاء المواد والنفايات البلاستيكية في الطبيعة مئات أو آلاف السنين.

من ناحية أخرى، لا تتوفر في كثير من الدول الآليات الكافية لمنظومة فصل، وجمع النفايات البلاستيكية، إعادة تدويرها، أو التخلص منها بطرق آمنة، ونتيجة لذلك يزداد انتشار النفايات البلاستيكية في الحيز الحضري والبيئة المحيطة، ومن هنا فإن مسألة إدارة النفايات البلاستيكية أصبحت ملحة وعاجلة، كما تحظى عملية إدارة النفايات البلاستيكية باهتمام كبير في الدول المتقدمة، لما لها من دور رئيسي في المحافظة على البيئة، كما أنها تعد من المصادر الهامة في تعزيز الاقتصاد القومي للدول.

تأتي هذه الدراسة لتسليط الضوء على أهمية مفهوم إدارة النفايات البلاستيكية من خلال استخدام طرق إعادة التدوير المناسبة لكل نوع من أنواع تلك النفايات، لما فيها من حلول بيئية وفرص استثمارية، وجاءت الدراسة في أربعة فصول كما يلي:

استهلت الدراسة في **الفصل الأول** بالتعريف بالبلاستيك أو البوليمرات، أو ما يعرف أيضاً باللدائن، وهي عبارة عن مواد صناعية تصنع من مصادر بترولية، أو غازية، أو حيوية، يمكن تشكيلها في صور مختلفة. كما ساعد التقدم التقني في إنتاج، وتطوير أنواع متعددة من البلاستيك ليكون صلباً مثل الفولاذ، أو هشاً مثل القطن، أو شفاف، أو عديم اللون، أو بألوان متعددة، ويمكن تشكيله بأشكال مختلفة لا حصر لها، لذا فقد دخلت المنتجات البلاستيكية في كافة مناحي حياتنا المعاصرة، وتستخدم في أغراض التعبئة، والتغليف، كما أنها مكون رئيسي في تصنيع الأدوات المنزلية، والصناعية، والطبية، والزراعية، والمنسوجات، وصناعة السيارات، والطائرات، كما أسهمت أيضاً في إنتاج الطاقات المتجددة، حيث يستخدم البلاستيك في إنتاج الخلايا الضوئية أحد أهم مكونات وحدات إنتاج الطاقة الشمسية، وفي إنتاج زعانف توربينات إنتاج الطاقة من الرياح.

كما استعرض **الفصل الأول** خلفية تاريخية عن تطور صناعة البلاستيك، حيث يرجع تاريخ اكتشاف اللدائن (البوليمرات) إلى عام 1833 عندما قام العالم "تشارلز جودبير" بعمليات تقسية المطاط الطبيعي بالكبريت، تبعته التطورات التي أجراها العالم "جون ويزلي هيات" في عام 1868 في الولايات المتحدة الأمريكية على مادة السليوليد "Celluloid"، والتي تم إنتاجها على النطاق التجاري. هذا وقد بدأت الدراسة المنهجية لعلوم البوليمرات منذ حوالي قرن من الزمان، وتحديدًا عام 1919، مع العمل الرائد للعالم "هيرمان ستودنجر" Herman Staudinger، والذي أعطى تعريفًا جديدًا للبوليمرات لأول مرة مفاده، أن مركبات الكتلة الجزيئية العالية "high molecular mass compounds" تتكون من جزيئات طويلة ترتبط مع بعضها البعض بروابط تساهمية. كما ساهم اكتشاف العالم "كارولز نايلون" بشكل كبير في توضيح طبيعة وطريقة تصنيع البوليمرات، وأسهم بحثه الأساسي (الذي تم من خلاله

اكتشاف النايلون) في تصنيف طرق تصنيع البوليمرات سواء بطريقة البلمرة بالإضافة "Addition Polymerization"، أو البلمرة بالتكثيف "Condensation Polymerization"، وما زال هذا التصنيف مستخدماً حتى الآن.

شهدت المواد البلاستيكية التقليدية، تطوراً كبيراً بعد اكتشاف وتطوير العوامل الحفازة، حيث أصبح من الممكن التحكم في خواص البوليمرات، من خلال القدرة على ترتيب التركيب الجزيئي للبوليمرات نتج عنه إمكانية تصميم وإنتاج بوليمرات لأغراض محددة، كما أصبح من الممكن في السنوات الأخيرة تطوير وتصميم إنتاج بوليمرات جديدة، ذات خواص معينة ومحددة مسبقاً، تشبه البوليمرات التقليدية مع تحسين خواصها وإكسابها خصائص فريدة لا مثيل لها، مثل البلاستيك الصلب، والألياف، والمطاط الصناعي، والرغوى "Foams"، وكان ذلك نتيجة لفهم أفضل للعلاقات بين تركيب "Structure" البوليمر وخواصه، وأيضاً نتيجة إدخال تقنيات بلمرة حديثة، وتوافر مونيمرات جديدة منخفضة التكلفة.

تناول الفصل الأول أيضاً التعريف بالأنواع المختلفة للبلاستيك، سواء البلاستيك الحراري، أو البلاستيك المتصلد بالحرارة. وكذلك تصنيفات البلاستيك المختلفة باستخدام الرموز الخاصة بكل نوع حتى يسهل التأكد من نوع البلاستيك المستخدم من حيث ملائمتة لتحقيق الغرض منه، ومساعدة القائمين على عمليات إعادة تدوير البلاستيك على سهولة توصيفه، وفرزه من خليط النفايات البلاستيكية، وإعادة تصنيعه بشكل سليم، والتخلص من الأنواع المختلفة الأخرى، بصورة صحيحة دون إلحاق ضرر بالأفراد أو بالبيئة. وكذلك تم

التعريف بأهم إضافات البلاستيك التي تضاف أثناء عمليات التشكيل، والتصنيع لتحسين خواصه النهائية، وتقليل التكلفة.

كما تم تسليط الضوء على عمليات إنتاج وتصنيع المنتجات البلاستيكية، والمعروفة بعملية القولبة أو تشكيل الراتنج في صورة منتج نهائي يصلح للاستعمال والاستهلاك اليومي، وشملت أهم طرق التصنيع والإنتاج مثل طريقة التشكيل بالحقن "Injection"، والتشكيل بالبتق "Extrusion"، بالإضافة إلى طرق التشكيل بالبتق البلاستيكي المشترك "الاسهامي" Co-extrusion-، والتي تتضمن بتق مادتين أو أكثر من خلال قالب واحد بحيث يتم دمج المواد أو لحامها في بنية واحدة، وطريقة التشكيل بالنفخ "Blow molding"، وطريقة التشكيل بالدوران "Rotational molding"، بالإضافة إلى طرق تصنيع أخرى.

كما تطرق الباب الأول أيضاً إلى التعريف بأهم خواص البلاستيك، سواء الخواص الكيميائية، والفيزيائية حتى يمكن الاختيار الأمثل لنوعية البلاستيك طبقاً للاستخدام النهائي المطلوب، لذلك يجب معرفة العلاقة بين خواص البلاستيك وتأثير هذه الخواص على الطريقة المستخدمة في تشكيلها، وسبب اختيار نوعية معينة من البلاستيك لإنتاج منتج ذو خواص مميزة تتناسب مع استخداماته النهائية، وهي مفتاح لفهم صناعة البلاستيك، كما يلزم التعرف على ثلاثة عوامل أساسية، وهي الخواص المميزة للبلاستيك، وكيف أن هذه الخواص تحدد طريقة تصنيعه (حقن- بتق- نفخ ... الخ)، ومدى ملاءمة هذه الخواص للمنتج المطلوب.

من جانب آخر تناولت الدراسة في **الفصل الثاني** كميات الإنتاج العالمي من البلاستيك؛ حيث زاد الإنتاج العالمي للبلاستيك بوتيرة متسارعة خاصة في العقود الثلاثة الأخيرة، من نحو 100 مليون طن عام 1989 ليلعب حوالي 348 مليون طن عام 2017. تشير بعض التقديرات العالمية على أنه تم إنتاج نحو 8.3 مليار طن من منتجات البلاستيك المختلفة منذ بداية الإنتاج في عام 1950 حتى الآن، نتج عنها ما يقرب من حوالي 6.3 مليار طن من النفايات البلاستيكية. كما أن إنتاج البتروكيماويات يستهلك نحو 14 % من إجمالي استهلاك العالم من النفط، ونحو 8 % من إجمالي الاستهلاك العالمي من الغاز، ينتج عنها حوالي 400 مليون طن من الغازات والانبعاثات الملوثة للبيئة.

تناول **الفصل الثاني** أيضاً التعريف بالنفايات البلاستيكية، واستعرض أهم أنواع النفايات الشائعة، حيث تعد نفايات البولي إيثيلين عالي، ومنخفض الكثافة، "HDPE وLDPE"، والبولي بروبيلين "PP"، الأكثر إنتاجاً نظراً لاستخدام منتجاتها على نطاق واسع في قطاعات التعبئة والتغليف، وتمثل نسبتها نحو 50 % من إجمالي النفايات البلاستيكية المنتجة.

كما تم أيضاً تعريف **النفايات البلاستيكية الدقيقة**، في البيئة البحرية بأنها لا تقتصر فقط تلك الصور المتعارف عليها والخاصة بالقمامة الشاطئية والقطع البلاستيكية الكبيرة العائمة على المسطحات المائية، ولكن تعد "الجزئيات الدقيقة للغاية" هي الأخطر، حيث يتعذر اكتشافها بالعين المجردة. ويُستخدم مصطلح التلوث "بالنفايات البلاستيكية الدقيقة" للتعبير عن التلوث الناتج عن انتشار القطع الدقيقة للنفايات البلاستيكية الأصغر حجماً من 5 مم في البيئات البحرية.

يمثل سوء إدارة النفايات "Mismanagement" والتخلص العشوائي منها التحدي الأكبر الذي يواجه أنظمة إدارة النفايات، فالبلاستيك له قدرة على التسلسل إلى النظم البيئية الساحلية، كما تشكل النفايات البلاستيكية تهديدات كبيرة للبيئة بسبب مقاومتها للمعالجات الضوئية والحرارية والبيولوجية وبمجرد التخلص منها على الأرض تجد طريقها إلى المسطحات المائية. كما تؤثر النفايات البلاستيكية بدرجة كبيرة على الكائنات البحرية. وتشير بعض التقديرات العالمية إلى احتواء المحيطات على أكثر من 150 مليون طن من النفايات البلاستيكية، ويتسرب إليها كل عام ما لا يقل عن 8 مليون طن، تقدر تكلفتها الاقتصادية العالمية بحوالي 13 مليار دولار أمريكي سنوياً، كضرر بيئي للنظم الإيكولوجية البحرية، يشمل ذلك الخسائر المالية التي تكبدها مصائد الأسماك، والسياحة، والوقت المستنفذ لتنظيف الشواطئ.

تناول الفصل الثالث من الدراسة التعريف بالاقتصاد الدائري "Circular Economy"، أو ما يطلق عليه "الاقتصاد التدويري"، هو مصطلح عام يعني منظومة الاقتصاد الصناعي الذي لا ينتج عنه نفايات نهائية إلا بحدود ضيقة جداً، وبالتالي لا يسبب تلوثاً للبيئة الأمر الذي يؤدي إلى استخدام أكثر فاعلية وكفاءة للمواد، وبما يقود إلى تحقيق التنمية المستدامة. ويتميز بأنه منذ بداية تصميمه يأخذ في الاعتبار تدوير كافة المدخلات، والمنتجات، وإعادة استخدام المنتجات بجودة عالية، وتكون السلع المنتجة في إطاره قابلة للإصلاح، والتجديد منذ تصميمها بما يضمن الاستفادة منها عدة مرات، كما يتميز بأنه يضع حسابات العائد الاقتصادي بجانب الفوائد البيئية.

كما تمت الإشارة في هذا الفصل إلى طرق التخلص من النفايات البلاستيكية، تتمثل في طريقتين هما إعادة تدوير النفايات البلاستيكية القابلة للتدوير، وإنتاج أو "استرداد" الطاقة من النفايات البلاستيكية غير القابلة للتدوير. ويعتبر إعادة تدوير النفايات البلاستيكية من أهم طرق التخلص منها شريطة أن ألا تكون تلك المواد ملوثة أو تكون قد استعملت من قبل لتعبئة المواد أو الكيماويات الخطرة، أو المعادن الثقيلة. وقد كانت نسب عمليات إعادة تدوير، وحرق نفايات البلاستيك منخفضة للغاية قبل عام 1980، ويمكن تجاهلها، فقد كان يتم التخلص منها بالكامل بطرق الدفن المباشر دون معالجة، أو إلقائها في المسطحات المائية "البحار والمحيطات"، ثم بدأت عمليات الحرق أو الترميد "Incineration" بعد عام 1980، بينما بدأت عمليات إعادة التدوير "Recycling" في عام 1990.

كما أشارت الدراسة إلى أن أفضل أساليب وطرق التخلص من النفايات البلاستيكية هو التقليل "Reduce"، يليه إعادة الاستخدام "Reuse"، ثم إعادة التدوير "Recycle"، فطرق استخلاص وإنتاج "استرداد" الطاقة باستخدام تقنية التغويز، أو تقنية البلازما. حيث أن تقنية التغويز تعتمد على تحويل المادة من الحالة السائلة أو الصلبة إلى الحالة الغازية، أما تقنية البلازما فهي حالة المادة الرابعة، بعد الحالة الصلبة والسائلة والغازية، وقد انتشرت هذه التقنيات في بدايات القرن الواحد والعشرين، وتعد شكل آخر من أشكال إدارة النفايات، وأخيراً تأتي طرق التخلص من النفايات البلاستيكية بطرق الدفن أو الكمر. كما أوضحت الدراسة أن الفكرة وراء إعادة التدوير هي التقليل من استهلاك الطاقة، والحفاظ على الموارد الطبيعية لاستخدامها في المستقبل، وزيادة القيمة المضافة للنفايات البلاستيكية والحد من حجم مكبات النفايات، والحد من تلوث الهواء والمياه، والحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة.

تضمن **الفصل الثالث** أيضاً شرح لأهم العمليات التي تسبق عمليات إعادة تدوير البلاستيك، وتشمل عمليات متعددة ومتنوعة الغرض منها تجهيز المواد البلاستيكية المراد إعادة تدويرها، وتشمل منظومة التجميع، وعمليات الفصل والفرز، والغسيل، والطحن أو التفطيت.

تعتبر مصطلحات إعادة تدوير البلاستيك معقدة، ومربكة في بعض الأحيان بسبب المجموعة المتنوعة من طرق وتقنيات إعادة التدوير، كما يوجد عدد من سيناريوهات إعادة التدوير "Recycling Models"، من أهمها: **الطريقة الأولية** لإعادة التدوير ويطلق عليها أيضاً التدوير الميكانيكي، والتي تهدف إلى إعادة نفايات البلاستيك إلى نفس خواص وجودة الخامة الأساسية، ويتم إعادة تشغيلها لنفس الغرض الأساسي. بينما يتم في **الطريقة الثانوية** لإعادة التدوير "Secondary Recycling Model" إعادة استخدام البلاستيك ذو الجودة الأقل من الخامة الأساسية لاستخدامات تتناسب مع خواصه الجديدة والتي قد تنتج من خليط من أنواع البلاستيك المتوافقة.

أما **الطريقة الثلاثية** لإعادة التدوير "Tertiary Recycling Model"، فهي طريقة كيميائية لإعادة تدوير النفايات البلاستيكية، وتحويلها إلى مكوناتها الأولية من المواد الكيميائية، أو إنتاج الوقود باستخدام تقنية التحلل الحراري للتحلل المائي "pyrolysis of hydrolysis". وتعد هذه الطريقة مناسبة لمعالجة جميع أنواع النفايات البلاستيكية بما في ذلك النفايات البلاستيكية عديدة الطبقات "Multi layers"، والتي لا تكون الطرق الأخرى مناسبة لإعادة تدويرها.

بينما يتم في الطريقة الرباعية "Quaternary Recycling Model"، استخدام النفايات البلاستيكية لاسترداد ونتاج الطاقة عن طريق حرقها للاستفادة من الطاقة الحرارية المخزنة فيها، وتعد هذه الطريقة الأكثر انتشاراً واستخداماً حيث أن طرق الحرق لا تتطلب أجهزة ومعدات معقدة لإعادة تدوير البلاستيك كما في الطرق الثلاثة الأخرى.

إن عمليات إعادة تدوير النفايات البلاستيكية توفر فرص استثمارية عديدة، ويمكن أن تتأسس على مخرجات ونواتج عمليات إعادة تدوير البلاستيك آلاف المشروعات الصغيرة والمتوسطة سواءً للمؤسسات أو للأفراد، وتعد من الاستثمارات الآمنة، حيث يزداد الطلب على منتجاتها يوماً بعد يوم، ويتدخل في معظم مناحي الحياة الحديثة، وكافة القطاعات الصناعية والزراعية، مثل الملابس، والحقائب، والأواني المنزلية، وخرطوم المياه، والأنابيب، والأدوات الصحية، وهياكل وتوصيلات الثلجات والغسالات وأجهزة الكمبيوتر، وكاميرات التصوير، وأجهزة الراديو والتلفزيون... إلخ. وتناسب كل المستويات الاقتصادية؛ سواء صغر أم كبر حجم الاستثمارات.

لذا فقد استعرض الفصل الثالث أيضاً تقنيات إعادة التدوير لأهم النفايات البلاستيكية الشائعة، وشملت تقنيات إعادة تدوير راتنج رقائق التغليف البلاستيكي، والتي قد تشمل مواد مضافة مساعدة لعمليات الطباعة، أو الطلاء، أو الحشوات "المواد المألثة". كما تم استعراض تقنيات إعادة تدوير القوارير البلاستيكية، حيث تعد راتنجات البولي إيثيلين تيريفيثالات، والبولي إيثيلين عالي الكثافة أكثر الراتنجات المستخدمة في إنتاج القوارير البلاستيكية المستهلكة، وخاصة المستخدمة في تعبئة المياه، والمشروبات، وتمثل أكثر من 95% من القوارير التي يتم

إعادة تدويرها، والنسبة المتبقية تصنع من البولي بروبيلين، ونسبة أقل من كل من البولي فينيل كلوريد، والبولي إيثيلين منخفض الكثافة.

يقدر الطلب على راتنجات البولي إيثيلين تيرفيثالات المستخدم في إنتاج القوارير البلاستيكية بنحو 24 مليون طن سنوياً، وذلك وفق إحصاءات 2017، وتتميز هذه النوعية من الراتنجات بانخفاض استهلاك الطاقة في عملية تصنيعها، وبإمكانية إعادة تدويرها، وهو ما جعلها من المواد الأولية المفضلة في إنتاج القوارير البلاستيكية، حيث أن عبوات البولي إيثيلين تيرفيثالات أكثر من 50% من البلاستيك المعاد تدويره في بعض الدول، بينما تمثل منتجات البولي إيثيلين عالي الكثافة المعاد تدويره نسبة ضئيلة، مقارنة بالبولي إيثيلين تيرفيثالات.

تطرق هذا الفصل أيضاً إلى التعريف بالأنواع الرئيسية من الألياف الاصطناعية المعاد تدويرها من البولي ستيرين، والبولي بروبيلين، حيث يقدر حجم السوق العالمي من الألياف الاصطناعية الجديدة بنحو 80 مليون طن سنوياً وفق إحصاءات عام 2017، ويمثل البولي إيثيلين تيرفيثالات نحو 70% منها، والمستخدم بشكل رئيسي في إنتاج الملابس والسجاد، وتمثل ألياف البولي بروبيلين نحو 25%، بينما يمثل النايلون حوالي 5% من حجم سوق الألياف الاصطناعية الجديدة.

على الرغم من أن أسواق ألياف البولي بروبيلين أكبر من أسواق ألياف النايلون، إلا أن ألياف سجاد النايلون هي الأكثر انتشاراً في عمليات إعادة تدوير الألياف، نظراً لانخفاض كلفة جمعها،

وإعادة تدويرها، خاصة عندما تكون هناك كميات كبيرة منها نسبياً، وذلك نظراً لتجانسها، كما أن أسعار راتنجات النايلون المعاد تدويرها أكثر ربحية في الأسواق، مقارنة بألياف البولي بروبيلين، والبولي إستر المعاد تدويرها.

بينت الدراسة أن معظم منتجات البولي فينيل كلوريد يتم دفنها في المكبات، بالإضافة إلى عمليات الحرق والتي تعد أحد خيارات التخلص منها، إلا هناك العديد من الاعتبارات والمحاذير البيئية، نتيجة تصاعد الداىوكسينات "dioxins"، وهي أحد أهم مسببات المشكلات الجينية. وللتغلب على تلك الاعتبارات البيئية، فإنه يتم استخدام تقنيات حديثة، تشمل عمليات إعادة التدوير الميكانيكي، والتي يتم فيها طحن النفايات البلاستيكية، وتحويلها إلى مسحوق بالإضافة إلى طرق التدوير الكيميائية للفصل الكيميائي بما يسمح بإزالة ومعالجة " إعادة استصلاح" الكلور، والسموم الأخرى.

تم أيضاً استعراض تقنية تحويل البلاستيك إلى كيماويات، وأن هذه التقنية متاحة لأنواع محددة من البوليمرات للإنتاج على المستوى التجاري، حيث يتم فيها تكسير النفايات "تحويلها" إلى منتجات أولية، أو وسيطة لإنتاج راتنجات جديدة، تستخدم على سبيل المثال في إنتاج قوارير البولي إيثيلين تيرفيثالات.

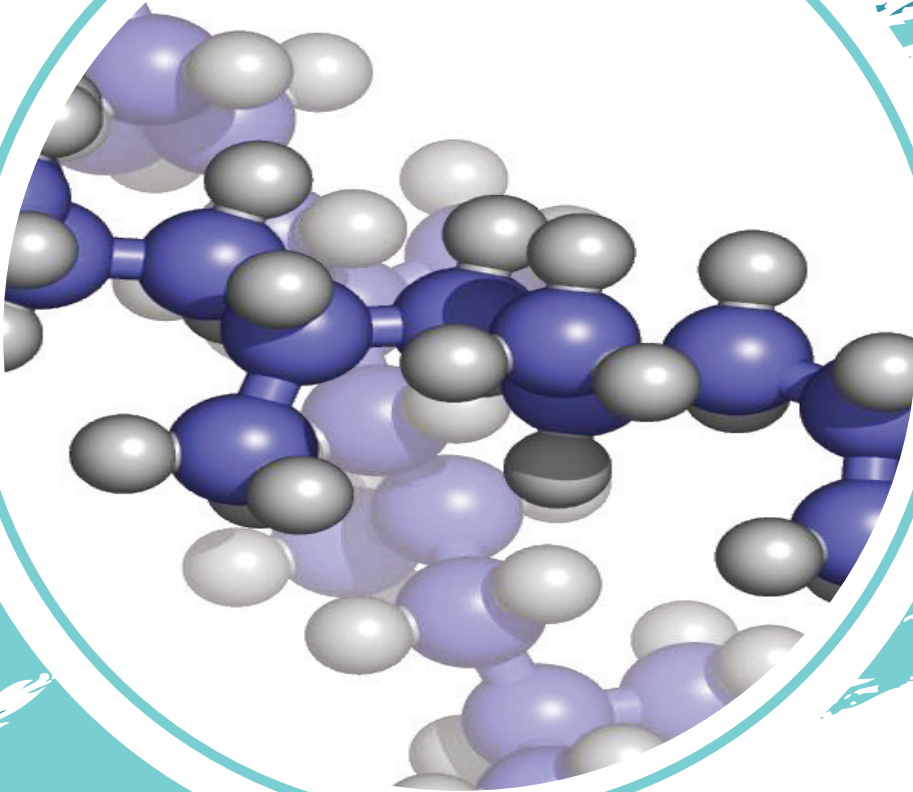
كما بينت الدراسة أن هناك العديد من الجهود والمحاولات، والابتكارات العلمية التي تهدف إلى تحسين الوضع البيئي الناتج عن النفايات البلاستيكية، ولكن لم يظهر تأثيرها بشكل جيد بعد،

بينما تفتقر بعض السياسات والتشريعات في هذا الشأن إلى وضع المعايير المناسبة، والتنسيق الملائم لسلسلة ومنظومة التدوير، وخطط الجمع، وأنظمة الفرز، وعمليات إعادة التدوير، وزيادة القيمة المضافة لنفايات البلاستيك. ويبقى الأمل معقوداً على الباحثين لإيجاد حلول ومبادرات مبتكرة لطرق وتقنيات إعادة تدوير البلاستيك، أو إنتاج بكتيريا لها القدرة على تحويل البلاستيك إلى مكوناته الأولية، أو إنتاج البلاستيك الحيوي القابل للتحلل، وغيرها من الابتكارات والأبحاث الطموحة التي تهدف إلى الحد من النفايات البلاستيكية المنتشرة بكثافة والتي تحتاج إلى سنوات طويلة لتتحلل.

شملت تلك المبادرات سياج عائم لجمع النفايات البلاستيكية الدقيقة، حيث ابتكر فريق من المهندسين في هولندا نظام جديد لمحاولة تنظيف المحيطات من النفايات البلاستيكية، تعتمد الفكرة المبتكرة في تركيب سياج عائم لجمع القطع النفايات البلاستيكية المختلفة من قوارير وأكياس بلاستيكية، وشبكات صيد وغيرها من النفايات الأخرى الموجودة في المحيطات بأعداد كبيرة. كما تمكن فريق من العلماء من ابتكار طريقة جديدة لاكتشاف النفايات البلاستيكية الدقيقة التي تتراوح أحجامها ما بين 20 مايكرومتر إلى 1 مم في البحار والمحيطات، تعتمد على استخدام صبغ يسمى **الصبغ أحمر نيلي "Dye Nile Red"**. ومن جانب آخر تمكنت مجموعة من علماء الأحياء الدقيقة في عام 2016 من اكتشاف طريقة جديدة لتطوير عمل إنزيم تفرزه أحد أنواع البكتيريا له القدرة على تكسير نفايات البولي إيثيلين تير فيثالات المستخدم في إنتاج قوارير المياه البلاستيكية المستهلكة ذات الاستخدام الواحد، وتحويلها إلى مكوناته الأولية من المواد الكيماوية، على نحو يتيح إمكانية استخدام هذه المكونات في إنتاج قوارير بلاستيكية جديدة لتتمكن تلك البكتيريا في النهاية من التخلص من تلك النوعية من النفايات خلال 96 ساعة، بدلاً من عدة مئات من السنوات لتتحلل في الطبيعة.

وأخيراً يختلف تعامل الدول مع مفهوم النفايات البلاستيكية حسب رؤية كل دولة حيث تراها بعض الدول عبئاً بيئياً، وأخرى على استعداد لدفع سعر منافس مقابل إستيراد تلك النفايات من مختلف دول العالم وإعادة تدويرها. لذا فقد تناول **الفصل الرابع** استعراض لتجارب بعض الدول في إدارة النفايات البلاستيكية وإعادة تدويرها، والتدابير اللازمة التي أقرتها للوقاية منها، والتي تهدف إما للحد من كمية النفايات الناتجة من القطاعات المختلفة، أو لتقليل الآثار البيئية الضارة. وتتضمن تدابير الحد من النفايات التي تتبعها عدد من دول العالم وخاصة دول الاتحاد الأوروبي، مبادرات لإعداد تصميمات أفضل للمنتجات البلاستيكية بهدف زيادة عدد مرات إعادة التدوير وخفض نسب المواد الضارة في المنتجات البلاستيكية، وزيادة المتانة أو الصلابة، وإنتاج منتجات لها القدرة على التحلل، وغيرها من التدابير الأخرى. لذا فمن المهم أن ننظر إلى الإجراءات التي تتخذها أو تخطط لها الدول لمنع النفايات البلاستيكية، وتحديد المجالات التي تتطلب زيادة الجهود. واختتمت الدراسة بالاستنتاجات والتوصيات.

المواد البلاستيكية، تصنيفها وخواصها وطرق تصنيعها



الفصل الأول

المواد البلاستيكية، تصنيفها وخواصها وطرق تصنيعها

1. تمهيد

البلاستيك أو البوليمرات، أو ما يعرف أيضاً باللدائن، عبارة عن مواد صناعية تصنع من مصادر بترولية، أو غازية، أو حيوية، يمكن تشكيلها في صور مختلفة. وقد دخلت المنتجات البلاستيكية في شتى مناحي حياتنا المعاصرة، حيث تستخدم المنتجات البلاستيكية في أغراض التعبئة، والتغليف، كما أنها مكون رئيسي في تصنيع الأدوات المنزلية، والصناعية، والطبية، والزراعية، والمنسوجات، وصناعة السيارات، والطائرات، كما أسهمت أيضاً في إنتاج الطاقات المتجددة، حيث يستخدم البلاستيك في إنتاج الخلايا الضوئية أحد أهم مكونات وحدات إنتاج الطاقة الشمسية، وفي إنتاج زعانف توربينات إنتاج الطاقة من الرياح.

كما ساعد التقدم التقني في إنتاج، وتطوير أنواع متعددة من البلاستيك ليكون صلّباً مثل الفولاذ، أو هشّاً مثل القطن، أو شفاف، أو عديم اللون مثل البلورة، أو بألوان متعددة. كما يُمكن أن يكون البلاستيك مطاطياً أو صلّباً، ويمكن تشكيله بأشكال مختلفة لا حصر لها.

على الرغم من مميزات، وفوائد البلاستيك فإن من أهم وأكبر مشاكله هي أن معظم أنواع البلاستيك يحتاج إلى وقت طويل جداً للتحلل، وأصبحت آليات التخلص من النفايات البلاستيكية مشكلة تسبب قلقاً بيئياً، واقتصادياً رئيسياً.

1.1. تركيب البلاستيك " البوليمرات"

البلاستيك مصطلح قديم كان يستخدم في القرن السابع عشر قبل اختراع مادة البلاستيك، وهو مشتق من الكلمة اليونانية بلاستيكوس "Plastikos" التي كانت تستخدم لوصف المواد التي

لها خاصية القولية، أو القدرة على القولية، والتشكل بالحرارة على هيئة قوالب " Molded or Fit for Molding"، وتستخدم حالياً كلمة البلاستيك لوصف البوليمرات أو اللدائن (201).

اللدائن، والبلاستيك، والبوليمرات ثلاث مصطلحات أو تعريفات لعائلة من المواد المتشابهة في مظهرها العام، ولكنها تختلف اختلافاً كبيراً من حيث تركيبها ومكوناتها، نجد أن مصطلح لدينة وجمعها "اللدائن" هو تسمية عربية لعائلة المواد التي تتكون من جزيئات صغيرة وكبيرة، وتتميز الأنواع الشائعة الاستعمال منها بقابلية التشكيل بالتسخين، أو بالضغط أو كليهما، وتتميز بليونتها وقابليتها للانضغاط، والثني، والسحب، لذا فإن هذه الخواص هي التي أعطتها اسم اللدائن.

أما البلاستيك فهو تسمية إنجليزية لنفس العائلة من المواد، التي تتميز بأنها إذا انضغطت بقوة أو سحبت بقوة تتغير أشكالها بسهولة أكثر من المعادن، ولعل هذه الخاصية هي التي أكسبتها أسم "البلاستيك"، وهو الترجمة لكلمة "Plastic"، وهو يعني تغيير شكل المادة إذا أثرت عليها قوة كبيرة نسبياً.

أما البوليمر فهو الاسم العلمي لنفس العائلة من المواد، وهو يعني المواد التي تتكون من عديد من كبير من الأجزاء الصغيرة، والتي تعرف بالمونيمر "Monomer". يوجد نوعان أساسيان من اللدائن، وهما اللدائن الطبيعية "البوليمرات الطبيعية" مثل المطاط الطبيعي والصمغ الطبيعي. أما النوع الثاني وهو الأكثر استخداماً وهو اللدائن المصنعة والتي يطلق عليها تجاوزاً مصطلح اللدائن المخلفة الاصطناعية "Synthetic Polymers" (3).

2.1. خلفية تاريخية

يرجع تاريخ اكتشاف اللدائن (البوليمرات) إلى عام 1833 عندما قام العالم "تشارلز جودير" بعمليات تقسية المطاط الطبيعي بالكبريت، تبعته التطورات التي أجراها العالم "جون ويزلي هيات" في عام 1868 في الولايات المتحدة الأمريكية على مادة السليوليد "Celluloid"، والتي أنتجت على النطاق التجاري، بهدف استبدال العاج المستخدم في تصنيع كرات لعبة البلياردو بها، إلا أن هذه المادة لم يمكن صبها في قوالب لتشكيلها بالشكل المطلوب، واقتصر الحصول عليها في شكل رقائق استخدمت في صناعة الهيكل الداخلي لنوافذ السيارات، وأفلام الرسوم المتحركة.

تم اكتشاف مادة "البكالايت" عندما أنتج العالم "ليو هندريك بايكلاند"، أول منتج بلاستيكي بمزج الفينول مع الفورمالدهيد، والحصول على بلاستيك الفينول - فورمالدهيد (الفينولييات) "Phenolics"، وهي من المواد البلاستيكية صعبة الاشتعال، واعتبرت الاكتشاف الحقيقي للبلاستيك وكان ذلك في عام 1907 (4). أصبحت هذه المادة من اللدائن الرئيسية لصنع مواد ومنتجات ذات مقاومة عالية للحرارة. وسرعان ما تبع ذلك إنتاج وتطوير الألياف الاصطناعية، والحريير الصناعي، في عام 1911 (5).

هذا وقد بدأت الدراسة المنهجية لعلوم البوليمرات منذ حوالي قرن من الزمان، وتحديدًا عام 1919، مع قيام العالم "هيرمان ستودنجر" Herman Staudinger، بإعادة تعريف البوليمرات، بأنها مركبات الكتلة الجزيئية العالية تتكون من جزيئات طويلة ترتبط مع بعضها البعض بروابط تساهمية (6،5).

شهدت عشرينيات القرن الماضي تطوراً بطيئاً، في حين تسارع هذا التطور في الثلاثينات والاربعينيات بعد معرفة مفهوم الصيغة البنائية للبوليمرات، وكان ذلك بعد أن وضع

"ستودنجر" نظريته الأولى في علم البوليمرات، والتي أوضحت بأن البوليمرات تتكون من جزيئات ضخمة، وأطلق مصطلح "جزئ كبير" - Macromolecule - لوصفها (4). كما ساهم بشكل كبير اكتشاف العالم "كارولز نايلون" في توضيح طبيعة وطريقة تصنيع البوليمرات سواء بطريقة البلمرة بالإضافة "Addition Polymerization"، أو بالتكثيف "Condensation Polymerization"، وما زال هذا التصنيف مستخدماً حتى الآن.

تطور علم البلاستيك تطورات سريعة ومتلاحقة حين أبتكرت تقنيات جديدة مكنت من فهم طبيعة البوليمرات بشكل أفضل، مما ساهم في إنتاج مواد بلاستيكية ذات خواص محسنة، ومتنوعة. كما شهدت الفترة من 1925 إلى 1950 نمو هائل في أعداد المنتجات البلاستيكية والتي نجح إنتاجها على النطاق التجاري، حيث تم إنتاج راتنجات الاكريليك، والبولي ستيرين المستخدم في إنتاج لعب الاطفال، ومواد التعبئة، والأدوات المنزلية، وأنتجت أيضاً راتنجات الميلامين لإنتاج الأطباق البلاستيكية، وإنتاج الأصباغ.

تم اكتشاف وإنتاج البولي إيثيلين خلال فترة الحرب العالمية الثانية، والذي يعد من أهم المواد البلاستيكية في العالم، وتم استخدامه خلال تلك الفترة في تطبيقات المعدات، والأجهزة الحربية خاصة كمادة عازلة لكابلات الرادار، كما تم تطوير وإنتاج راتنجات البولي إسترات الحرارية، والتي تستخدم حالياً في بناء القوارب العسكرية.

شهدت المواد البلاستيكية تطوراً كبيراً، كما تم تطوير منتجات جديدة بعد اكتشاف وتطوير العوامل الحفازة من قبل كل من "كارل زيغلر"، و"جوليو ناتا"، مما ساهم في القدرة على ترتيب التركيب الجزيئي للبوليمرات نتج عنه تصميم وإنتاج بوليمرات متخصصة.

شهدت فترة الخمسينيات من القرن الماضي أيضاً تطور وإنتاج مجموعة من المنتجات البلاستيكية والمعروفة باسم البلاستيك الحراري الهندسي "Engineering Thermoplastics"

مثل "الأسيتال"، و "البولي كربونات"، بالإضافة إلى النايلون، والفينوكسي، والبولي أميد، والبولي (أكسيد الفينيلين)، والبولي سلفون.

بينما شهدت فترة ستينيات وسبعينيات القرن الماضي إدخال، وإنتاج مواد بلاستيكية جديدة مثل لدائن البولي إستر الحرارية، والمستخدمة في إنتاج المكونات الخارجية للسيارات، وقطع الغيار، والقوارير، وإنتاج راتنجات النتريل "Nitrile Resins"، وإنتاج البلاستيك الحراري "High Temperature Plastic" لتلبية متطلبات المنتجات البلاستيكية التي تتطلب القدرة على العمل بشكل مستمر في درجات حرارة عالية، مثل كبريتيد البولي فينيل، وسلفون بولي إيثر، والتي صممت في البداية لتلبية متطلبات صناعات الطيران.

في السنوات الأخيرة تم تطوير وتصميم بوليمرات جديدة، ذات خواص معينة ومحددة مسبقاً تشبه البوليمرات التقليدية مع تحسين خواصها وإكسابها خواص مميزة، مثل البلاستيك الصلب، والألياف، والمطاط الصناعي، والرغوى "Foams"، وكان ذلك نتيجة لفهم أفضل للعلاقات بين تركيب "Structure" البوليمر وخواصه، وتوافر مونيمرات جديدة منخفضة التكلفة وأيضاً نتيجة إدخال تقنيات بلمرة حديثة.

3.1. تصنيع البلاستيك "البوليمرات"

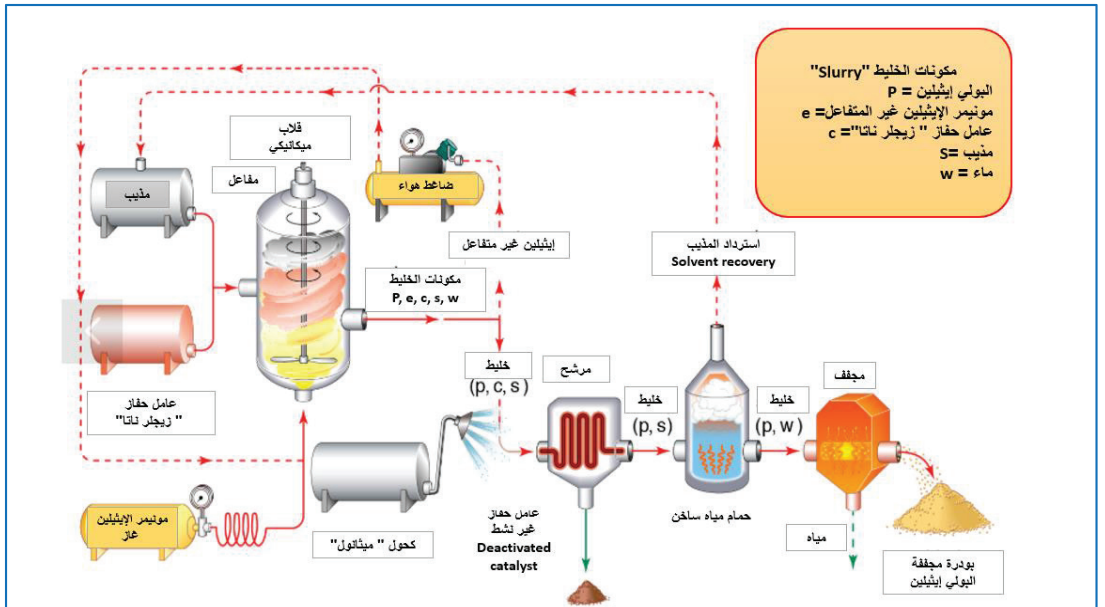
تتم عملية البلمرة أو تصنيع البلاستيك خلال ثلاث خطوات أساسية وهي: خطوة بدء التفاعل "Initiation"، وخطوة التكاثر أو النمو "Propagation"، ويتم فيها تكون السلسلة البوليميرية النامية، وبدء تكاثر السلسلة البوليميرية، ثم تأتي الخطوة الثالثة وهي خطوة الإنهاء "Termination"، ويتم فيها اكتمال بناء البوليمر وإنهاء تفاعل البلمرة. هناك عدة طرق رئيسية

للبلمرة، وأهمها طريقة البلمرة بالإضافة "Addition Polymerization"، وطريقة البلمرة بالتكثيف "Condensation Polymerization".

1.3.1. البلمرة بالإضافة

يتم فيها إضافة المونيمرات سواءً على شكل محلول، أو مستحلب "Emulsion"، أو بخار واحد تلو الآخر، ويكون البوليمر الناتج له نفس الوحدات "Units" المتكررة مثل المونيمر تماماً. ومن أمثلة هذه الطريقة، إنتاج البولي إيثيلين، والبولي سستيرين، والبولي أكريلونيتريل، والبولي ميثيل ميثاكريلات، والبولي كلوريد فينيل. يبين الشكل (1) مخطط طريقة بلمرة مونيمر الإيثيلين في الحالة الغازية لإنتاج البولي إيثيلين.

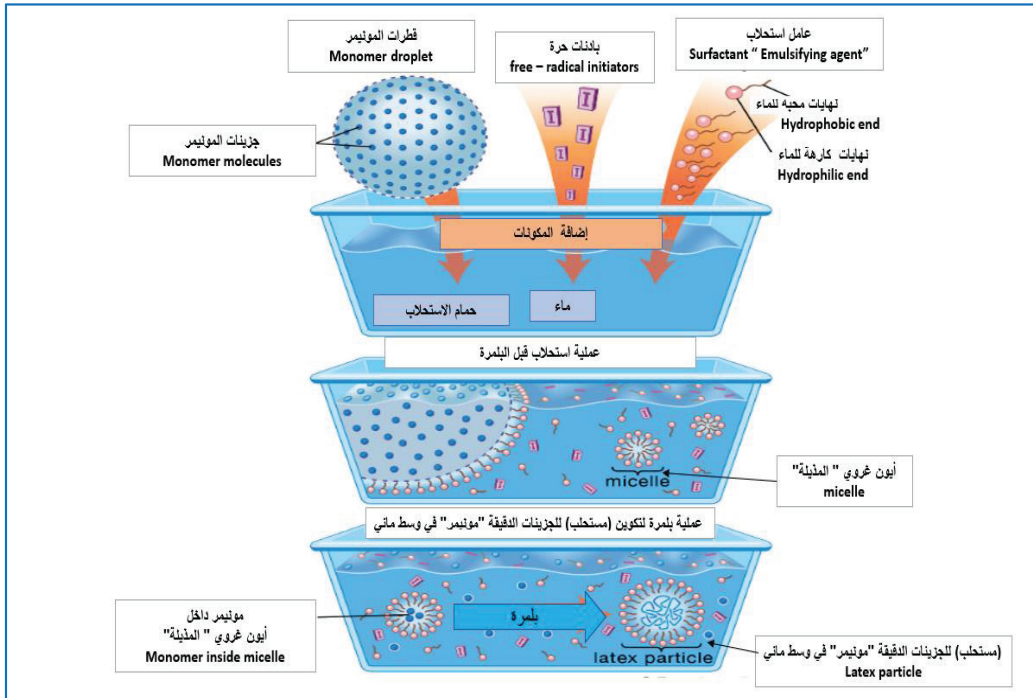
الشكل (1): مخطط طريقة بلمرة مونيمر الإيثيلين في الحالة الغازية لإنتاج البولي إيثيلين



المصدر: <https://www.britannica.com/science/polymerization/media/468745/17972>

أما في حالة إضافة المونيمرات على شكل مستحلبات، يتكون فيها مزيج البلمرة المستحلبة من الوسط الانتشاري كالماء، وعامل استحلاب "Emulsifying Agent"، وتكون عادة على شكل جسيمات غروية صابونية مختلفة الأحجام، تكون نهايتها المحبة للماء "Hydrophilic"، إلى الخارج، والنهايات الكارهة للماء "Hydrophobic" إلى الداخل، ويضم المزيج أيضاً البادئ "Initiator"، والمونمر والذي يكون جزءاً منه ذائباً في المستحلب، وجزء آخر منتشر على شكل قطرات ومستقرة فيه، يبين الشكل (2) مخطط طريقة البلمرة بالإضافة للبوليمرات في الحالة المستحلبة.

الشكل (2): مخطط طريقة البلمرة بالإضافة للبوليمرات في الحالة المستحلبة

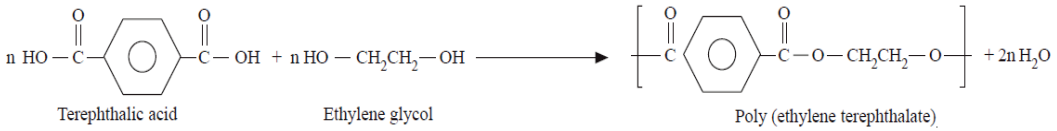


المصدر: <https://www.britannica.com/science/polymerization/media/468745/17972>

2.3.1. البلمرة بالتكثيف Condensation

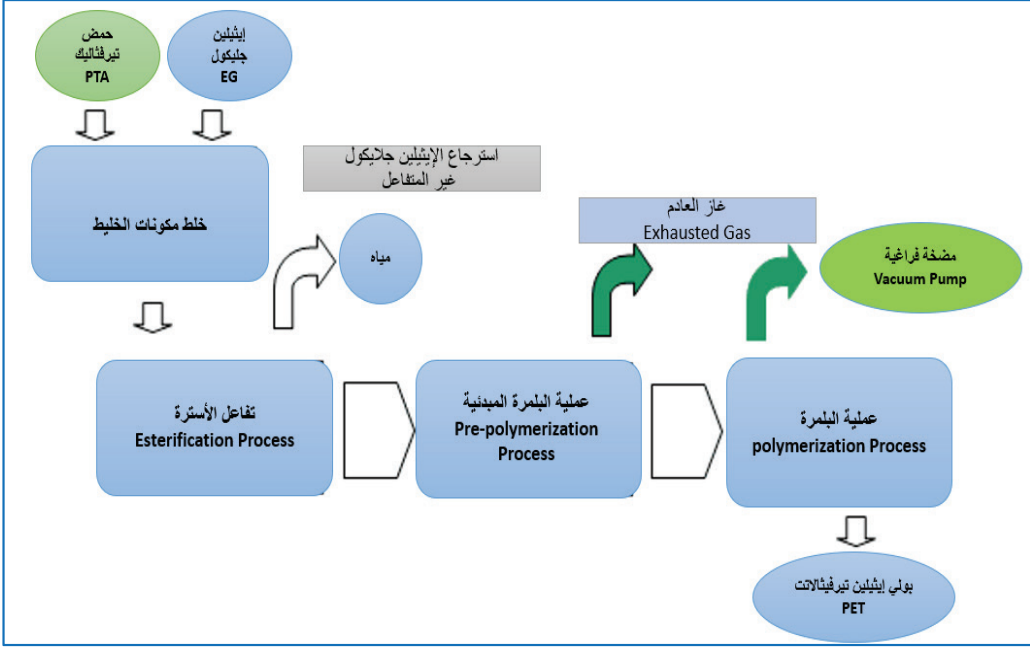
يتكون في طريقة البلمرة بالتكثيف بوليمر خطي إذا كان المونيمر يحتوي على مجموعتين فعاليتين، بينما يتكون البوليمر المتشابك إذا كان المونيمر يحتوي على عدة مجاميع فعالة. وينتج في البلمرة بالتكثيف نواتج ثانوية "by products"، ويتم تكثيفها لذا اشتقت منه تسمية الطريقة "بالتكثيف".

تتميز بوليمرات التكثيف عادة بوجود مجاميع رابطة لربط الوحدات المتكررة مع بعضها كمجموعة الاستر "(-C(=O)-)" في البولي إسترات، والاميد "NHCO" في البولي اميدات، وتعتبر هذه السمة الأساسية في تمييز البوليمرات التكثيفية عن بوليمرات الاضافة. من أمثلة طريقة البلمرة بالتكثيف، إنتاج البولي إيثيلين تيرفيثالات، بتفاعل حمض التيرفيثاليك مع الإيثيلين جليكول طبقاً للمعادلة التالية:



وكذلك إنتاج البولي إسترات الناتج من تكثيف أنهيدريد حمض الفيثاليك "حمض كربوكسيلي ثنائي"، مع الجليسيرول "كحول ثلاثي". يبين الشكل (3) مخطط إنتاج البولي إيثيلين تيرفيثالات بطريقة البلمرة بالتكثيف.

الشكل (3): مخطط إنتاج البولي إيثيلين تيريفثاللات بطريقة البلمرة بالتكثيف



المصدر : http://www.hitachi.com/businesses/infrastructure/product_site/ip/process/pet.html

4.1. أنواع البلاستيك

يدخل البلاستيك في مجموعة واسعة من المنتجات وقد حل محل مواد أخرى كثيرة، مثل الخشب، والمعادن، والزجاج. يوجد حوالي 700 نوع من اللدائن الحرارية فقط "Thermoplastic"، مجمعة في أكثر من 18 عائلة من البوليمرات، ومن أكثر البوليمرات شيوعاً البولي إيثيلين (PE)، والبولي بروبيلين (PP)، والبولي فينيل كلوريد (PVC)، والبولي إيثيلين تيريفثاللات (PET)، والبولي ستيرين الممتد (EPS) (8). يمثل البلاستيك الحراري نحو 91% من إجمالي إنتاج البلاستيك عالمياً (24)، يضم الجدول (1) الأنواع الأكثر شيوعاً، واستخداماً من البلاستيك الحراري، والبلاستيك المتصلد بالحرارة.

الجدول (1): الأنواع الأكثر شيوعاً، واستخداماً من البلاستيك الحراري، والبلاستيك المتصلد بالحرارة

البلاستيك المتصلد بالحرارة
"Thermoset"

* البولي يورثان.
"Poly urethane".
* البولي إيستر غير المشبع.
"Unsaturated polyester."
* راتنجات الإيبوكسي.
"Epoxy resins".
* راتنجات الميلامين.
"Melamine resin".
* الفينيل إستر.
"Vinyl ester"
* السيليكون.
"Silicone".
* الفينيل -فورمالدهيد.
"Phenol-formaldehyde".
* اليوريا - فورمالدهيد.
"Urea-formaldehyde".
* الراتنجات الفينولية.
"Phenolic resins".
* راتنجات الأكريلك.
"Acrylic resins"، ... إلخ

البلاستيك الحراري
"Thermo Plastic"

*البولي إيثيلين "PE".
*البولي بروبيلين "PP".
*البولي فينيل كلوريد "PVC".
*البولي إيثيلين تيريفثالات "PET".
*البولي ستيرين "PS".
*البولي ستيرين الممتد "EPS".
*أكريلونتريل - بيوتاديين- ستيرين
"ABS".
*إستيرين -أكريلونتريل "SAN".
*البولي أميد "PA".
*البولي كربونات "PC".
*البولي ميثيل ميثاإكريلات "PMMA".
*المطاط الحراري "Thermoplastic"
"Elastomers"-(TPS).
*بولي أريل سلفون "PSU".
*الفلورو أميد.
*البولي إيثر إيثر كيتون "PEEK".
*البولي أوكسي ميثيلين "POM".
*البولي بيوتيلين تيريفثالات "PBT"،
إلخ....

1.4.1. تصنيف البلاستيك

تصنع الكثير من منتجات البلاستيك مثل قوارير المياه وعبوات حفظ الطعام، من أنواع مختلفة من البلاستيك، ولذلك قامت جمعية صناعة البلاستيك "SPI"، بتأسيس نظام لتصنيف البلاستيك، حتى يسهل التأكد من نوع البلاستيك المستخدم من حيث ملائمة لتحقيق الغرض منه، ومساعدة القائمين على عمليات إعادة تدوير البلاستيك على فرزها بسهولة من خليط النفايات البلاستيكية، وإعادة تصنيعه بشكل سليم، والتخلص من الأنواع الأخرى المختلفة بصورة صحيحة دون إلحاق ضرر بالأفراد أو بالبيئة. لذلك فإن لكل نوع بلاستيك رمز "رقم"، أو ما يطلق عليه كود تعريفي "Plastic Identification Number- PIN"، وهي عبارة عن أرقام من 1 إلى 7 داخل مثلث التدوير وتمثل الأنواع المختلفة للبلاستيك (21).

الرمز (1) يميز هذا الرقم منتجات مادة البولي إيثيلين تيريفثاليت "PET"، التي تستخدم في تصنيع قوارير المياه، والمشروبات الغازية، والعصائر، ويتم التخلص منها ولا يُعاد تعبئتها مرة أخرى، نظراً لمقدرة هذه العبوات على امتصاص جزء من المواد المعبأة بها، كما يمكن أن تنمو البكتريا فيها، لذا تستخدم هذه المنتجات لمرة واحدة فقط.

الرمز (2) يميز هذا الرقم منتجات مادة البولي إيثيلين عالي الكثافة "HDPE"، والتي تتميز بالصلابة، والقوة والقدرة على تحمل، ومقاومة نفاذية الرطوبة والغاز، مثل إنتاج الأكياس البلاستيكية، وعبوات الحليب، والعصائر، والمنظفات ومنتجات العناية الشخصية.

الرمز (3) يميز هذا الرقم منتجات البولي فينيل كلوريد "PVC"، والتي تتميز منتجاتها بالوضوح، والقوة، والقدرة على التحمل، وتستخدم في إنتاج عبوات الزيوت، وإنتاج المواسير البلاستيكية في قطاع البناء والتشييد.

الرمز (4) يميز هذا الرقم منتجات البولي إيثيلين منخفض الكثافة "LDPE"، والتي تتميز بالقوة، والقدرة على التحمل، والمرونة، وسهولة الغلق، وحجز الرطوبة وهي منتجات آمنة صالحة وأمنة للأطعمة في درجة الحرارة العادية. تستخدم في صناعة الأكياس البلاستيكية، والأكياس البلاستيكية المستخدمة في تغليف المخبوزات، وأغطية العبوات.

الرمز (5) يميز هذا الرقم منتجات البولي بروبيلين "PP"، والتي تتميز بالقوة، وتحمل ومقاومة درجات الحرارة والمواد الكيماوية والدهون والزيوت، وهي متعددة الاستعمالات، وقابلة لإعادة الاستخدام، ولها القدرة على حجز الرطوبة. تدخل في صناعة أكواب الزبادي، وعبوات اللبن، وتصنيع الأكواب والصحون، وتستعمل في أفران الميكرويف.

الرمز (6) يميز هذا الرقم منتجات البولي ستيرين "PS"، والتي تتميز بالشفافية، وسهولة التشكيل. تدخل في إنتاج حاويات البيض وصنع الأغطية التي تستخدم لمرة واحدة، والصحون والصواني، والسكاكين، والأكواب البلاستيكية، والفوم "الرغاوي" المستخدم في صناعة أكواب الشاي والقهوة.

الرمز (7) هو الأخطر على الإطلاق، لأنه يرمز لعدة مواد منها "البولي كربونات" التي تحتوي على البيسفينول أيه "bisphenol-A (BPA)" التي تؤدي إلى خلل بعض الهرمونات في الجسم وتسبب العديد من المشكلات، وخاصة على الأطفال لأنه كان يصنع منه بعض ألعاب وأدوات الأطفال، وأيضا العديد من المنتجات كالنظارات وحافظات الهواتف (21). **يبين الشكل (4)** الشفرات "الرموز" الموجودة على المنتجات البلاستيكية، ومدى أمان أو خطورة كل نوع.

شكل (4): الشفرات "الرموز" الموجودة على المنتجات البلاستيكية، ومدى أمان أو خطورة كل نوع

يستخدم غالباً لعبب المياه والعصير والمعلبات		آمن ويستخدم لمرة واحدة فقط	 PETE
عند استخدامه أكثر من مرة يتحول لمادة مسرطنة تنتقل للأكل.			
يوجد غالباً في ألعاب الأطفال و علب المنظفات والحليب		آمن قابل للتدوير	 HDPE
لا ينصح باستخدامه للأطعمة.			
يستخدم غالباً في التغليف الشفاف		سام وخطر	 V
خصوصاً عند استخدامه لفترة طويلة.			
يوجد غالباً في ألعاب الأطفال وعلب المنظفات وأكياس التسوق		آمن نسبياً	 LDPE
لا ينصح باستخدامه للأطعمة.			
يوجد غالباً في العلب الحافظة للطعام		الأكثر أماناً	 PP
يمكن استخدامه في المايكرويف والتلجدة وتحمل درجات الحرارة العالية.			
يشبه الفلين الطبيعي ويستخدم في الأكواب وعلب حفظ الطعام		سام وخطر	 PS
ويمنع استخدامه في بعض الدول.			
ينتشر غالباً في علب المياه الكبيرة والرضاعات. تأكد من خلوه من مادة BPA.		غير مصنف	 OTHER
يفضل عدم استخدامه لاحتمال كونه خليط من الأنواع السابقة.			

5.1. الإضافات

هناك الآلاف من الإضافات التي يمكن إضافتها إلى المواد البلاستيكية، الأغلبية منها لا تؤثر على البيئة، أو صحة الإنسان، حيث إنها إما أنها لا تهاجر " تنتقل " بسهولة من البوليمر المحتوي عليها، أو أن ليس لها خواص سُمية. إلا أن هناك عدد ه " بيسفينول-إيه" (BPA)، ومثبطات اللهب من مشتقات البروم، والفيثاليت، وإضافات المثمن الإضافات موضع جدل بسبب الاضرار الصحية التي قد تسببها، مثل ثنائي الفينول-أينات "Stabilizers" المصنعة من الكادميوم / الباريوم، والرصاص، حيث من الممكن أن تهاجر " تنتقل " بعض مكونات هذه الإضافات إلى سطح البوليمر فتسبب تلوث للأغذية أو الأدوية، مما يستلزم الحرص في اختيار المناسب منها.

أدت الأبحاث العلمية الحديثة إلى حظر بعض الإضافات في بعض التطبيقات الغذائية والدوائية، وغالبا ما يتم التعامل بحرص مع الإضافات البلاستيكية، وتشترط إدارة الغذاء والدواء الأمريكية "FDA" توفر مواصفات معينة في الإضافات المستخدمة في التطبيقات الغذائية والدوائية على وجه الخصوص، وإجراء اختبارات كيميائية وحيوية عليها للتأكد من سلامتها لصحة الإنسان (16).

تضاف مجموعة واسعة من الإضافات إلى البلاستيك المنصهر أثناء عمليات التشكيل والتصنيع لتسهيل عمليات التصنيع، وتقليل التكلفة، وتشمل على سبيل المثال المزلقات "Lubricants"، مثل ستيرات الزنك "Zinc Stearate" المستخدم في صناعة منتجات البولي إيثيلين، كما تضاف المثبتات "Stabilizers" سواء كانت مركبات عضوية معدنية، أو أملاح أحماض دهنية، أو أكاسيد غير عضوية "Inorganic Oxides" لإعاقة أو منع حدوث تحلل للبوليمرات نتيجة تعرضها للحرارة أو للضوء أثناء تخزينها، ولزيادة فترات استخدام البلاستيك.

بينما تستخدم الملدنات "Plasticizers" مثل الفينيل "Vinyles"، والأكريلك، أو السيليلوز "Cellulosic" لجعل البوليمرات مرنة ولينة، ولخفض درجة انصهارها، ودرجة حرارة التزجيج أو ما يطلق عليها أيضاً درجة الانتقال الزجاجي "Tg" وهي درجة الحرارة التي يتحول عندها البوليمر إلى الحالة الزجاجية "تحول من سائل لزج إلى مادة صلبة وقوية أو زجاجية - دون أن يحدث له تبلور" (20).

تستخدم حوالي 90 ٪ من جميع الملدنات المنتجة عالمياً في صنع منتجات مرنة من البولي فينيل كلوريد "PVC" (18). يذكر أنه تم تصنيع البولي فينيل كلوريد لأول مرة في القرن التاسع عشر، ولكن بسبب قلة قابليته للتشغيل والتشكيل في عدم وجود الملدنات، ومثبتات الحرارة لم يتم تسويقه أو استخدامه بكثرة في ذلك الوقت. حتى بدأ العالم الألماني فريتز كلات "Fritz Klatt" في وقت مبكر من القرن العشرين، في مزج هذا البوليمر القاس والهش مع إسترات وزيت كمنعمات "Softeners" حتى تمكن من إنتاج البولي فينيل كلوريد المرن تجارياً، وهكذا ولدت فكرة استخدام الملدنات كمكونات رئيسية للتركيبات البلاستيكية، والسماح بسهولة تشغيله وتشكيله واستخدامه في عديد من التطبيقات المختلفة والمتنوعة.

بحلول عام 1943 زاد بشكل كبير الطلب على منتجات الملدنات، وهناك بالفعل أكثر من 150 نوع من الملدنات المستخدمة مع المواد البلاستيكية (18). سرعان ما أصبحت إسترات حمض الفيتاليك أهم فئة من الملدنات، بسبب كفاءتها وانخفاض تكلفتها إنتاجاً، وأصبح مركب داي (2- إيثيل هيكسيل) فيثالات "DEHP" من الملدنات الأكثر استخداماً على نطاق واسع، وساهم في نجاح تصنيع منتجات من البولي فينيل كلوريد مناسبة للاستخدامات الطبية. (18).

تضاف أيضاً بعض الإضافات المضادة للأكسدة "Antioxidants" والتي تسهم في إعاقة حدوث عمليات الأكسدة، كما تضاف أحياناً إلى البلاستيك مواد مضادة لتكوين الشححات السالبة على أسطحه فيما يعرف بالكهرباء الساكنة. وقد تضاف بعض الإضافات أو عوامل الانزلاق "Slip Agents" في صناعة بعض اللدائن مثل البولي إيثيلين، والبولي بروبيلين بهدف تقليل معامل الاحتكاك "Coefficient of Friction". تضاف أيضاً إضافات التلوين والأصباغ، وإضافات السطوع البصري واللون "Optical Brightness and Colour"، وإضافات منع التغيث "Anti-fogging" (14) لإكسابها اللون والمظهر المرغوب.

من أهم العوامل المؤثرة على خصائص خليط البلاستيك هو درجة التجانس بين مكونات الخليط، توجد طرق مختلف لإحداث هذا التجانس (15)، وتستخدم أنواع عديدة من إضافات التجانس "Compatibilizer" تعمل على زيادة نسب التجانس فيما بينها، وذلك لزيادة الترابط والانتشار بين أطوار البوليمرات وبعضها، وتقلل من التوتر السطحي بين أطوار البوليمر وتزيد من قوى التلاصق بينهم فيظهر وكأنهم طور واحد.

إضافة بعض المواد أو الإضافات من الممكن أن يساعد على تجانس نوعين مختلفين من البوليمرات عند خلطهما سوياً، ومع ذلك، فإن بعض الإضافات الأخرى قد تغير بشكل كبير من خصائص البلاستيك المعاد تدويره (مثل إضافات مقاومة حساسية درجة الحرارة، والأكسدة، والهشاشة "Brittleness" مقارنة مع البلاستيك البكر "Virgin Material". في بعض الحالات، يمكن التغلب على ذلك من خلال بعض خطوات التنقية، والترشيح، والغسل بالمذيبات، أو باستخدام مثبتات، ومع ذلك فإن هذه العمليات تضيف تكلفة إضافية إلى التكلفة الإنتاجية وبالتالي تقلل من القدرة التنافسية للمواد البلاستيكية المعاد تدويرها، مقارنةً بالبلاستيك الجديد (16).

يتنوع محتوى الإضافات في منتجات البلاستيك المختلفة بشكل كبير، من أقل من 1 % في قوارير البولي إيثيلين تيرفيثالات "PET"، وتصل إلى ما بين 50-60 % في منتجات البولي فينيل كلوريد "PVC" (16). غالبًا ما يجب تحقيق توازن بين الخواص التقنية المطلوب تحسينها، والتكلفة الاقتصادية، حيث أن تكلفة بعض الإضافات قد تكون أعلى بكثير من تكلفة إنتاج البوليمرات الرئيسية. ومع ذلك، فإن البعض الآخر غير مكلف، مثل المواد المانعة الحشوات غير العضوية مثل الحجر الجيري أو مسحوق بودرة "التلك" (16). غالبية الإضافات لا تتغير أو تستهلك أو تتحلل أثناء عمليات إعادة التدوير بالطرق الميكانيكية، لأنها مقاومة لدرجات الحرارة المستخدمة، إن وجود هذه النوعية من الإضافات لا يؤثر سلباً على خصائص البلاستيك المعاد تدويره. يبين الجدول (2) قائمة ببعض أنواع الإضافات المستخدمة لتحسين خواص البلاستيك.

الجدول (2) قائمة ببعض أنواع الإضافات المستخدمة لتحسين خواص البلاستيك

المواد المستخدمة	نسبة الاستخدام % بالوزن	الإضافة
<ul style="list-style-type: none"> بيسفينول إيه (BPA) مركبات الكاديوم. مركبات الرصاص. مركبات النونيل فينول. مركبات الأوكثيل فينول. 1،3،5- تريس (اوكسييران-2-يميثيل) -5،3،1- تراي إزبان-6،4،2- ترايون. "1,3,5-Tris(oxiran-2-ylmethyl) - 1,3,5-triazinane-2,4,6-trione" نونيل فينول (أملاح الباريوم والكالسيوم). 	<ul style="list-style-type: none"> 0.05-4%. تعتمد النسبة المستخدمة على التركيب الكيميائي للإضافة، والبوليمر. مضادات الأكسدة الفينولية تستخدم بكميات منخفضة، أما والفوسفيت "Phosphites" فيستخدم بنسب أعلى. وتستخدم أقل النسب في منتجات البولي إيثيلين عالي، ومنخفض الكثافة الخطي (LLDPE)، (HDPE)، وتستخدم نسب أعلى في منتجات البولي ستيرين بأنواعه "HIPS&GIPS". تستخدم مركبات الكاديوم، والزنك، والرصاص، والقصدير، والباريوم في منتجات البولي فينيل كلوريد. وتعد مركبات الرصاص الأكثر كفاءة من غيرها، وتستخدم في كميات أقل. 	<ul style="list-style-type: none"> المثبتات "Stabilizers" مضادات الأكسدة، مثبتات الأشعة فوق البنفسجية، ومثبتات الحرارة " Heat Stabilizers".
<ul style="list-style-type: none"> مواد بارافينية مكلورة قصيرة، ومتوسطة السلسلة " Chlorinated Paraffins SCCP-MCCP " دي ايزو بوتيل فيثالات "DIHP". البنزيل بيوتيل فيثالات (BBP). مكرر (2-إيثيل هكسيل) فيثالات (DEHP). مكرر (2 - ميثوكسي إيثيل) فيثالات (DMEP). دي بوتيل فيثالات (DBP). دي سوبوتيل فيثالات (DiBP). تريس (2 - كلورو إيثيل) فوسفات (TCEP). 	<ul style="list-style-type: none"> تتراوح نسب استخدامها في منتجات البولي فينيل كلوريد المرنة "Flexible" ما بين 20-60%. *تستهلك منتجات البولي فينيل كلوريد حوالي 80-90% من إجمالي استهلاك الملدنات. 	<ul style="list-style-type: none"> الملدنات "Plasticizers"

تابع الجدول (2) قائمة ببعض أنواع الإضافات المستخدمة لتحسين خواص البلاستيك

المواد المستخدمة	نسبة الاستخدام % بالوزن	الإضافة
<ul style="list-style-type: none"> ● مواد بارافينية مكلورة قصيرة، ومتوسطة السلسلة " Chlorinated Paraffins SCCP-MCCP " ● حمض البوريك. ● مثبطات اللهب من مشتقات البروم "Brominated flame retardants" ● تريس (2 - كلورو إيثيل) فوسفات (TCEP). ● حمض البوريك. 	<ul style="list-style-type: none"> ● تستخدم في منتجات البولي فينيل كلوريد اللينة "Soft"، والعازل، والتغليف بنسب 5-30%. ● مشتقات البروم تستخدم بنسب 12-18%. ● يوجد منها ثلاث مجموعات " عضوية غير فعالة "nonreactive"، وفعالة، وغير عضوية. 	<ul style="list-style-type: none"> ● مثبطات اللهب "Flame retardants"
<ul style="list-style-type: none"> ● كربونات الكالسيوم. ● بودرة التلك، الطين "الطفله" Clay. ● أكسيد الزنك. ● مسحوق معدني. ● مسحوق الخشب. ● الأسيتوس. ● كبريتات الباريوم. ● التراب الدياتومي أو الدياتوميت " silicious earth " 	<ul style="list-style-type: none"> ● تستخدم بنسب تصل إلى 50%. ● تستخدم كربونات الكالسيوم في الأرضيات البلاستيكية بنسب عالية جداً (50٪)، وتصل نسبتها في مكونات الأنابيب من 0-30 ٪ أو أكثر.. ● تستخدم الألياف الزجاجية، وبودرة التلك في منتجات البولي بروبيلين " PP " في تطبيقات صناعة السيارات، وعادة ما تكون في حدود 20-40 ٪. ● تستخدم أيضاً الألياف الزجاجية أيضاً في البوليمرات الهندسية (مثل PA أو PBT) في تقوية وتعزيز المنتجات، وتتراوح نسبتها ما بين 5-70%. 	<ul style="list-style-type: none"> ● المواد المألوفة، أو الحشوات "Filers"
<ul style="list-style-type: none"> ● مركبات كبريتيد الزنك، أكسيد الزنك، أكسيد الحديد. ● مركبات الكاديوم – المنغنيز. ● مركبات ثاني أكسيد التيتانيوم. ● مركبات الكاديوم. ● مركبات الكروم. ● مركبات الماغنسيوم. ● مركبات الرصاص. 	<ul style="list-style-type: none"> ● تستخدم بنسب تتراوح ما بين 0.01 - 10 % 	<ul style="list-style-type: none"> ● الملونات غير العضوية Inorganic " Pigments "

تابع الجدول (2) قائمة ببعض أنواع الإضافات المستخدمة لتحسين خواص البلاستيك

المواد المستخدمة	نسبة الاستخدام % بالوزن	الإضافة
<ul style="list-style-type: none"> • مركبات كوبالت ثنائي الأسيئات " غير قابلة للذوبان". 	تستخدم بنسبة 0.01-2.5 %	الملونات العضوية "Organic Pigments"
<ul style="list-style-type: none"> • مركبات الأزو. 	<ul style="list-style-type: none"> • تستخدم في المنتجات البلاستيكية ذات الشفافية عالية، مقاومة محدودة للحرارة والضوء • تستخدم لإعطاء خواص لونية مشرقة. 	ملونات الأزو الذائبة Soluble Azo-colorants
<ul style="list-style-type: none"> • الألياف الزجاجية. • ألياف الكربون. • ألياف الأراميد. 	تستخدم بنسب 15-30 %	معززات، مقويات " Reinforcements"
<ul style="list-style-type: none"> • أزو دي كاربوناميد "Azodicarbonamide"، • بنزين دي سلفونيل هيدرازيد (BSH)، • البنتان، • ثاني أكسيد الكربون. 	<ul style="list-style-type: none"> • تعتمد نسبة استخدامها على كثافة الرغوة، وإنتاج الغاز المحتمل للعامل. 	عوامل التشكيل بالنفخ "Blowing Agent"
<ul style="list-style-type: none"> • إضافات الانزلاق تقلل من الاحتكاك وتتيح سهولة التعامل مع البوليمر. • يعد استخدام إضافات الانزلاق في البلاستيك مطلبًا عمليًا لكل من المنتج والمستهلك النهائي. • يمكن أن يؤدي الاحتكاك العالي إلى صعوبات في لف لفات الرقائق، وإنتاج الأكياس، وعمليات التغليف. 	<ul style="list-style-type: none"> • 0.1 - 3 %. • تعتمد النسبة المستخدمة على التركيب الكيميائي لعامل الزلق، ونوع البوليمر البلاستيكي. 	عوامل الزلق/ الانزلاق " Slip agents"
<ul style="list-style-type: none"> • 4,4'-داي امينو ثنائي فينيل ميثان (MDA)، "4,4'-Diaminodiphenylmethane (MDA)"; • 2,2'-داي كلورو -4,4'-ميثيلين داي أنيلين "2,2'-dichloro-4,4'-methylene dianiline (MOCA)"; • الفورمالدهيد - منتجات التفاعل مع الأنيلين. • الهيدرازين. 	<ul style="list-style-type: none"> • 0.1 - 2 %. • البيرو وكسيدات المحفزات، المعجلات. 	عوامل المعالجة "Curing Agents"

المصدر: Improving Markets for Recycled Plastics: Trends, Prospects and Policy Responses, OECD Publishing, Paris, 2018.

6.1. طرق تصنيع وتشكيل البلاستيك

يصنع منتج البلاستيك النهائي من خلال مرحلتين، أولهما إنتاج الراتنج من موادها الأولية من المشتقات البترولية " نافتا أو غاز"، أو من المصادر الحيوية، وتقوم الشركات العالمية الكبرى باستثمارات ضخمة طويلة الأجل، وتعتمد في عملها على مصانع البتروكيماويات، حيث تتوفر بها معامل تطوير وأبحاث حديثة، ومتخصصين لإنتاج أنواع مختلفة من الراتنج في أشكال قياسية "Standard" كالمساحيق، والحبيبات، والسوائل، والعجان. أما المرحلة الثانية من صناعة البلاستيك فهي إنتاج المنتج النهائي، بطرق تشكيل "قولبة" مختلفة، القولبة أو التشكيل "Molding"، هي تقنية عامة يمكن استخدامها مع المواد البلاستيكية من اللدائن الحرارية، أو المتصلدة حرارياً لتصنيع منتج نهائي يصلح للاستعمال والاستهلاك اليومي.

يتميز البلاستيك بأنه يمكن أن يتحول إلى مادة لينة وربما سائلة عند درجات حرارة منخفضة نسبياً قد تصل إلى 150-200 م. وهذه الخاصية تساعد على تشكيله قبل احتراقه، ويمكن استخدام قوالب مختلفة التصاميم لإنتاج ألواح، أو مواد رغوية، أو منتجات مجوفة، أو صلبة، وبمختلف الأحجام والمقاسات حسب الاستخدام النهائي المطلوب للمنتج (6)، ومن أهم طرق التشكيل والتصنيع للبلاستيك ما يلي:

1.6.1. طريقة القولبة " التشكيل " بالحقن "Injection molding"

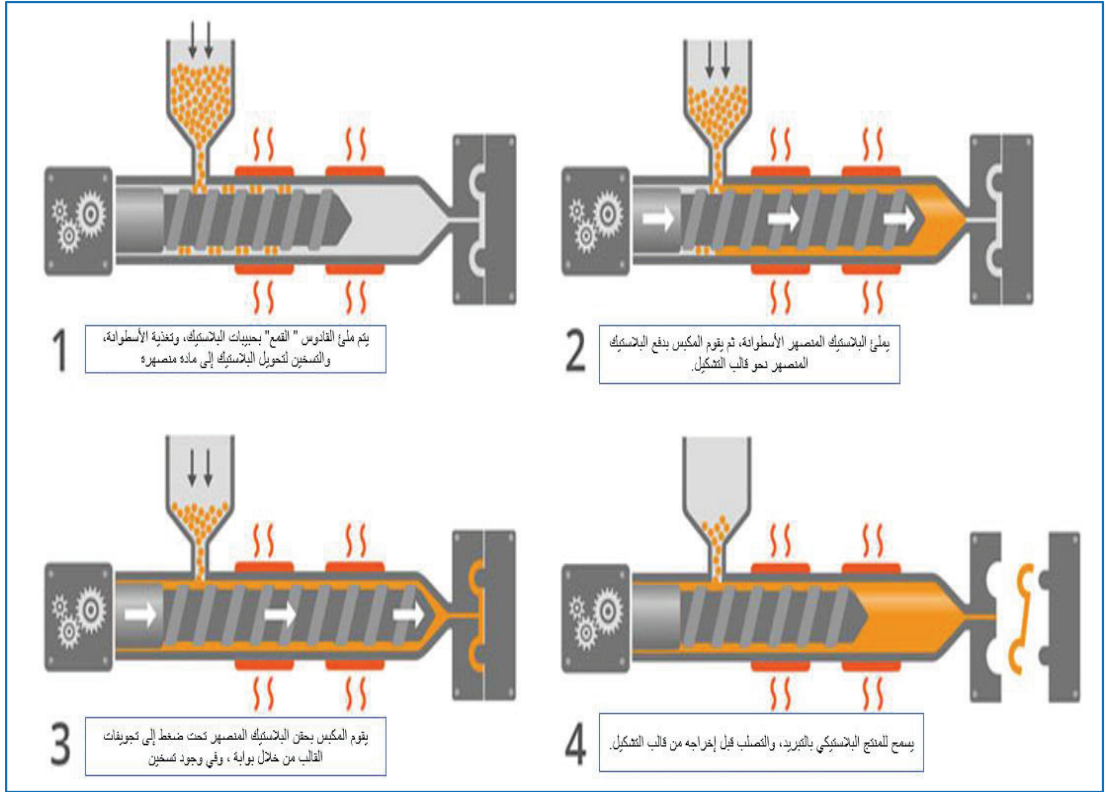
تعد طريقي التشكيل بالحقن، والبتق "Extrusion" من أكثر الطرق المستخدمة على نطاق واسع لتصنيع البلاستيك الحراري (6). وتعتبر طريقة التشكيل بالحقن من الطرق الاقتصادية، وتصلح لإنتاج منتجات بلاستيكية صغيرة أو كبيرة الحجم، هذا ويتم إضافة مجموعة متنوعة

من الإضافات، والمحسّنات أثناء عمليات التشكيل أو التصنيع لتحسين الخواص النهائية للمنتجات، حسب الاستخدام المناسب لها.

طريقة التشكيل بالحقن "Injection molding" ليست طريقة جديدة، فقد تم إصدار براءة اختراع لها في عام 1872، لآلة تشكيل بالحقن لنترات السيليلوز الملدنة بالكافور، السليوليد "Camphor-plasticized cellulose nitrate, celluloid". يتم في طريقة الحقن تحويل حبيبات البلاستيك الحراري إلى مادة منصهرة، ثم يتم حقنها إلى قالب التشكيل حيث تتصلب بداخله (14). تعد طريقة المكبس "الكباس" ذو المرحلة الواحدة "Single-stage Plunger Method" من أقدم الطرق المستخدمة في القوالب بالحقن، حيث يسحب المكبس "Plunger" إلى الورا، مما يؤدي ذلك إلى سقوط المادة البلاستيكية من القادوس "Hopper" إلى داخل الغرفة "Chamber"، ثم يدفع الكباس مرة أخرى إلى الأمام، مما يعمل على مرور المادة من خلال الأسطوانة الساخنة، حيث تنصهر وتحديث لها عملية تليين، ثم تحقن تحت تأثير الضغط داخل فراغ قالب التشكيل.

بينما في طريقة المكبس ذو المرحلتين، وهي الأكثر استخداماً، وانتشاراً في الوقت الراهن، ففيها تُلدن المادة في أسطوانة واحدة، ثم ينقل جزء من هذه المادة المتلدنة باستخدام مكبس أو لولب إلى غرفة الحقن "Shot Chamber"، والتي منها يقوم مكبس آخر بحقنها إلى الفراغ الموجود في قالب التشكيل (9:6). يبين الشكل (5) مخطط مبسط لطريقة القوالب بالحقن.

الشكل (5) مخطط مبسط لطريقة القولبة بالحقن



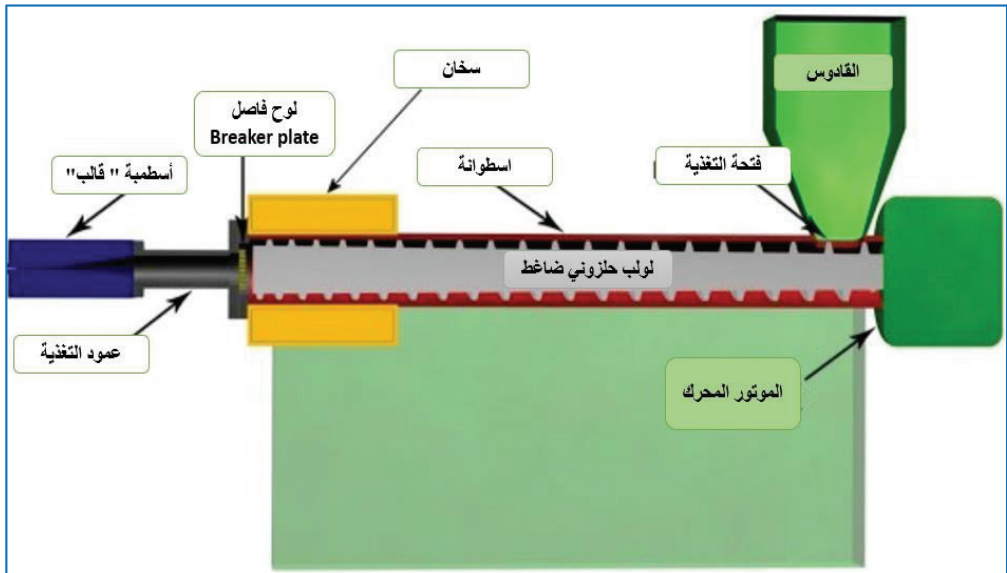
المصدر : <http://www.injectionmoldingplastic.com/china.html>

2.6.1. طريقة التشكيل بالبتق "Extrusion"

تستخدم طريقة التشكيل بالبتق في إنتاج منتجات هيكالية كالأنابيب، والقضبان، والأقواس، والخراطيم، بالإضافة إلى إنتاج الرقائق " الأغشية"، سواء كانت أحادية أو متعددة الطبقات، كما تستخدم في عمل إنتاج طبقات حماية وعزل حول الأسلاك والكابلات الكهربائية، أو كطبقة لتغطية الورق، والملابس أو أي سطح اخر. وتستخدم في الغالب لإنتاج منتجات البلاستيك

الحراري "الثرموبلاستيك"، مثل راتنجات الفينيل، والبولي ستيرين، والبولي إيثيلين، والبولي بروبيلين، والنايلون، ويختلف حجم المنتج باختلاف طول وسمك اللولب الدوار والذي يتراوح ما بين 20 سم في الماكينات الكبيرة الى 2 سم في الماكينات الصغيرة. يتم عادة ألواح البلاستيك المسطحة ذات سماكة 6 سم بطريقة البثق، ويطلق اسم الشرائط البلاستيكية على منتجات البثق ذات سمك أقل من 0.25 سم، يبين الشكل (6) رسم تخطيطي مبسط لطريقة البثق.

شكل (6): رسم تخطيطي مبسط لطريقة البثق



المصدر: <http://3dprintingforbeginners.com/how-to-make-diy-filament-for-your-3d-printer>

تتم تغذية المادة البلاستيكية على شكل حبيبات، أو مسحوق من خلال القادوس "Hopper"، الذي يقع خلف الأسطوانة، ثم تدخل بعد ذلك المادة البلاستيكية إلى الغرفة الساخنة، وذلك باستخدام لولب حلزوني ضاغط "Spiral Screw"، وتكون المادة في هذه الغرفة عبارة عن كتلة

لزجة سميكة، ويتم بعد ذلك ضغطها على حالتها من خلال قالب التشكيل، ثم تبرد المادة بالهواء أو بالماء، أو بالتماس مع سطح مبرد مباشرة بعد خروجها من قالب التشكيل.

لا تصلح اللدائن المتصلبة حرارياً للتشكيل بهذه الطريقة، لأنها تتصلب بسرعة، لذا فإنه يتم استخدام المدك "Ram" بدلاً من اللولب في إخراج المادة المتلدنة من القالب. **الشكل (7)** يبين بعض المنتجات البلاستيكية المصنعة بطريقة البثق (9٠6).

الشكل (7): بعض المنتجات البلاستيكية المصنعة بطريقة البثق

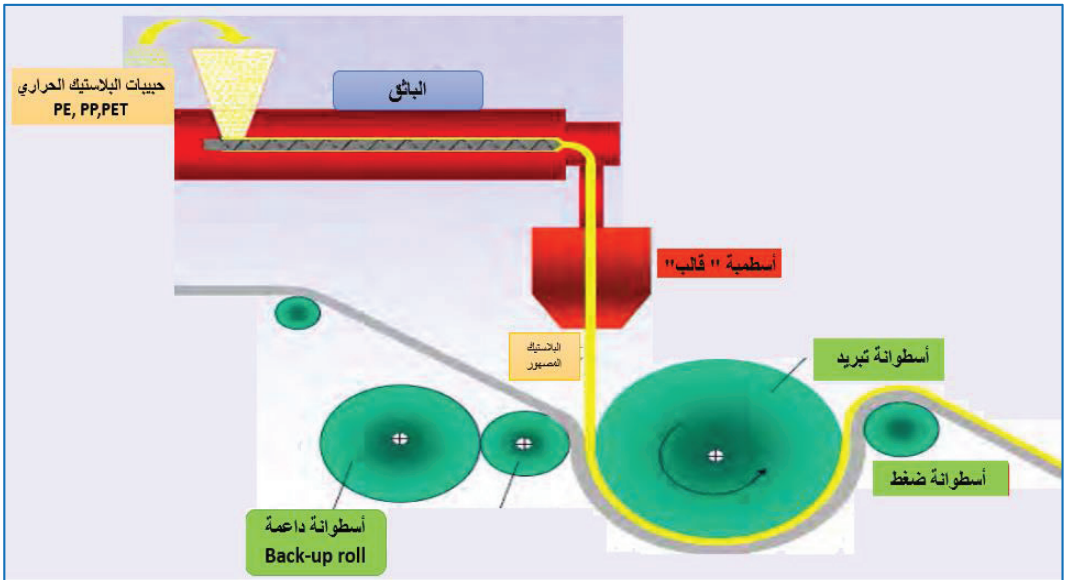


المصدر: " <https://www.sukoptfe.com/ptfe-plastic-extrusion-products-sale> "

1.2.6.1. طريقة التشكيل بالتغطية بالبثق "Extrusion Coating"

تستخدم طريقة التشكيل بالتغطية بالبثق في تغطية المواد المختلفة بغشاء بلاستيكي، وذلك بضغط شرائط البلاستيك المنبتقة الساخنة من الماكينة مع المادة المطلوب تغطيتها بين بكرتين ضاغطتين بحيث تكون مادة البلاستيك أسفل المادة الأخرى. ولا تحتاج هذه العملية إلى إضافة مواد لاصقة حيث يكون الضغط الواقع على شريط البلاستيك الساخن كافياً لالتصاقه بالمادة المطلوب لصقه عليها، وهي طريقة تستخدم بصورة واسعة لإنتاج مجموعة كبيرة ومتنوعة من الرقائق "الشرائح" البلاستيكية متعددة الطبقات مثل البولي إيثيلين (PE)، والبولي بروبيلين (PP)، والبولي إيثيلين تيريفثالات (PET) (9^{٠٦}). يبين الشكل (8) رسم تخطيطي مبسط لعملية التغطية بالبثق، بينما يوضح الشكل (9) وحدة التغطية بالبثق.

شكل (8): رسم تخطيطي مبسط لعملية التغطية بالبثق



شكل (9): وحدة التغطية بالبثق

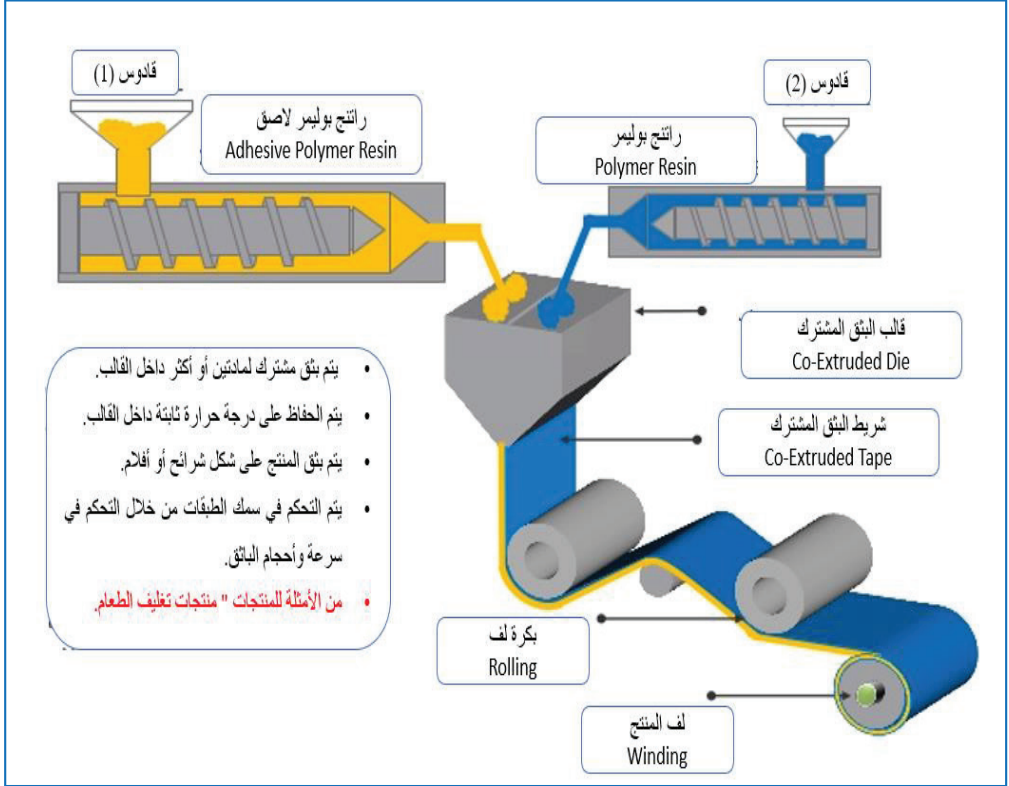


المصدر: SML Maschinengesellschaft mbH, 2018

2.2.6.1. طريقة التشكيل بالبثق البلاستيكي المشترك "الاسهامي" Plastic Co-extrusion

تتضمن عملية التشكيل بالبثق البلاستيكي المشترك /الاسهامي، بثق مادتين أو أكثر من خلال قالب واحد بحيث يتم دمج المواد أو لحامها في بنية واحدة قبل التبريد، من مميزات استخدام طريقة البثق المشترك أن كل مادة مستخدمة في عملية البثق تحافظ على خواصها المميزة المرغوبة (مثل الصلابة، أو النفاذية)، يمكن الحصول على لفائف "شرائط" بلاستيكية متعددة الطبقات (كل طبقة تختلف في مادتها عن الأخرى) مثل لفائف الأطعمة المانعة للرطوبة، أو شفاطات المشروبات ذات اللونين، كما يمكن تغطية الأسلاك المعدنية، والكابلات بمادة بلاستيكية عازلة للكهرباء، ومقاومة للتآكل وعوامل الجو (10،11). يبين الشكل (10) مخطط عملية البثق البلاستيكي المشترك.

شكل (10): مخطط عملية البثق البلاستيكي المشترك



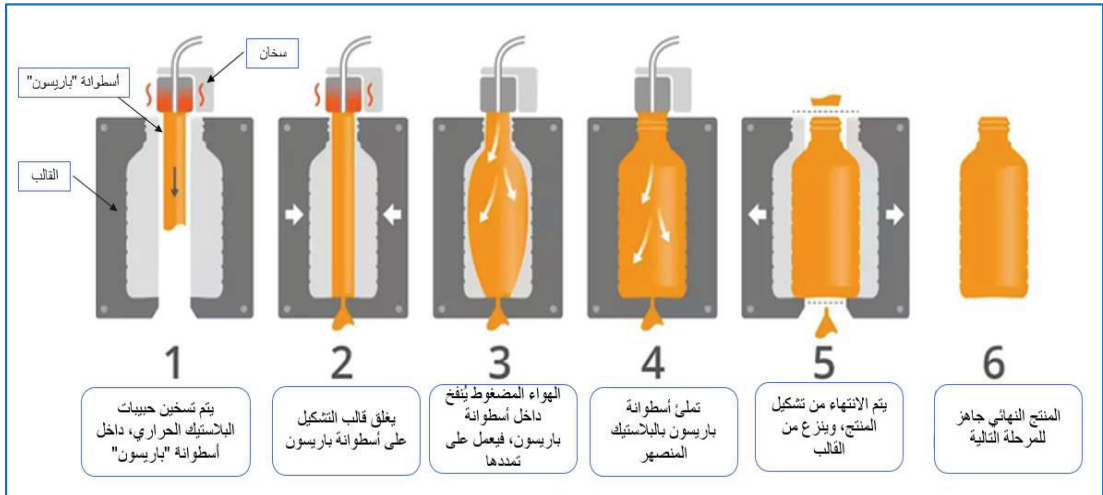
المصدر: <https://www.plasticextrusiontech.net/resources/coextrusion-innovation/>

3.6.1. طريقة التشكيل بالنفخ "Blow Molding"

تعتبر طريقة التشكيل بالنفخ "Blow molding" واحدة من الطرق الرئيسية لتصنيع البلاستيك، وقد استخدم هذا الأسلوب أساساً بغرض تصنيع القوارير الأسطوانية البسيطة، وتطورت عمليات النفخ مع التقدم التقني السريع، وأيضاً مع تصميم ماكينات ذات مواصفات متميزة لينتج منها منتجات ذات اشكال مختلفة، كما يمكن إنتاج نوعيات ذات أشكال معقدة، ويمكن حالياً إنتاج أي جسم مفرغ تقريباً باستخدام تقنية النفخ مثل مقاعد، وظهور كراسي السيارات، أو مساند الرأس والأذرع (14).

تستخدم قوالب النفخ في إنتاج المنتجات البلاستيكية من البلاستيك الحراري، والتي تتميز جدرانها بالسُمك الرقيق (كالقوارير مثلاً). يستخدم الألومنيوم في صناعة القوالب المستخدمة في عمليات النفخ بدلاً من سبيكة النحاس والبريليوم التي كانت تستخدم في السابق. يبين الشكل (11) مخطط مبسط لطريقة تشكيل البلاستيك بالنفخ.

الشكل (11): مخطط مبسط لطريقة تشكيل البلاستيك بالنفخ



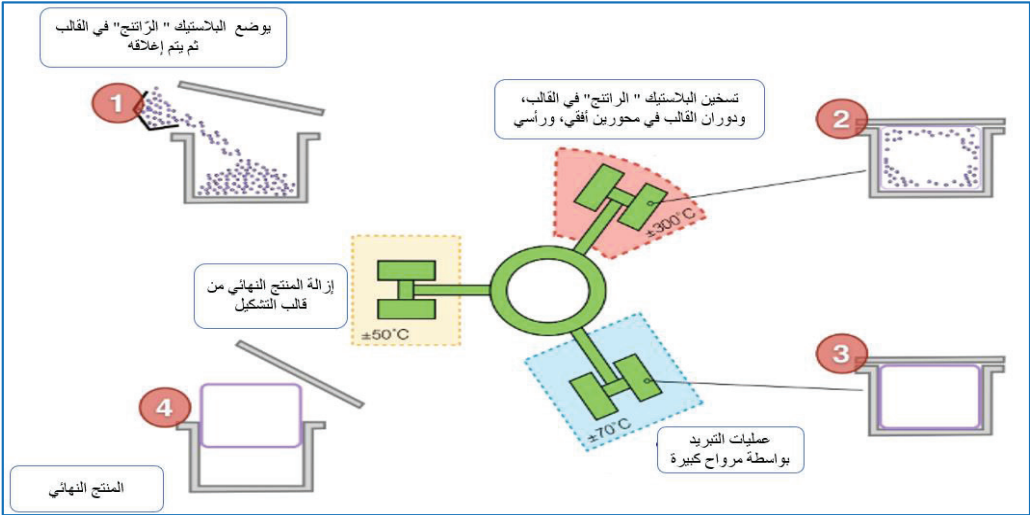
تتميز هذه الطريقة بأنها تعطي سطحاً أملساً متجانساً، وكذلك يكون شكل العنق مضبوطاً مما يعطي الفرصة لتصنيع الحاويات ذات الأشكال غير التقليدية. تكون تكلفة ماكينات النفخ مع الحقن أعلى من تكلفة ماكينات النفخ التقليدية (مع البثق)، وذلك لوجود قالبين فيها (6). الفرق الرئيسي بين طريقتي الحقن بالنفخ، والبثق هو الطريقة التي يتم بها تصنيع الأنبوب المجوف الرخو والذي يطلق عليه مصطلح باريسون "Parison"، أو المُشكّل "Preform". تتم عملية التشكيل بالنفخ، جنباً إلى جنب مع طريقة التشكيل بالبثق، أو القولية بالحقن، وتُستخدم لتصنيع القوارير البلاستيكية.

4.6.1. طريقة التشكيل بالدوران "Rotational molding"

طريقة التشكيل بالدوران هي طريقة تصنيع البلاستيك في درجات حرارة مرتفعة، وضغط منخفض، وتتكون عملية التشكيل الدوراني من أربع مراحل. حيث يوضع الراتنج في القالب ثم يتم إغلاقه، وتتم عملية التسخين، وأثناء عملية التسخين، يدور القالب حول محورين أفقي ورأسي حتى ينصهر البلاستيك ويتم توزيع الراتنج على جوانب القالب، ثم يُترك ليبرد بالهواء بواسطة مراوح هواء كبيرة عبر جدران القالب حتى يتصلب المنتج ببطء ويتخذ الشكل المطلوب، ثم يتم إزالته من القالب ويصبح هناك منتج بلاستيكي نهائي.

يتم تدوير القالب بسرعات مختلفة لتجنب تراكم البلاستيك المنصهر، كذلك من المهم التحكم في الوقت اللازم لصهر البلاستيك، داخل القالب، نظراً لأنه إذا تم تسخينه لفترة طويلة، فسوف يتحلل وسيؤثر على خواصه الميكانيكية. أما إذا تم التسخين لفترة قصيرة، فمن الممكن ألا يذوب البلاستيك بشكل كاف مما ينتج عنه فقاعات داخل مصهور البلاستيك (12). يبين الشكل (12) مخطط مبسط لعملية التشكيل بالدوران (13). بينما يبين الشكل (13) ماكينة إنتاج البلاستيك بالتشكيل بالدوران.

الشكل (12): مخطط مبسط لعملية التشكيل بالدوران



المصدر: <http://www.pentasmoulding.com/production/rotational-molding/>

الشكل (13) ماكينة إنتاج البلاستيك بالتشكيل بالدوران



المصدر: [http://www.qenos.com/internet/home.nsf/\(LUImages\)/TG6Roto/\\$File/TG6Roto.pdf](http://www.qenos.com/internet/home.nsf/(LUImages)/TG6Roto/$File/TG6Roto.pdf)

تستخدم هذه التقنية لتصنيع منتجات بلاستيكية مجوفة، مثل صهاريج التخزين، وصناديق وحاويات النفايات، وأقماع الطرق، وكرات القدم، والخوذات، وقوارب التجديف، وألعاب الأطفال، وغيرها من المنتجات النهائية التي تجمع في خواصها المرونة والصلابة، **الشكل (14)** تنوع منتجات التشكيل بالدوران (12).

الشكل (14): تنوع منتجات التشكيل بالدوران



المصدر:-<https://www.lyondellbasell.com/globalassets/documents/polymers-technical-literature/a-guide-to-rotational-molding>.

5.6.1. طرق تشكيل أخرى

واهمها طريقة التشكيل الحراري "Thermoforming" وهي طريقة سهلة لإنتاج منتجات مختلفة، وهي الطريقة الوحيدة لإنتاج منتجات مشابهة لتلك التي تنتج بالحقن ولكن انتاجها أسهل وأرخص، والخامة هنا عبارة عن ألواح "Sheets" من البلاستيك يتم تسخينها، وبطريقة التفريغ الهوائي فينكمش لوح البلاستيك على " قالب التشكيل" متخذاً نفس تشكيل القالب، كما في **شكل (15)**.

الشكل (15): بعض منتجات التشكيل الحراري



من طرق التشكيل أيضا استخدام طريقة "الحقن مع النفخ" لإنتاج بعض المنتجات المجوفة مثل القوارير، ومنها أيضا طريقة تشكيل البلاستيك باستخدام "السحب مع النفخ" والمستخدم في إنتاج جراكن البلاستيك.

7.1. خواص البلاستيك

تتميز المواد البلاستيكية عن غيرها من المواد الأخرى باجتماع عدد من الخواص في المادة البلاستيكية الواحدة بينما المواد الأخرى يتمتع كل منها بخاصية منفردة مميزة وهذا هو السبب في الانتشار الكبير لاستخدامات المنتجات البلاستيكية، فمن الممكن أن تجتمع صفات القوة، والمرونة، والصلابة، وخفة الوزن، والشفافية في مادة بلاستيكية واحدة مما يجعلها صالحة لعدة استخدامات مختلفة، بالإضافة إلى الخواص خاصة العزل للسخونة والبرودة والكهرباء، ومقاومة التآكل، وتنوع الألوان وسهولة التشغيل، ورخص التكاليف للمنتجات النهائية.

من المهم الإلمام بالخواص الكيميائية والفيزيائية للبلاستيك لاختيار النوع المناسب لإنتاج المنتج النهائي حسب الاستخدام المطلوب، وذلك بمعرفة العلاقة بين خواص البلاستيك وتأثير هذه الخواص على الطريقة المستخدمة في تصنيعه سواء كانت طرق حقن، أو بثق أو نفخ (20-21).

1.7.1. الخواص الميكانيكية للبلاستيك

تنافس المواد البوليمرية (البلاستيك) المواد البنائية الأخرى "Structural Materials"، وتعتمد على خواصها الميكانيكية من حيث القوة، والمتانة، والاستطالة، والمرونة، لذا فإن الخواص الميكانيكية من أهم الخواص من الناحية التطبيقية، وذلك حتى يمكن التعرف على آلية تغير هذه الصفات لتتلاءم مع التطبيقات والاستخدامات المحددة لها، واختيار الاستخدام المناسب لكل نوع من أنواع البلاستيك المختلفة.

تتأثر هذه الخواص وتعتمد على عوامل مختلفة تتعلق بالتركيب البنائي للبلاستيك، مثل الوزن الجزيئي، التشابك والتفرع "Crosslinking & Branching"، نوع وآلية طريقة البلمرة، الملدنات، والإضافات المستخدمة. كما تتأثر بعدد من العوامل الكيميائية المتعلقة بالتركيب الكيميائي مثل الاستقطاب، وشكل ونوع السلاسل، وتركيب البوليمر سواءً كان أليفاتياً، أو

أروماتياً. هناك عوامل أخرى بيئية "Environmental Factors" مثل درجة الحرارة، وزمن الإجهاد وسرعة الإجهاد "Rate of stressing"، وسعة الإجهاد "Stress amplitude"، والضغط، ونوع التشوه "Deformation"، والانسياب أو ما يطلق عليه القص "Shear"، والشد "Tensile"، والانضغاط "Compression"، والالتواء "Bending". لذا فإن دراسة الخواص الميكانيكية للبوليمرات معقدة جداً نظراً لتعدد المتغيرات، والعوامل المؤثرة على الخاصية الواحدة، ومن أهم الخواص الميكانيكية ما يلي (4):

1.1.7.1. قوة الشد "Tensile Strength"

قوة الشد هي القوة اللازمة لقطع عينة البلاستيك بسرعة شد "سحب" ثابتة "Stretching Rate"، ومنها يمكن تصنيف البلاستيك بأنها ضعيفة أو لينة، أو بلاستيك هش "Brittle"، أو بلاستيك صلد وقوي، أو بلاستيك مرن وقوي، أو بلاستيك صلد ومتين جداً (20).

2.1.7.1. الإجهاد أو التوتر "Stress- strain"

تعتبر خاصية الإجهاد أو التوتر من الخواص الهامة للبلاستيك، والتي تسهم في التعرف على المتانة، والمرونة، وأقصى جهد يمكن أن يتحملة، وأقصى استطالة، ويمكن بواسطة هذه الخاصية تصنيف البوليمرات إلى هشة "Brittle"، أو قابلة للسحب "Ductile"، أو مرنة "Elastic Polymers". تتأثر خواص الإجهاد والتوتر بعدة عوامل مثل درجة الحرارة، معدل الشد "Rate of Strain"، والضغط، كما تتأثر بوجود المدنات حيث تقل قوى الشد والاستطالة "Elongation" بزيادة نسبة المدنات. أما المواد المائلة فوجودها يعمل على تقليل الاستطالة، وزيادة الشد، ويعتمد ذلك على نوع ونسبة المواد المائلة (4).

3.1.7.1. الخواص الانزلاقية "Creep Properties"

تعتبر الخواص الانزلاقية من الخواص الهامة من الناحية التطبيقية، وهي تعبر عن مقدار التغير، أو التشوه، أو التوتر الناتج عن إجهاد ثابت بمرور الوقت. يمكن قياس الخواص الانزلاقية للبلاستيك إما تحت تأثير التوتر / الإجهاد "Tension"، أو الانضغاط "Compression"، أو الانسياب / القص "Shear"، أو الانثناء / الطي "Flexure"، أو الالتواء / اللي "Torsion"، حيث يتم قياس التغير في الطول تحت تأثير إجهاد ثابت. تكمن أهمية تحديد الخواص الميكانيكية في قياس التغير في الخواص الميكانيكية كدالة للزمن، لأن الزمن ودرجة الحرارة من العوامل الرئيسية المهمة التي تؤثر على الخواص الميكانيكية (4).

4.1.7.1. استرخاء الجهد "Stress Relaxation"

خاصية استرخاء الجهد هي خاصية عكس خاصية الانزلاق، ويقصد بها تغيير الجهد اللازم للحفاظ على التوتر أو الاستطالة الثابتة مع مرور الزمن. يعتمد استرخاء الجهد على عدة عوامل أهمها درجة الحرارة، حيث أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى انخفاض معامل الاسترخاء، وخاصة عند وصول درجة الحرارة إلى درجة حرارة التزجيج "Tg" للبلاستيك، ويقصد بمعامل الاسترخاء "Relaxation Modulus" النسبة بين الجهد والاستطالة. يعتمد معامل الاسترخاء اعتماداً كبيراً على الوزن الجزيئي للبوليمر، وخاصة عندما تكون درجة الحرارة فوق درجة التزجيج (4). يزداد معامل الاسترخاء بزيادة الوزن الجزيئي، بينما يقل مع زيادة درجة التشابك "Crosslinking" (4).

5.1.7.1. قوة التصادم "Impact Strength"

تعتبر خاصية قوة التصادم مقياس لقوة البلاستيك على مقاومة الانكسار تحت تأثير الإجهاد، وفي السرعات العالية. فمن الطبيعي أن المنتجات البلاستيكية لا تنكسر عند ارتطامها بالأرض،

أو ارتطامها مع بعض، أو الأجسام الأخرى. لذا فإن مقياس قوة التصادم والتي يعبر عنها " بطاقة الكسر"، هي مقدار الطاقة اللازم لكسر البلاستيك تحت ظروف قياسية محددة من درجة الحرارة والرطوبة، وغيرها. عادة قوة التصادم للبلاستيك القابل للسحب "Ductile" أعلى من قوة التصادم للبلاستيك الهش "Brittle".

تتأثر قوة التصادم بوجود المواد المألثة " الحشوات" وخاصة الألياف "Fibers" التي تعمل على زيادة قوة التصادم وخاصة للبلاستيك الهش مثل راتنجات الفينوبلاست " Phenoplast Resin"، حيث تعمل المواد المألثة على توزيع الإجهاد على حجم أكبر من البوليمر، وتقلل من احتمالية تركيز الإجهاد، وأيضاً تمنع نمو وتكوين الشقوق الصغيرة "Cracks" الناتجة عن التصادمات. بينما المواد المألثة غير الألياف مثل كربونات الكالسيوم مع البولي ستيرين مثلاً تقلل من قوة التصادم، حيث أنه في مثل هذه الحالات تعمل المواد المألثة على تركيز الإجهاد بدلاً من توزيعه (4).

2.7.1. الخواص الميكانيكية الديناميكية "Dynamic Mechanical Properties"

تبين الخواص الميكانيكية الديناميكية في ظروف معينة قياسات استجابة "رد الفعل" لتشوه البوليمرات لبعض أنواع الجهد المتذبذب "Periodical Stress"، حيث يتغير تشوه البوليمر الناتج عن القوى المؤثرة عليه مع الزمن. يمكن قياس معامل المرونة "Elastic Modulus"، والتضاؤل الميكانيكي "Mechanical Damping" في أن واحد. يقصد بالتضاؤل الميكانيكي مقدار الطاقة المنتشرة على هيئة حرارة خلال تشوه العينة أثناء إجراء الاختبار. أما معامل المرونة فقد يمكن التعبير عنه بمعامل القص "Shear Modulus"، أو معامل يونج "Youngs Modulus" حسب الطريقة المستخدمة (4).

المواد المرنة "Elastic Materials" هي تلك المواد التي ليس لها تضائل ميكانيكي، أي أنه عند تسليط إجهاد عليها فإن طاقة الإجهاد تخزن دون أي استنفاد، حيث تعود هذه الطاقة المخزنة بشكل آخر عند زوال المؤثر أو الجهد، ومن أمثلة هذه المواد الخيط المطاطي الذي تختزن فيه الطاقة عند السحب، وعند زوال قوة السحب عنها ترجع إلى أبعادها الأولية، وعلى العكس من ذلك المواد التي تستهلك جميع الطاقات الواقعة عليها وتحولها إلى حرارة مثل السوائل اللزجة، وأما البوليمرات فهي تحتل مرتبة وسط بين النوعين، لذا يطلق عليها المواد المرنة اللزجة "Visco-elastic"⁽⁴⁾.

تعد الخواص الميكانيكية الديناميكية "Dynamic Mechanical Properties" من أهم الخواص التي تحدد الاختيار المناسب للبوليمرات في مختلف التطبيقات، حيث أنها تعبر عن تغير خواص البوليمرات مع درجة الحرارة.

تستخدم المواد ذات التضائل الميكانيكي العالي في التطبيقات التي تستلزم خفض الأصوات، وتقليل الضوضاء، ومنع الترددات، مثل تغطية أرضيات المسارح، والسينمات، والمستشفيات⁽⁴⁾. تستخدم الخواص الميكانيكية الديناميكية أيضاً كوسيلة لتحديد نسب المواد المألثة، أو الملدنات، وتستخدم أيضاً لتتبع بعض التفاعلات المصاحبة لعمليات البلمرة، مثل تفاعلات التقسية، أو التشابك، أو التحلل "Degradation".

تتأثر الخواص الميكانيكية الديناميكية بعدد من العوامل مثل درجة الحرارة، حيث تعمل زيادة درجة الحرارة على خفض معامل المرونة. درجة التشابك لها تأثير كبير وخاصة عندما تكون درجة الحرارة أعلى من درجة التزجيج، حيث أن التضائل الميكانيكي يقل بزيادة درجة التشابك.

تؤثر درجة البلورة "Degree of Crystallinity" أيضاً على الخواص الميكانيكية

الديناميكية، حيث أن معامل المرونة يزداد بزيادة درجة التبلور⁽⁴⁾.

3.7.1. خواص ميكانيكية أخرى

هناك عدد آخر من الخواص الميكانيكية تختص بنوع معين من الاستخدامات، مثل للمعانية "Glossy"، وقياس درجة حرارة التشوه "Distortion Temperature"، وقياس الصلابة "Hardness"، ومقاومة الخدش "Scratch Resistance"، ومقاومة الاحتكاك "Friction Resistance"، وبعض الخواص الأخرى بالبوليمر المنصهر مثل معامل السيولة "Melt Index"، ومقاومة البوليمرات للتشقق تحت تأثير الإجهاد "Stress Cracking Resistance" (4).

8.1. تحليل البلاستيك

يقصد بالتحليل كافة الاختبارات اللازمة لتحديد خواص البوليمرات وتشمل التحليل الكيميائي النوعي "Qualitative Analysis"، والتحليل الحراري "Thermal Analysis" مثل الثبات الحراري "Thermal Stability"، والمثبتات الضوئية "Photo Stabilizers"، ومضادات الأكسدة "Antioxidants"، والتحليل الوزني الحراري "Thermo-gravimetric"، والاختبارات الطيفية (20).

1.8.1 التحليل الحراري "Thermal Analysis"

يرمز للتحاليل الحرارية للبوليمرات بالرمز "TA"، وهي طرق لقياس خواص المواد بتغيير درجة حرارتها، وتعد من أهم الطرق لمعرفة وتحديد الخواص الحرارية للبوليمرات ومدى وملاءمتها للاستخدامات النهائية، هناك أربعة طرق معروفة ومعتمدة في قياس الخواص الحرارية للمركبات البوليمرية وهي: طرق التحليل الوزني الحراري "Thermogravimetric Analysis (TGA)"، وطرق المسح الضوئي التفاضلي "Differential Scanning Calorimetry (DSC)"، وطرق التحليل الحراري التفاضلي "Differential Thermal Analysis (DTA)"، وطرق التحليل الحراري الميكانيكي "Thermo mechanical Analysis (TMA)" (18,19).

2.8.1. التحليل الوزني الحراري

تضم طرق قياس التغير في وزن البوليمر عند تغير درجة الحرارة، أو عند درجة حرارة ثابتة لفترات زمنية مختلفة، وتمثل أهمية هذه الاختبارات في تحديد مدى الثبات الحراري للبوليمر، وتحديد درجة الحرارة التي يتفكك عندها. كما تستخدم هذه الطرق في تعيين مدى فاعلية بعض المثبتات الحرارية التي تضاف لزيادة الثبات الحراري للبوليمر، كما يمكن قياس سرعة تحلل البوليمر، وحساب طاقة التنشيط "Activation Energy" اللازمة لعملية التحلل (20،4).

3.8.1. التحليل الطيفي

يستخدم التحليل الطيفي "Spectroscopic Analysis" في تعيين التركيب الكيميائي للمركبات العضوية، وغير العضوية، ومنها البوليمرات والكوليمرات. حيث يمكن تحديد ومعرفة طبيعة السلاسل البوليمرية، وتحديد خطوات البلمرة المختلفة، كما يمكن معرفة درجة التفرع "Branching" في السلاسل، والترتيب الفراغي للسلاسل، وغيرها (20،4).

تشمل طرق التحليل الطيفي كل من: طرق أطياف الأشعة تحت الحمراء " Infra-Red Spectra"، وطرق الأطياف فوق البنفسجية "Ultraviolet Spectra"، وطرق أطياف الرنين المغناطيسي "Nuclear Magnetic Resonance (NMR)".

الفصل الثاني

النفايات البلاستيكية والمخاطر البيئية



الفصل الثاني

النفائيات البلاستيكية والمخاطر البيئية

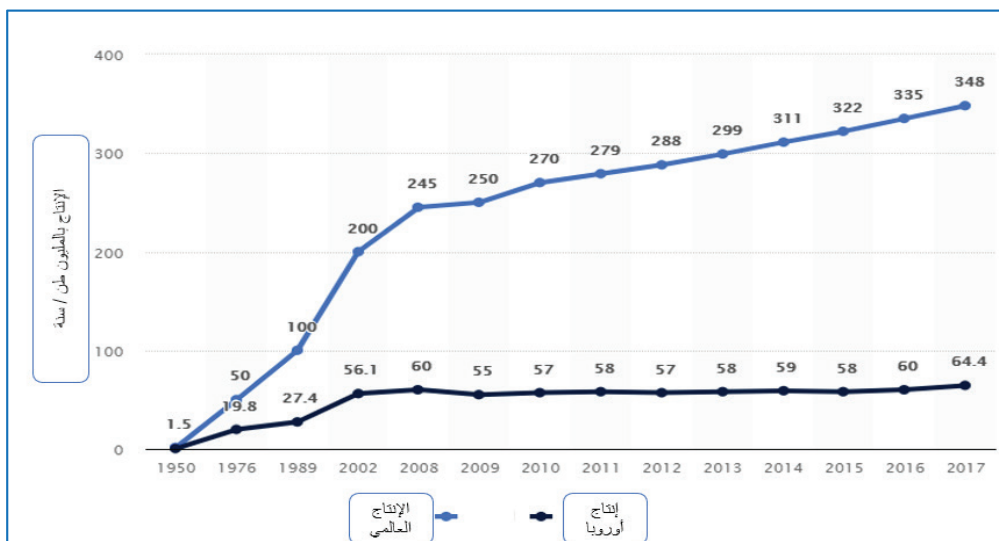
2. تمهيد

لا تقتصر النفائيات البلاستيكية في البيئة البحرية على تلك الصور المتعارف عليها والخاصة بالقمامة الشاطئية والقطع البلاستيكية الكبيرة العائمة على المسطحات المائية فقط، ولكن تعد "الجزئيات الدقيقة للغاية" هي الأخطر، حيث يتعذر اكتشافها بالعين المجردة. ويُستخدم مصطلح التلوث "بالنفائيات البلاستيكية الدقيقة" في الأدبيات العلمية للتعبير عن التلوث الناتج عن انتشار الجزئيات الدقيقة للنفائيات البلاستيكية الأصغر حجماً من 5 مم في البيئات البحرية، وتحتوي نفائيات البلاستيك في الغالب على خليط من المواد الكيميائية، والإضافات التي قد تثير بعض المخاطر المحتملة، ويعمل تراكمها على الإضرار بالإنسان، والحياة البرية، والأراضي، والمسطحات المائية، والحيوانات البحرية.

1.2 الإنتاج العالمي من البلاستيك

زاد الإنتاج العالمي للبلاستيك بوتيرة متسارعة وخاصة في العقود الثلاثة الأخيرة، حيث قفز من نحو 100 مليون طن عام 1989 ليلبغ حوالي 348 مليون طن عام 2017، (16¹). يبين الشكل (16) تطور الإنتاج العالمي من البلاستيك خلال الفترة (1950-2017) (7).

الشكل (16): التطور العالمي لإنتاج البلاستيك (1950-2017)



المصدر: The Statistics Porta, PlasticsEurope (PEMRG) / Conversio Market & Strategy GmbH

* إجمالي الإنتاج يشمل المواد البلاستيكية (اللدائن الحرارية، والبولي يوريثان، والمواد اللاصقة، والطلاء، ومانعات التسرب، وألياف البولي بروبيلين).

* لا يشمل الإنتاج كل من ألياف البولي إستر، وألياف البولي أكريلات "PA"، وألياف البولي أكرليك.

تعتبر دول منطقة آسيا أكبر منتج للبلاستيك في العالم عام 2017، ومثل إنتاجها حوالي 50.1% من إجمالي الإنتاج العالمي، بطاقة إنتاجية بلغت نحو 174 مليون طن سنوياً "يمثل إنتاج الصين 29.4%، اليابان 3.9% فيما يبلغ إنتاج باقي دول منطقة آسيا 16.8%"، وتأتي دول منطقة أوروبا كثاني أكبر منتج للبلاستيك بطاقة بلغت نحو 65 مليون طن سنوياً، وتمثل 18.5% من إجمالي الإنتاج العالمي، ثم تأتي في المرتبة الثالثة دول منطقة التجارة الحرة لأمريكا الشمالية "NAFTA" بنسبة بلغت نحو 17.7%، ثم دول منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا بنسبة 7.1%، فدول أمريكا اللاتينية بنسبة 4%، وأخيراً تأتي دول منطقة كومونولث

الدول المستقلة "CIS" بنسبة 2.6% من إجمالي الإنتاج العالمي. يبين الشكل (17) توزيع نسب الإنتاج العالمي من البلاستيك في المناطق الرئيسية من العالم عام 2017 (16:1).

شكل (17): توزيع نسب الإنتاج العالمي من البلاستيك في المناطق الرئيسية من العالم عام 2017



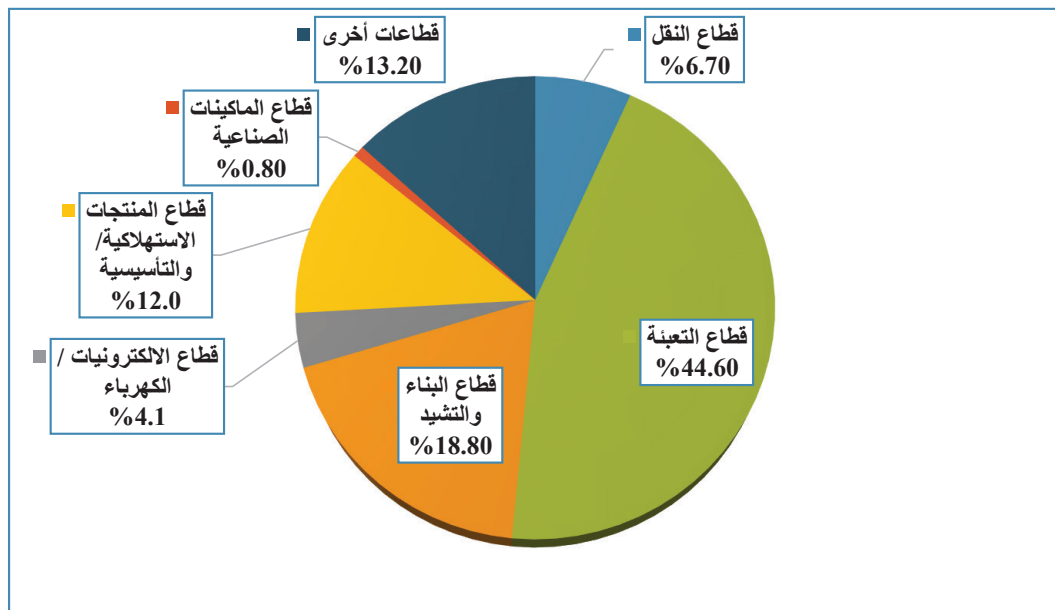
المصدر: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) / Conversio Market & Strategy GmbH, 2018

استهلك قطاع البتروكيماويات في عام 2019 نحو 14% من إجمالي الاستهلاك العالمي من النفط، ونحو 8% من إجمالي استهلاك الغاز، ينتج عنها حوالي 400 مليون طن من الغازات والانبعاثات الملوثة للبيئة (22،23،31).

2.2 استخدامات البلاستيك

سمحت الخواص المتميزة للبلاستيك باستخدامه في مختلف التطبيقات، والقطاعات كقطاع التعبئة، والنقل، والمعدات الكهربائية والإلكترونية، والمنسوجات، والبناء، وقطاعات أخرى. ويعد قطاع التعبئة أكثر القطاعات استهلاكاً لأنواع المختلفة من البلاستيك نظراً لمميزاته، وسهولة التشكيل في أشكال مختلفة ولاسيما في مجال المواد الغذائية، والمشروبات، فضلاً عن خفة الوزن، مما يسهم في سهولة النقل، والمناولة. يبين الشكل (18) توزيع نسب استهلاك أنواع البلاستيك الأساسية في القطاعات الرئيسية وبيين الجدول (3) توزيع نسب استخدامات أنواع البلاستيك الأساسية في القطاعات الرئيسية.

شكل (18): توزيع نسب استهلاك أنواع البلاستيك الأساسية في القطاعات الرئيسية



المصدر: (Geyer, Jambeck and Law (2017): Production, use, and fate of all plastics ever made,

الجدول (3): توزيع نسب استخدامات أنواع البلاستيك الأساسية في القطاعات الرئيسية

إجمالي الإنتاج مليون طن	إجمالي % البلاستيك المستخدم	أخرى	بولي يورثان	بولي إيثيلين تيريفثاللات	بولي فينيل كلوريد	بولي ستيرين	بولي بروبيلين	بولي إيثيلين عالي الكثافة	بولي إيثيلين منخفض/ وخطي منخفض الكثافة	قطاع السوق
23.9	%6.70	%1.40	%1.60	%0.00	%0.30	%0.00	%2.50	%0.80	%0.10	النقل
155.2	%44.60	%0.10	%0.20	%10.10	%0.90	%2.30	%8.20	%9.30	%13.50	التعبئة
65.4	%18.80	%0.50	%2.40	%0.00	%8.10	%2.20	%1.20	%3.30	%1.10	البناء والتشييد
14.3	%4.10	%1.00	%0.50	%0.00	%0.40	%0.60	%0.90	%0.20	%0.50	الإلكترونيات والكهرباء
41.7	%12.00	%0.20	%1.00	%0.00	%0.60	%1.80	%3.80	%1.70	%2.90	المنتجات الاستهلاكية والتأسيسية
2.7	%0.80	%0.00	%0.30	%0.00	%0.00	%0.00	%0.20	%0.10	%0.20	الماكينات الصناعية
44.80	%12.90	%1.70	%2.20	%0.00	%1.50	%0.70	%4.20	%0.90	%1.70	أخرى
348.0	%100	%4.90	%8.20	%10.20	%11.80	%7.60	%21	%16.30	%20	الإجمالي

المصدر: (Geyer, Jambeck and Law (2017): Production, use, and fate of all plastics ever made.

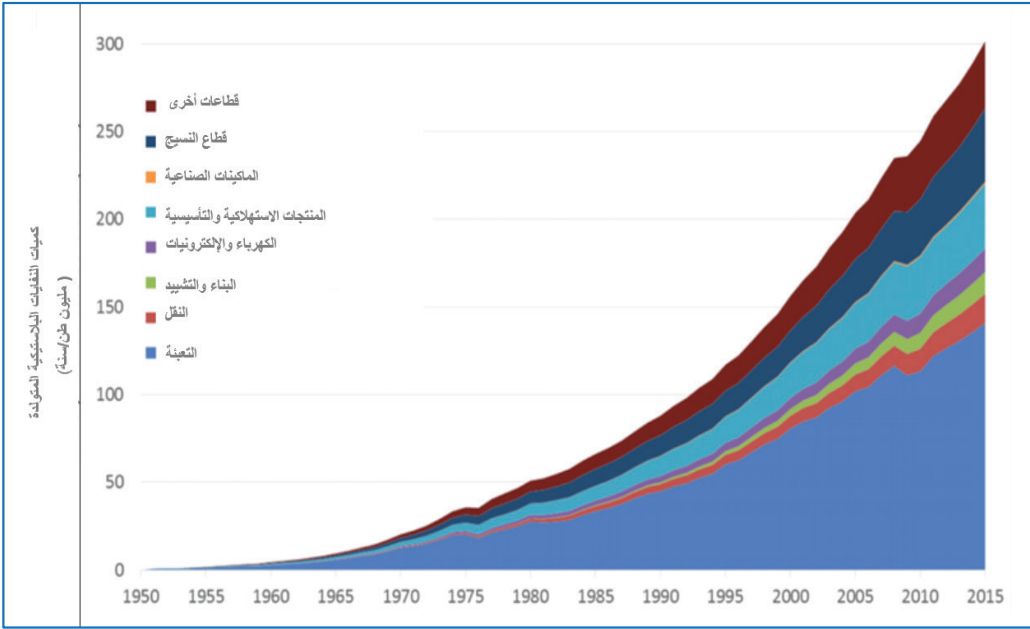
يوضح الشكل (18)، و جدول (3) أن قطاع التعبئة يمثل أعلى القطاعات استهلاكاً للبلاستيك بأنواعه الرئيسية المختلفة بكميات بلغت حوالي 155.2 مليون طن سنوياً، وهو ما يعادل نحو 44.6% من إجمالي استهلاك القطاعات الرئيسية الأخرى، يليه قطاع البناء والتشييد بكميات بلغت حوالي 65.4 مليون طن سنوياً، وبنسبة بلغت حوالي 18.8%.

على الرغم من الدور الهام الذي يقوم به البلاستيك في تنمية الاقتصاد العالمي، وزيادة مستويات إنتاجية الموارد "على سبيل المثال، يمكن للتعبئة والتغليف البلاستيكي أن تقلل من هدر الطعام عن طريق إطالة عمر التخزين، وخفض استهلاك الوقود المستخدم في النقل نظراً لخفض أوزان العبوات" (25)، إلا أن أحد أهم سلبيات استخدامات البلاستيك أنه لا يتم استغلاله الاستغلال الأمثل، ومعظمه يستخدم لمرة واحدة فقط، ويُفقد حوالي 95% من البلاستيك ذو الاستخدامات قصيرة الأجل "عادة 6 أشهر أو أقل" (28)، وهو ما يعني خسارة ما قيمته 80-120 مليار دولار سنوياً من الاقتصاد العالمي (25). بالإضافة إلى التكلفة المرتبطة بانبعاثات الغازات الملوثة للبيئة الناتجة عن إنتاج البلاستيك، والتي يقدرها بشكل متحفظ برنامج الأمم المتحدة للبيئة "UNEP" بنحو 40 مليار دولار أمريكي سنوياً، تمثل هذه التكلفة بما يتجاوز ربح صناعة التعبئة والتغليف في المستقبل، ومن المتوقع أن تزداد هذه القيمة مع النمو القوي لحجم الإنتاج العالمي.

3.2. النفايات البلاستيكية الشائعة

تشير بعض التقديرات العالمية إلى أنه تم إنتاج نحو 8.3 مليار طن من منتجات البلاستيك المختلفة منذ بداية الإنتاج في خمسينيات القرن الماضي حتى الآن، نتج عنها ما يقرب من حوالي 6.3 مليار طن من النفايات البلاستيكية (30-31). فيما أنتج العالم كميات من النفايات البلاستيكية، والإضافات بلغت حوالي 300 مليون طن في عام 2015 فقط، يبين الشكل (19) كميات النفايات البلاستيكية الأساسية الناتجة عن الاستخدامات في القطاعات الرئيسية في الفترة (1950-2015).

الشكل (19): كميات النفايات البلاستيكية الأساسية الناتجة عن الاستخدامات في القطاعات الرئيسية في الفترة (1950-2015)

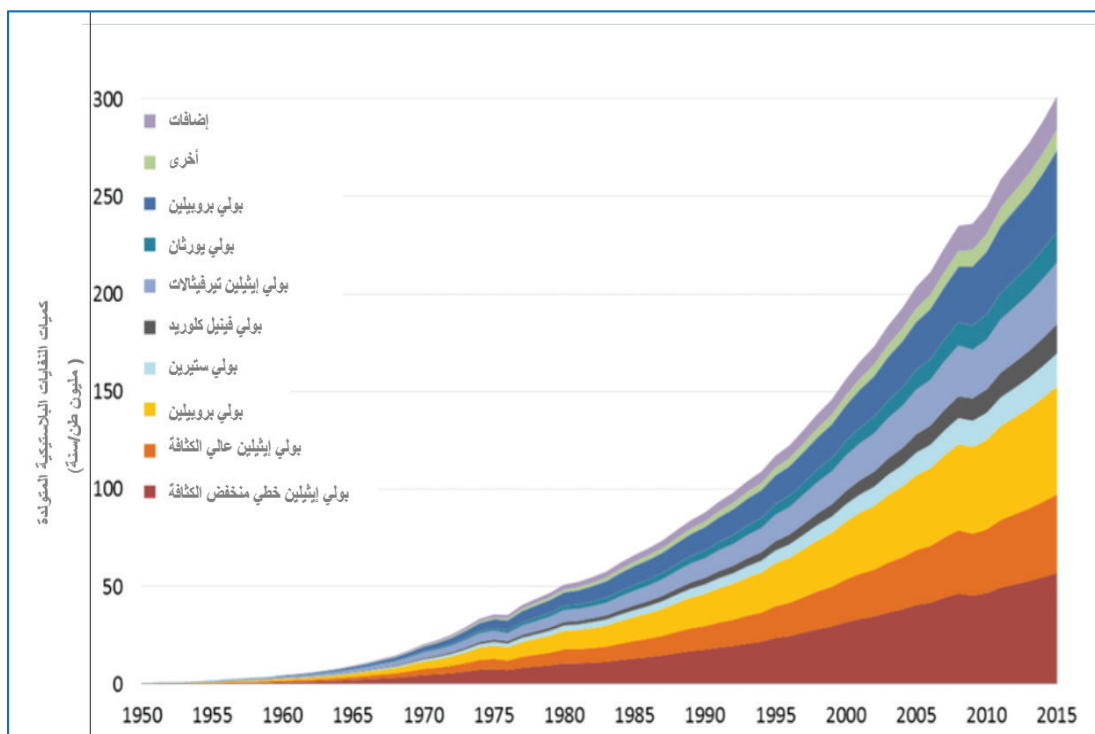


المصدر: Plastic, Production, use, and fate of all plastics ever made, SCIENCE ADVANCES | RESEARCH ARTICLE, Copyright © 2017

تعد نفايات البولي إيثيلين عالي، ومنخفض الكثافة، "LDPE و HDPE"، والبولي بروبيلين "PP"، الأكثر إنتاجاً نظراً لاستخدامها على نطاق واسع في عدد من القطاعات، وخاصة قطاع التعبئة والتغليف، وتمثل نسبتها نحو 50% من إجمالي النفايات البلاستيكية المنتجة، لأنه غالباً ما يتم التخلص منها بعد وقت قصير، ومعظمها يستخدم لمرة واحدة "Single Use"، يبين الشكل (20) أنواع وكميات النفايات البلاستيكية الأساسية الناتجة من القطاعات الصناعية في الفترة (1950-2015).

الشكل (20): أنواع وكميات النفايات البلاستيكية الأساسية الناتجة من القطاعات الرئيسية

في الفترة (1950-2015)



المصدر: Plastic, Production, use, and fate of all plastics ever made, SCIENCE ADVANCES | RESEARCH ARTICLE, Copyright © 2017.

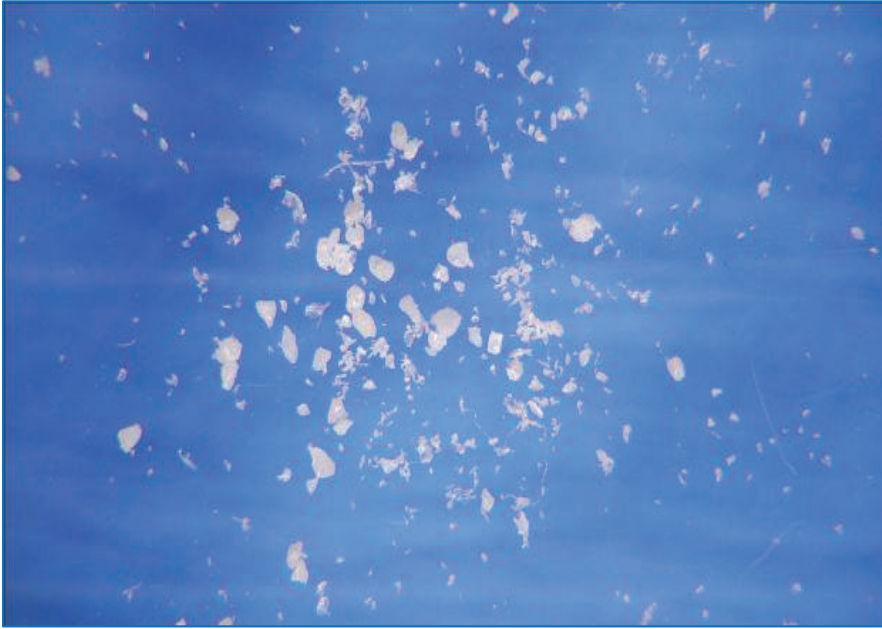
4.2. النفايات البلاستيكية والبيئة البحرية

لا تقتصر النفايات البلاستيكية في البيئة البحرية على تلك الصور المتعارف عليها والخاصة بالقمامة الشاطئية والقطع البلاستيكية الكبيرة العائمة على المسطحات المائية، ولكن تعد "الجزئيات الدقيقة للغاية"، والتي تتواجد على شكل عوالق في مياه البحار والمحيطات هي

الأخطر، حيث يتعذر اكتشافها بالعين المجردة، كما أنه لا يمكن تمييزها بسهولة عن العوالق الأخرى الموجودة بمياه البحار والمحيطات بشكل طبيعي (36).

يستخدم مصطلح التلوث "بالنفايات البلاستيكية الدقيقة" في الأدبيات العلمية وفق دورية "ساينس" Science، لوصف التلوث الناجم عن انتشار الأجزاء البلاستيكية الدقيقة في البيئات البحرية الأصغر من 5 مم (36)، يبين الشكل (21) العوالق البلاستيكية الدقيقة في مياه البحار والمحيطات (37).

الشكل (21): العوالق البلاستيكية الدقيقة في مياه البحار والمحيطات



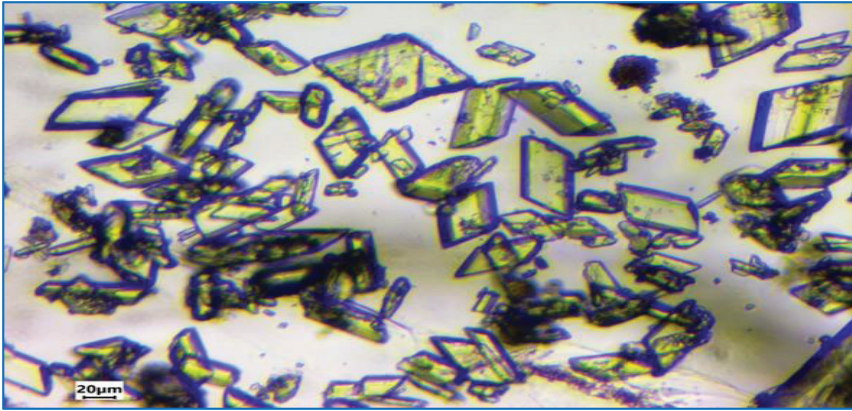
المصدر: <https://www.irishtimes.com/news/science/a-lot-to-digest-are-nanoplastics-bad-for-human-health->

هناك مصدران رئيسيان للنفايات الدقيقة، المصدر الأول هو قطع البلاستيك كبيرة الحجم، التي تم تفكيكها أو كسرها إلى أجزاء صغيرة ودقيقة، بينما المصدر الثاني ينتج عن الحبيبات الدقيقة

الموجودة ضمن بعض أنواع مستحضرات التجميل، والمنتجات الدوائية، وعبوات المنظفات، والألياف المستخدمة في صناعة الملابس، يبين الشكل (22) صورة تحت المجهر لجزيئات بلاستيك من البولي بروبيلين والمستخدم في تصنيع عبوات أحد أنواع المنظفات (36).

الشكل (22): صورة تحت المجهر لجزيئات بلاستيك من البولي بروبيلين

والمستخدم في تصنيع عبوات أحد أنواع المنظفات



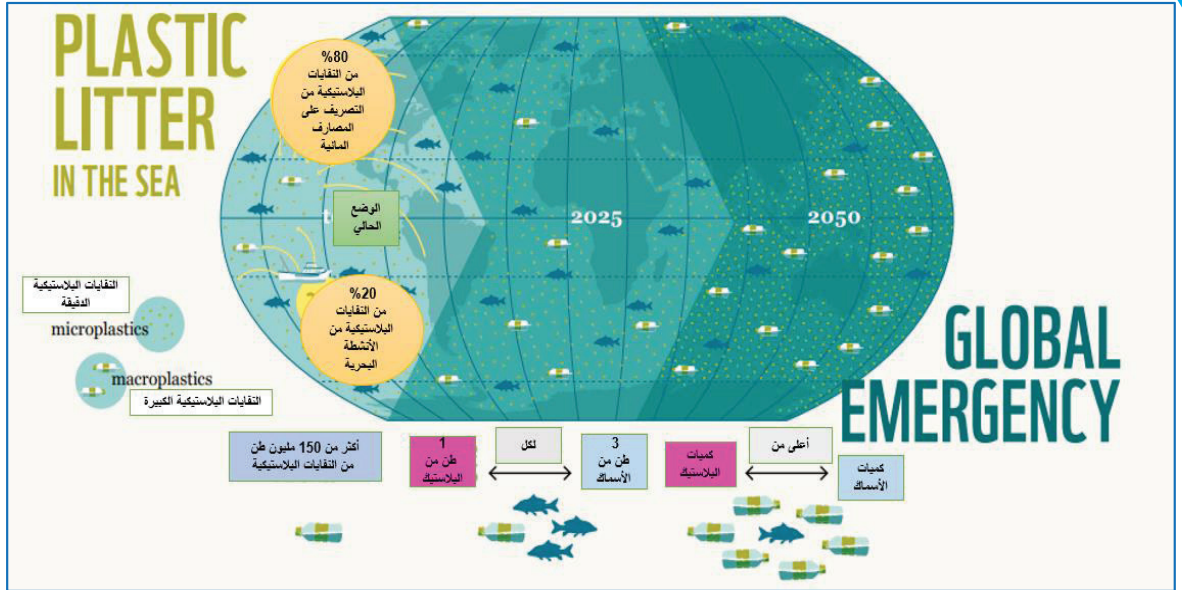
المصدر: <https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/the-first-assessment-of-micro-plastic-waste-in-egyptian-marine-environment/>

1.4.2. التلوث البيئي للمسطحات المائية

تشير بعض التقديرات إلى وجود أكثر من 150 مليون طن من النفايات البلاستيكية في المحيطات، ويتسرب إليها كل عام ما لا يقل عن 8 مليون طن (35،34)، تقدر تكلفتها الاقتصادية العالمية بحوالي 13 مليار دولار أمريكي سنوياً، كضرر بيئي للنظم الإيكولوجية البحرية، يشمل ذلك الخسائر المالية التي تتكبدها مصائد الأسماك، والسياحة، والوقت المستنفذ لتنظيف الشواطئ (35).

تمثل العبوات، والأكياس البلاستيكية أغلب تلك النفايات، وتعادل كمياتها إلقاء محتويات شاحنة لجمع القمامة في المحيط كل دقيقة، مما يعني أن المحيط يحتوي على حوالي طن من نفايات البلاستيك لكل 3 طن من الأسماك، وإذا لم تتخذ الإجراءات اللازمة فمن المتوقع أنه بحلول عام 2050 ستكون كميات النفايات البلاستيكية الملقاة في المحيطات تعادل أربع شاحنات في الدقيقة وهي كميات ستكون أكبر من كميات الأسماك الموجودة (35). يبين الشكل (23) وضع تلوث البحار والمحيطات الحالي والتوقعات عام 2050.

الشكل (23): وضع تلوث البحار والمحيطات الحالي والتوقعات عام 2050



مصدر: <https://wwf.fi/mediabank/11094.pdf>

تراكمت النفايات البلاستيكية، والكيميائية وغيرها من النفايات في المحيطات، مكونة خمس تلافيف gyres - حلقات لولبية ضخمة- " وهي دورات مائية تجتذب كميات هائلة من النفايات

في تياراتها" ، اثنتان في المحيط الهادئ، واثنتان في المحيط الأطلسي، وواحدة في المحيط الهندي بسبب تصادم التيارات المائية. **الشكل (24)** يبين دوامات " حلقات " النفايات البلاستيكية في المحيطات.

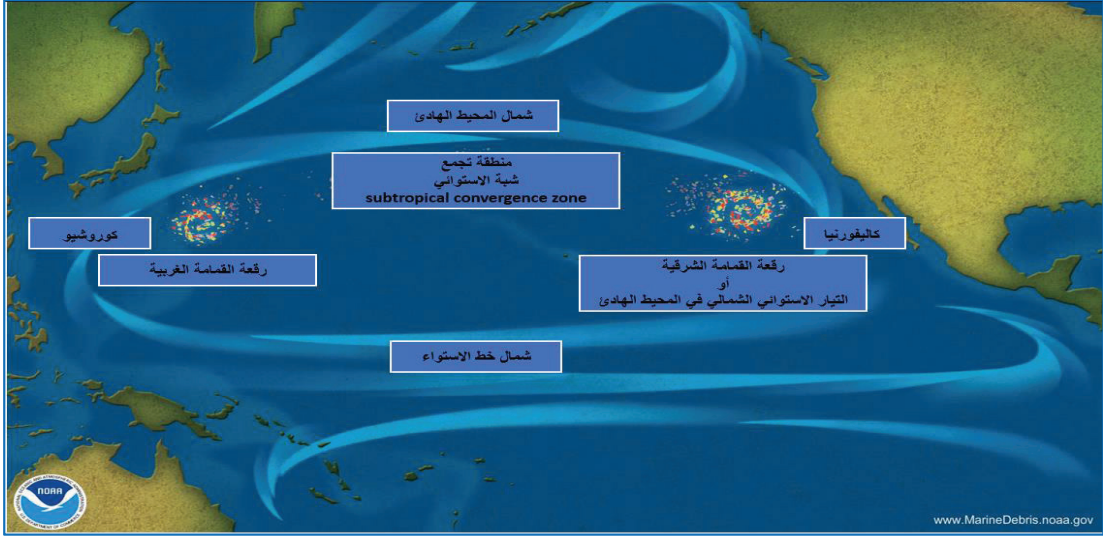
شكل (24): دوامات " حلقات " النفايات البلاستيكية في المحيطات



المصدر: <https://drnm.me/ocean-pollution-infographic/83-best-plastic-waste-images-on-pinterest-2/>

تكونت رقعة النفايات في المحيط الهادئ "Great Pacific Ocean Garbage Patch"، بسبب ارتطام تيارات المياه الدافئة القادمة من جنوب المحيط الهادئ بتيارات المياه الباردة القادمة من الشمال، حيث تجمعت النفايات في منطقة الالتقاء، وتعد رقعة النفايات الأضخم في المحيطات، وتسود معظم المساحة بين اليابان وكاليفورنيا، وعلى بعد بضعة مئات الكيلومترات من جزر هاواي في الجزء العلوي من هذه الحلقة. كما تبين **الأشكال (25،26)**.

الشكل (25): تكون رقعة النفايات الضخمة في المحيط الهادئ



الشكل (26): شكل رقعة نفايات المحيط الهادئ العظمى



المصدر: <https://eradicateplastic.com/10-interesting-facts-about-the-great-pacific-garbage-patch/>

وصف رقعة النفايات الضخمة في المحيط الهادئ بأنها "جزيرة نفايات"، هو وصف غير دقيق، حيث أنه إذا كانت هذه النفايات عبارة عن كتلة كبيرة واحدة على هيئة جزيرة لكان من

السهل التخلص منها، ولكن في واقع الأمر تتكون هذه الرقعة من بلايين من الجزيئات الدقيقة من النفايات البلاستيكية، والتي قد تكون محتجبة تحت سطح المياه، أو تنتشر على مدى مساحات شاسعة، ويتفاوت تقدير مساحة "رقعة النفايات الضخمة في المحيط الهادئ" من مليون إلى 15 مليون كم²، وهو ما يمثل نحو 8% من مساحة المحيط الهادئ، وتشير بعض التقديرات أنها تحتوي على أكثر من 100 مليون طن من النفايات البلاستيكية. ويستغرق وصول النفايات البلاستيكية إلى هذه المنطقة عدة سنوات، ويتوقف ذلك على المكان الذي تأتي منه، فقد تستغرق 6 سنوات إذا كان مصدرها سواحل أمريكا الشمالية، أو عام إذا كان مصدرها سواحل اليابان، ودول منطقة آسيا (35).

يشير تقرير أصدره "الصندوق العالمي للطبيعة" World Wide Fund For Nature " في عام 2018، إلى أن البحر المتوسط، الذي يشكل حوضاً مائياً شبه مغلق أصبح سادس منطقة بحرية من حيث أعلى نسب النفايات البلاستيكية، وتبلغ حوالي 7% من مجموع نفايات البلاستيك في المسطحات المائية في العالم (35)، ويصل تركيزها إلى نحو 1.25 مليون قطعة لكل كم² تقريباً، وهو ما يمثل نحو 4 أضعاف تركيزها في "رقعة النفايات العظمى" الموجودة في شمال المحيط الهادئ (30). نتج ذلك عن تخلص خمس دول من معظم نفاياتها البلاستيكية في البحر المتوسط، وهي بالترتيب تركيا (144 طناً/يومياً)، وإسبانيا (126)، وإيطاليا (90)، ثم مصر (77)، تليها فرنسا (66) (35)، كما أن حوالي 75% من شواطئ بريطانيا ملوثة بنفايات بلاستيكية قاتلة. يؤثر تلوث شواطئ البحر المتوسط سلباً على قطاع السياحة في دول الإتحاد الأوروبي، مما يسبب خسائر اقتصادية سنوية تقدر بحوالي 62 مليون يورو (35).

حذرت الهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية في عام 2016 من احتمالات تلوث أنسجة الكائنات البحرية بنفايات البلاستيك، حيث تتأثر بدرجة كبيرة الكائنات البحرية بسبب تلك النفايات، نظراً

للعثور على آثار لبعض المواد المسرطنة في بقايا تحلل نفايات البلاستيك في المحيطات بفعل الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس ونتيجة تفاعلها مع الوسط المالح لمياه المحيط. وجد أن الطيور البحرية يمكن أن تخطئ فرائسها، وتأكل البلاستيك بدلاً منها بسبب الطحالب والبكتيريا التي تتواجد في النفايات البلاستيكية، وما ينتج عنها من رائحة الكبريت القوية التي تعمل على تعطيل حاسة الشم لديها. كما تعمل رائحة البلاستيك أيضاً إلى تضليل الأسماك والتي تجذبها رائحة البلاستيك الصغيرة التي تشبه الرائحة "الكريل" - وهو من القشريات الشبيهة بالروبيان- التي تأكلها. وفي الوقت نفسه، تختار السلاحف البحرية، وقنديل البحر فرائسها عن طريق البصر، حيث تبدو الأكياس البلاستيكية والبالونات جميعها كطعام.⁽³⁵⁾، يبين شكل (27) تأثير النفايات البلاستيكية على حياة السلاحف البحرية.

شكل (27): تأثير النفايات البلاستيكية على حياة السلاحف البحرية



المصدر: <https://www.ecology.com/2011/09/10/pacific-ocean-plastic-waste-dump/>

بينما قد تتعرض الفقمة للموت عندما تتغذى على المخلفات البلاستيكية، نظراً لحساسية جهازها الهضمي، إذ من الممكن أن تُصاب بالعدوى بعد فترة بسيطة، بالإضافة إلى أن كثيراً

من تلك الحيوانات قد تشتبك بها بقايا الأكياس البلاستيكية مما يعمل على إعاقة حركتها، ويجعلها فريسة سهلة للحيوانات والطيور الضارية (35)، يبين الشكل (28) تأثير النفايات البلاستيكية على حياة الفقمة.

شكل (28): تأثير النفايات البلاستيكية على حيوان الفقمة



المصدر: <https://www.ecology.com/2011/09/10/pacific-ocean-plastic-waste-dump/>

قد تبتلع الثدييات نفايات بلاستيكية عن طريق الخطأ معتقدة أنها تستهلك مصدراً محتملاً للغذاء. ونظراً للحجم الهائل لبعض أفواه الحيتان، فقد تبتلع حطام البلاستيك إلى جانب الأسماك، وقد أظهرت عدد من الفحوصات لبعض الحيتان بعد الوفاة وجود كميات كبيرة من النفايات البلاستيكية في جهازها الهضمي، وأشارت بعض الدراسات إلى أن حوالي 22 % من هذه الحيوانات معرضة لخطر فقدان حياتهم نتيجة التلوث بالبلاستيك (58).

5.2 سوء إدارة النفايات البلاستيكية "Mismanagement"

يمثل سوء إدارة النفايات، والتخلص العشوائي منها التحدي الأكبر الذي يواجه أنظمة إدارة النفايات، فالبلاستيك له قدرة على التسلسل إلى النظم البيئية الساحلية. وتشكل النفايات البلاستيكية تهديدات كبيرة بسبب مقاومتها للمعالجات الضوئية، والحرارية، والبيولوجية، وبمجرد التخلص منها على الأرض تتسرب إلى المسطحات المائية (36).

كان ظهور أول دليل على وجود نفايات بلاستيكية في المحيطات في عام 1970، لكنه استغرق وقت طويل حتى أوائل عام 2000، لإجراء مزيد من الأبحاث والدراسات حتى تم التأكد من وجود كميات كبيرة من النفايات البلاستيكية الدقيقة العالقة، أو ما يطلق عليها البلاستيك المجهرى". وتم تصنيفها بعد ذلك وفقاً للأصل، والشكل "خرز، أو حبيبات، أو قفّات، أو رقائق، أو ألياف"، أو حسب اللون، والحجم. يستخدم وصف الحجم للتمييز بين أحجام قطع نفايات البلاستيك المختلفة، حيث يطلق وصف البلاستيك النانوي على قطع نفايات البلاستيك ذات الحجم الأقل من 1 ميكرون، ويوصف بالبلاستيك الدقيق عندما تكون حجم القطع منه أقل من 5 مم، أما نفايات البلاستيك التي يكون حجم القطع منها أقل من 2.5 سم فيطلق عليها اسم البلاستيك المتوسط، أو يطلق اسم نفايات ماكرو بلاستيك عندما يكون حجم القطع منها أقل من 1 متر"، أو نفايات ميجا بلاستيك والتي يكون حجم القطع منها أكبر من 1م (57).

بتحليل مستويات تركيزات النفايات البلاستيكية في المحيطات والبحار وجد أن نصف كميات النفايات البلاستيكية الملوثة، للمسطحات المائية تأتي من أربع دول رئيسية وهي الصين، والفلبين، وإندونيسيا، وفيتنام، بينما يأتي النصف الآخر إلى حد كبير من الدول النامية الأخرى في آسيا، وأفريقيا، وأمريكا اللاتينية. يوجد 12 دولة في آسيا، و5 دول في أفريقيا من بين أكبر 20 دولة مصنفة من حيث سوء إدارة النفايات البلاستيكية (27). تسببت كمية النفايات البلاستيكية

المنتجة في الصين، والتي يتم التخلص منها في مياه المحيطات، في احتلالها المرتبة الأولى من بين 192 بلد في ترتيب الدول على مؤشر البيئة السنوي الذي تصدره منظمة الصحة العالمية من حيث سوء إدارة النفايات البلاستيكية على المسطحات المائية، وصنفت الولايات المتحدة الأمريكية في المرتبة العشرين، وجاءت ثلاث دول عربية من بين قائمة العشرين، وشملت مصر في المرتبة السابعة، والجزائر في المرتبة الثالثة عشر، ثم المغرب في المرتبة الثامنة عشر. **يبين الجدول (4) قائمة بتصنيف أعلى 20 دولة من حيث سوء إدارة النفايات البلاستيكية على المسطحات المائية.**

جدول (4): قائمة بتصنيف أعلى 20 دولة من حيث سوء إدارة النفايات البلاستيكية

على المسطحات المائية

الترتيب	الدولة	كميات النفايات البلاستيكية (مليون طن /سنة) (Waste Generation Waste%)	% عدم حسن الإدارة للنفايات البلاستيكية (Mismanaged Waste%)	كميات النفايات البلاستيكية الملوثة للمسطحات المائية " المحيط" (مليون طن/سنة)
1	الصين	8.82	27.7	3.53-1.32
2	أندونيسيا	3.22	10.1	1.29-0.48
3	الفلبين	1.88	5.9	0.75-0.28
4	فيتنام	1.83	5.8	0.73-0.28
5	سيرلانكا	1.59	5.0	0.64-0.24
6	تايوان	1.03	3.2	0.41-0.15
7	مصر	0.97	3.0	0.39-0.15
8	ماليزيا	0.94	2.9	0.37-0.14
9	نيجيريا	0.85	2.7	0.34-0.13
10	بنجلاديش	0.79	2.5	0.31-0.12
11	جنوب أفريقيا	0.63	2.0	0.25-0.9
12	الهند	0.60	1.9	0.24-0.09
13	الجزائر	0.52	1.6	0.21-0.08
14	تركيا	0.49	1.5	0.19-0.07
15	باكستان	0.48	1.5	0.19-0.07
16	البرازيل	0.47	1.5	0.19-0.07
17	بورما	0.46	1.4	0.19-0.07
18	المغرب	0.31	1.0	0.12-0.05
19	كوريا الجنوبية	0.30	1.0	0.12-0.05
20	الولايات المتحدة الأمريكية	0.28	0.9	0.11-0.04

المصدر: (Jambeck, J. R., et al. "Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean." Science, vol. 347, no. 6223, 13 Feb. 2015, pp. 768–771., doi:10.1126/science.1260352).

الفصل الثالث

مفهوم الاقتصاد الدائري
وتدوير النفايات البلاستيكية

الفصل الثالث

مفهوم الاقتصاد الدائري وتدوير النفايات البلاستيكية

3. تمهيد

الاقتصاد الدائري "Circular Economy"، أو ما يطلق عليه "الاقتصاد التدويري"، هو مصطلح عام يعني منظومة الاقتصاد الصناعي الذي لا ينتج عنه نفايات نهائية إلا بحدود ضيقة جداً، وبالتالي لا يسبب تلوثاً للبيئة الأمر الذي يؤدي إلى استخدام أكثر فاعلية وكفاءة للمواد، وبما يقود إلى تحقيق التنمية المستدامة. ويتميز بأنه منذ بداية تصميمه يأخذ في الاعتبار تدوير كافة المدخلات، والمنتجات، وإعادة استخدام المنتجات بجودة عالية، وتكون المنتجات المنتجة في إطاره قابلة للإصلاح، والتجديد منذ تصميمها بما يضمن الاستفادة منها عدة مرات، كما يتميز بأنه يضع حسابات الربح الاقتصادي بجانب الفوائد البيئية.

تتمثل طرق التخلص من النفايات البلاستيكية في طريقتين وهما طرق تدوير النفايات البلاستيكية القابلة للتدوير، وطرق استرداد وإنتاج الطاقة من النفايات البلاستيكية غير القابلة للتدوير والمنتوية فترات حياتها. يعتبر إعادة تدوير النفايات البلاستيكية من أنجح وأهم طرق المعالجة بشرط أن ألا تكون تلك النفايات ملوثة، أو تكون قد استعملت من قبل في تعبئة المواد أو الكيماويات الخطرة، أو المعادن الثقيلة كما ينصح بعدم استعمال منتجاتها في تعبئة المواد الغذائية والمشروبات.

بينما تستخدم طرق استرداد وإنتاج الطاقة من النفايات البلاستيكية، حيث تأتي النفايات البلاستيكية في المرتبة الثالثة بعد الغاز الطبيعي والبتترول الخام من حيث المحتوى الحراري للطاقة، وتستخدم تقنيات التحلل الحراري الحفاز لإنتاج الطاقة منها، خاصة في محطات توليد الطاقة، والصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة.

ومن جانب آخر يسعى الباحثون إلى إيجاد بدائل مناسبة عن البلاستيك التقليدي، مما أدى مثلاً إلى ابتكار وإنتاج البلاستيك الحيوي القابل للتحلل بيولوجياً، وغيرها من الحلول والمبادرات المبتكرة.

1.3. مفهوم الاقتصاد الدائري

يعود الفضل في تطبيق قاعدة الاقتصاد الدائري أو ما يعرف أيضاً بالاقتصاد التدويري، والمتعلقة بإعادة استخدام المنتجات إلى المهندس السويسري "والتر ستاهيل" - Walter R. Stahel - والذي ابتكر قاعدة "من المهد إلى المهد" - Cradle to Cradle عام 1976، والذي سلط الأضواء على إمكانية تجديد الاستفادة من المنتجات عبر تدويرها وإعادة إخراجها في أشكال واستعمالات جديدة لخدمة الاقتصاد والبيئة. يبين الشكل (29) مخطط لمفهوم الاقتصاد الدائري.

الشكل (29): مخطط لمفهوم الاقتصاد الدائري



تشير العديد من الدراسات إلى أن الاقتصاد الدائري سيحدث ثورة في مجال استغلال الموارد الضخمة من النفايات التي لا يخلو منها مجتمع من المجتمعات، وسيجعل منها واحدة من أهم القطاعات ذات القيمة المضافة للكثير من الاقتصادات الوطنية، وخاصة أنها القطاع الإنتاجي الوحيد الذي توجد وفرة في مدخلاته وبتكلفة منخفضة، فقد أشار تقرير صادر عن "منتدى الاقتصاد العالمي" و"مؤسسة إلين مكارثر" عام 2015 إلى أن الاقتصاد الدائري سيوفر على العالم حوالي تريليون دولار بحلول عام 2025، وسيوفر مائة ألف وظيفة جديدة خلال خمس سنوات. كما تستطيع أوروبا أن تقلل انبعاثات الكربون بنسبة 83% بحلول عام 2050 مقارنة بمستويات عام 2012. في حين أن دراسات برنامج الأمم المتحدة الإنمائي ذكر أن استراتيجيات الاقتصاد الدائري يمكن أن تساعد الدول النامية على تحقيق التخفيف من آثار تغير المناخ، مع تطوير الصناعات المحلية أيضاً، مما يقلل الاعتماد على المنتجات المستوردة، وبما يسهم في المساعدة على الحد من الفقر (57).

نشرت المفوضية الأوروبية (European Commission-EC) إستراتيجية أوروبا للبلاستيك في الاقتصاد الدائري في عام 2018، الذي يتطلب من جميع الدول الأعضاء إعادة استخدام وإعادة تدوير 50% من جميع العبوات البلاستيكية بحلول عام 2025، ونحو 55% بحلول عام 2030 (54). كما اهتمت المؤسسات الصناعية الكبرى في العالم بتطبيقات الاقتصاد الدائري ولا سيما في مجال تحويل النفايات إلى طاقة، حيث يوجد في الوقت الحاضر نحو "700" مصنع حول العالم تعمل في هذا الميدان.

بادرت أيضاً العديد من الشركات الأخرى إلى استخدام النفايات في صناعات أخرى جديدة، مثل استخدام زيوت الطعام المستعملة في إنتاج الوقود، والزيوت للسيارات. فيما استخدمت شركات أخرى منتجات النفايات الصناعية مثل خراطيم المياه والمظلات، وإعادة تدويرها في شكل أحزمة، وحقائب، ومحافظ. كما تقوم شركات أخرى بإعادة تدوير فضلات الورق والأخشاب

في تصنيع الورق المقوى والكرتون. فيما تقوم المئات من الشركات الصينية بإعادة تصنيع فضلات الأقمشة، والجلود في صناعة الملابس. كما تقوم بعض الشركات بإعادة صهر وتصنيع الزجاج، والبلاستيك لصناعة الأواني، والعلب الزجاجية والبلاستيكية وغيرها من المنتجات.

2.3. إدارة النفايات البلاستيكية

بعد مرور أكثر من 40 عامًا على إطلاق أول مبادرة لإعادة تدوير النفايات البلاستيكية، يتم حالياً جمع حوالي 30% فقط من العبوات البلاستيكية بغرض إعادة تدويرها. وعند أخذ قيم الفقد الإضافية في عمليات التجميع، الفرز، وعمليات إعادة المعالجة في الاعتبار، نجد أن القيمة الحقيقية والتي يتم استخدامها وإعادة تدويرها قد تصل إلى نحو 20%، ليتم في الغالب إنتاج منتجات بلاستيكية منخفضة الجودة والقيمة، كما لا يمكن إعادة تدويرها مره ثانية بعد الاستخدام (25).

بشكل عام فإن معدل إعادة تدوير النفايات البلاستيكية منخفض، وخاصة نفايات البلاستيك ذات الاستخدام الواحد الناتجة من قطاعات التعبئة والتغليف، وهو أقل بكثير من معدلات إعادة التدوير العالمية للورق والتي تصل إلى حوالي 58%، أو لمنتجات الحديد التي تصل إلى حوالي 70-90%.

3.3. طرق التخلص من النفايات البلاستيكية

كانت عمليات إعادة تدوير، وحرق البلاستيك ضئيلة للغاية قبل عام 1980، ويمكن تجاهلها، حيث كان يتم التخلص منها مباشرة بطرق الدفن دون معالجة، أو إلقائها في المسطحات المائية "البحار والمحيطات". ثم بدأت عمليات الحرق أو الترميد "Incineration" بعد عام 1980، بينما

بدأت عمليات إعادة التدوير "Recycling" في عام 1990. يبين الشكل (30) صور بعض الطرق التقليدية السائدة للتخلص من النفايات البلاستيكية حتى عام 1980.

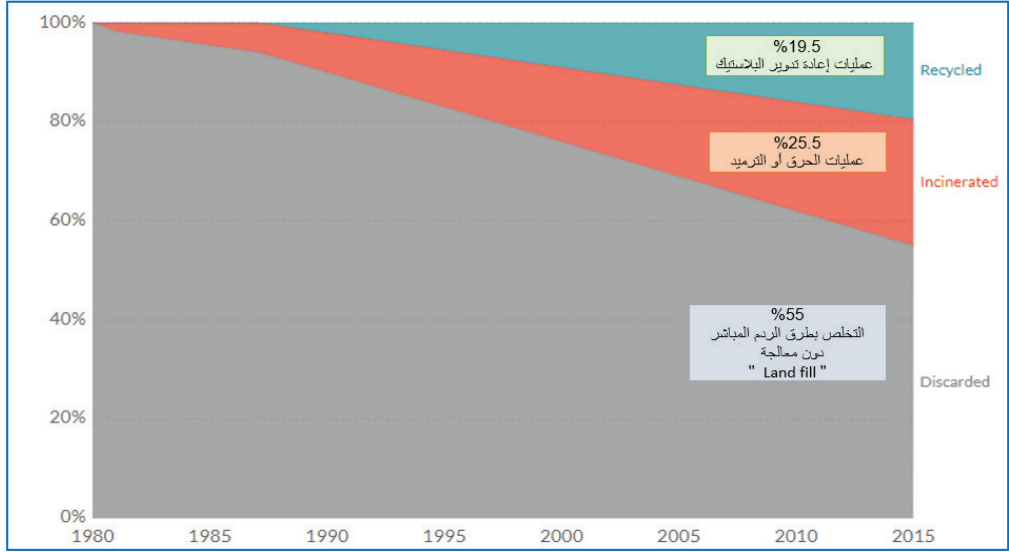
شكل (30): صور بعض الطرق التقليدية السائدة للتخلص من النفايات البلاستيكية حتى عام 1980



المصدر: <https://dailynews.co.tz/news/2019-03-225c9494bfe0dbb.aspx>

ارتفعت معدلات إعادة التدوير بنحو 0.7 % في المتوسط سنويا خلال الفترة 1980-2015، وبلغت النسب العالمية للتخلص من نفايات البلاستيك في عام 2015، بطرق الدفن المباشر دون معالجة إلى حوالي 55%، وبلغت نحو 25 % لعمليات الحرق والترميد، فيما بلغت نحو 20% لعمليات إعادة التدوير، كما يبين الشكل (31) (29).

الشكل (31): نسب طرق المعالجة للنفايات البلاستيكية في عام 2015



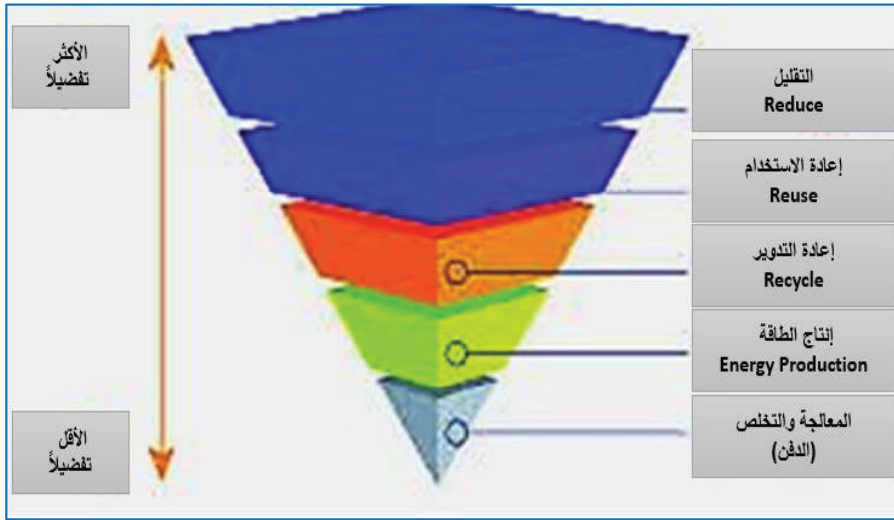
المصدر: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>, Plastic Pollution

باستقراء الاتجاهات التاريخية من الرسم البياني السابق حتى عام 2050 فإنه من المتوقع أن ترتفع معدلات الحرق إلى 50%، وتصل نسبة إعادة التدوير إلى 44%، بينما ستخفص نسب الدفن المباشر أو ما يطلق عليه النفايات المهملة "Straight to Landfill or Discarded" إلى نحو 6% (27).

تعتبر عمليات الحد من النفايات البلاستيكية أحد أسهل الطرق لإدارة النفايات البلاستيكية، ويمكن أن يتم الحد من النفايات من خلال إعادة تدويرها، وتجنب استخدام المنتجات غير القابلة لإعادة الاستخدام مرة أخرى مثل أكياس البلاستيك، وإعادة استخدام الأشياء المستعملة، وشراء الأدوات ذات التصاميم البسيطة.

ويعتبر التقليل "Reduce" هو أفضل أساليب وطرق التخلص من النفايات البلاستيكية، يليه إعادة الاستخدام "Reuse"، ثم إعادة التدوير "Recycle"، فطرق استخلاص وإنتاج الطاقة، وأخيراً المعالجة والتخلص، كما يبين الشكل (32).

الشكل (32): مخطط الأسلوب الأفضل للتخلص من النفايات البلاستيكية



المصدر: النفايات البلاستيكية وآثارها على البيئة والانسان والطرق الحديثة للاستفادة والتخلص منها

1.3.3. مكبات النفايات

يعتبر دفن النفايات في المكبات في الأرض هو الأسلوب الأكثر استخداماً للتخلص من النفايات، وعلى الرغم من أن هذه الطريقة هي أكثر الطرق شيوعاً للتخلص من النفايات، إلا أنها بالتأكيد ليست الطريقة الوحيدة. وقد بدأ يقل استخدام هذه الطريقة، لعدم وجود مساحات من الأراضي اللازمة فضلاً عن زيادة انبعاثات الغازات الضارة، مما يسبب العديد من المشاكل الصحية والبيئية.

2.3.3. ترميد النفايات/ الحرق Incineration

يعتبر ترميد النفايات أو حرقها أحد طرق التخلص من النفايات الصلبة، ويتم فيها حرق النفايات في درجات حرارة مرتفعة لتحويلها إلى بقايا، ومنتجات غازية. من أهم مميزات هذا النوع من أساليب التخلص من النفايات هو تقليل حجم النفايات ما بين 20-30% من حجمها الأصلي، مما يقلل المساحة المطلوبة لدفنها في الأرض، كما يقل الضغط على مكبات النفايات. تعرف هذه العملية أيضاً باسم "المعالجة الحرارية"، حيث يتم تحويل مواد النفايات الصلبة من خلال الاحتراق إلى حرارة، وغاز، وبخار، ورماد.

3.3.3. تحويل النفايات إلى غاز البلازما (التغويز البلازمي)

يعتبر تحويل النفايات البلاستيكية إلى غاز البلازما شكل آخر من أشكال إدارة النفايات البلاستيكية، وتعد البلازما فهي حالة المادة الرابعة، بعد الحالة الصلبة والسائلة والغازية، وانتشرت هذه التقنية في بدايات هذا القرن (47)، بينما تعتمد تقنية التغويز على تحويل المادة من الحالة السائلة أو الصلبة إلى الحالة الغازية.

يتم استخدام مفاعلات خاصة لرفع درجة الحرارة لأعلى من 2000 °ف، لكسر الروابط الكيميائية بين العناصر وتحويل كل النفايات البلاستيكية، بما فيها الخطرة بيئياً، إلى غاز اصطناعي "syngas"، والذي يمكن استخدامه في إنتاج الطاقة الكهربائية، أو إنتاج الميثانول اللازم للصناعات البتروكيماوية، أو لإنتاج الوقود السائل مثل وقود الطائرات والديزل (47).

4.3.3. إعادة تدوير البلاستيك

تعتبر عملية إعادة التدوير هي العنصر الثالث في الهرم التسلسلي لمعالجة النفايات، والذي يضم تقليل النفايات، وإعادة استخدامها وإعادة تدويرها، والفكرة وراء إعادة التدوير هي التقليل من استهلاك الطاقة، والحد من حجم مكبات النفايات، والحد من تلوث الهواء والمياه، والحد من

انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة، والحفاظ على الموارد الطبيعية لاستخدامها في المستقبل، وزيادة القيمة المضافة للنفايات البلاستيكية. هذا وتعتبر مصطلحات إعادة تدوير البلاستيك معقدة وأحياناً مربكة بسبب المجموعة الواسعة من طرق إعادة التدوير، ويوجد عدد من سيناريوهات إعادة التدوير "Recycling Models"، من أهمها:

1.4.3.3. الطريقة الأولية لإعادة التدوير "Primary Recycling Model"

يتم في الطريقة الأولية لإعادة التدوير، أو ما يطلق عليها أيضاً طرق إعادة التدوير الميكانيكي، إعادة نفايات البلاستيك إلى نفس خواص وجودة الخامة الأساسية، ويتم إعادة تشغيلها لنفس الغرض الأساسي. وهو يتطلب أن تكون النفايات البلاستيكية المراد إعادة تدويرها على درجة كبيرة من النقاوة، وأن تكون خالية تماماً من الشوائب والمعلقات المكتسبة أثناء تداولها أو استخدامها، لذا فإن هذه الطريقة تتطلب جهد أكثر وتكلفة أكبر (53:48).

2.4.3.3. الطريقة الثانوية لإعادة التدوير "Secondary Recycling Model"

يتم في الطريقة الثانوية لإعادة التدوير إعادة استخدام البلاستيك ذو الجودة الأقل من الأصل لاستخدامات تتناسب مع خواصه الجديدة والتي تنتج من خلط عدد من الأنواع المتوافقة من البلاستيك (53:48). عادةً ما يستخدم البلاستيك المعاد تدويره لأغراض يكون فيها بديلاً لخامات أخرى مثل الخشب، والحديد وذلك بسبب انخفاض الخواص الميكانيكية فيه. تعد الأباريق، والأطباق البلاستيكية، والأمشاط البلاستيكية بعض نماذج لمنتجات لهذه الطريقة (51).

3.4.3.3. الطريقة الثلاثية لإعادة التدوير "Tertiary Recycling Model"

الطريقة الثلاثية لإعادة تدوير النفايات البلاستيكية هي عبارة عن طريقة كيميائية باستخدام التحلل الحراري للتحلل المائي "pyrolysis of hydrolysis"، يتم خلالها تحويل النفايات البلاستيكية إلى مكوناتها الكيميائية الأولية، والتي يمكن أن يعاد استخدامها مرة أخرى في إنتاج منتجات نهائية بنفس المواصفات، مثل إنتاج القوارير البلاستيكية المستهلكة ذات الاستخدام الواحد من البولي إيثيلين تير فيثالات، أو لإنتاج الوقود (53·48). وتعتبر هذه الطريقة هي الطريقة الوحيدة المستدامة والمناسبة لمعالجة جميع أنواع النفايات البلاستيكية بما في ذلك النفايات البلاستيكية متعددة الطبقات والتي لا تكون الطرق الأخرى مناسبة لإعادة تدويرها (52).

أصبحت هذه الطريقة شائعة الاستخدام حديثاً، بعد أن أصبح من السهل التعرف على مكونات النفايات البلاستيكية، وبعد أن أصبحت تكنولوجيات التحويل متاحة على نطاق التطبيق التجاري، وذات جدوى اقتصادية، وبيئية مرتفعة (51·50).

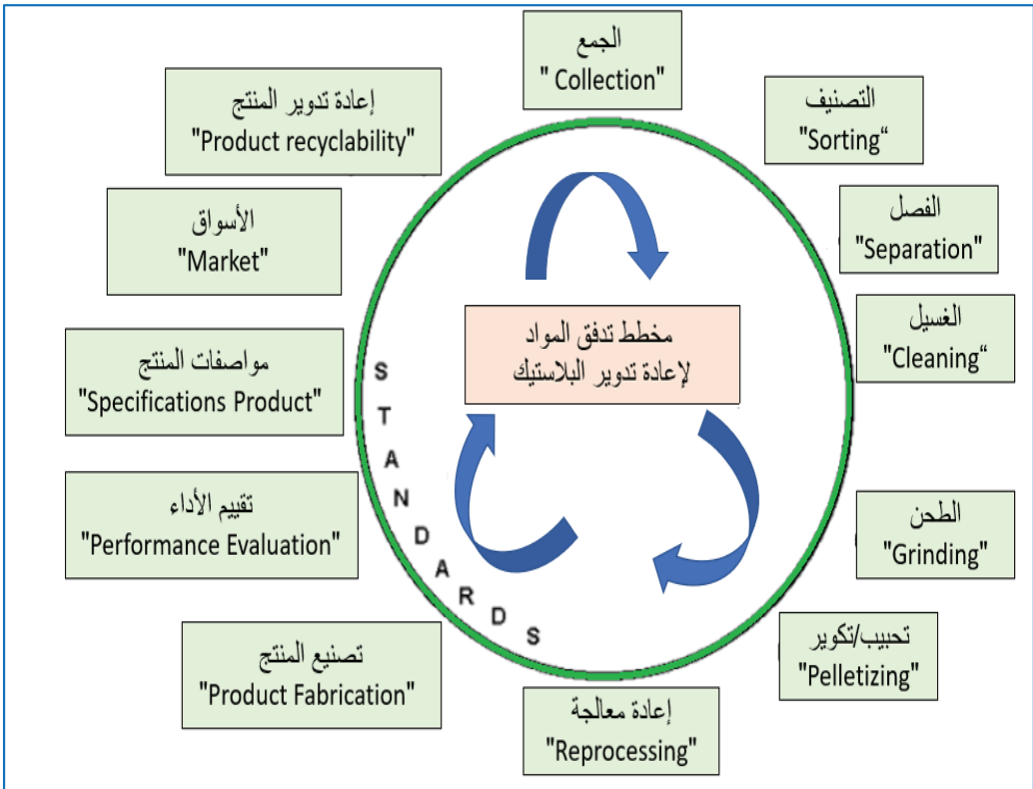
4.4.3.3. الطريقة الرباعية لإعادة التدوير "Quaternary Recycling Model"

وفيها يتم إعادة استخدام النفايات البلاستيكية لإنتاج الطاقة بحرقها للاستفادة من الطاقة الحرارية المخزنة فيها، وتعد هذه الطريقة الأكثر انتشاراً واستخداماً حيث أن طرق الحرق لا تتطلب أجهزة ومعدات معقدة لإعادة تدوير البلاستيك كما في الطرق الثلاثة الأخرى (53·48). وإنما يتم حرق النفايات البلاستيكية في محارق خاصة، وتكمن المشكلة في هذه العملية في إنتاج نسب مرتفعة من الملوثات بما في ذلك انبعاث المواد الكيميائية الضارة مثل الديوكسين والفيوران. كما أنه يحظر حرق البلاستيك في معظم الدول المتقدمة (51·50).

4.3. العمليات التي تسبق إعادة التدوير

تسبق عمليات إعادة تدوير البلاستيك عادة عمليات متعددة ومتنوعة الغرض منها دائماً تجهيز، وتحضير المواد البلاستيكية المراد إعادة استخدامها، ويوضح الشكل (33) مخطط عمليات إعادة تدوير البلاستيك.

الشكل (33): مخطط عمليات إعادة تدوير البلاستيك



المصدر: Recycled-Plastic Lumber Standards From Waste Plastics to Markets for Plastic Lumber Bridges

من أهم تلك العمليات ما يلي:

1.4.3. تجميع البلاستيك "Collection"

عملية التجميع هي عملية جمع المواد البلاستيكية المراد إعادة استخدامها من النفايات والعوادم، وتزيد مرحلة التجميع مرحلة أساسية تهدف إلى توفير المادة الخام لإعادة الاستخدام وتبنى عليها مراحل عمليات إعادة التدوير.

تعتبر عملية التجميع من المراحل الصعبة، والمكلفة خصوصاً في الدول والمدن التي لم تضع بعد برامج إدارة النفايات البلاستيكية، وخاصة توافر تحديد محطات أو نقاط تجميع محددة، أو اتباع استراتيجية الفصل من المنبع عبر توعية المستهلكين.

تتم معالجة كل نوع من أنواع البلاستيك بطرق مختلفة ومنفصلة تبعاً لأهداف إعادة التدوير والاستخدامات النهائية للمنتجات، وعادة ما تكون مرحلة التجميع لكافة أنواع البلاستيك دون فرز، ولذلك يتم التجميع لكل أنواع البلاستيك المتاحة بينما تتم عملية الفرز في مرحلة لاحقة، وبواسطة المستخدمين المعنيين بعمليات إعادة التدوير والتصنيع.

2.4.3. عملية الفرز "Sorting"

عملية الفرز هي عملية فصل، وتقسيم، وتصنيف نفايات البلاستيك والتي تم تجميعها بغرض إعادة تدويرها كل على حدة. تأتي أهمية هذه المرحلة في أن الأنواع المختلفة من البلاستيك يصعب إعادة تدويرها معاً، نظراً لأن كل نوع من أنواع البلاستيك له خواص مختلفة سواء كانت خواص حرارية، أو ميكانيكية، أو كيميائية والتي تستلزم معها طرق معالجة تختلف من نوع لآخر. فمثلاً يمكن أن يتسبب وجود نسب ضئيلة جداً من نفايات منتجات البولي فينيل كلوريد إلى تدمير كافة كميات نفايات البلاستيك لمنتجات البولي إيثيلين تيريفيثالات بالكامل أثناء

عمليات المعالجة الحرارية في حالة وجود خليط منهما. وتتم عملية الفرز بطريقتين، إما بطرق يدوية، أو بطرق آلية ولكل منهما مميزاته وعيوبه.

1.2.4.3. الفرز اليدوي

تصلح عمليات الفرز اليدوي للنفايات البلاستيكية التي لم يتغير شكلها بعد استخدامها، والتي لم تنتشوه، أو تتقطع حتى تتم عملية الفرز بتحديد كل نوع دون مجهود. وتعتمد عمليات الفرز اليدوي على استعمال الأكواد والشفرات المميزة لكل نوع من أنواع البلاستيك، وتعد من العمليات كثيفة العمالة، وتحتاج إلى وقت طويل ومجهود كبير، وهي طريقة سهلة وبسيطة. يعتمد الفرز فيها على التعريف والتمييز البصري لكل من الشكل، واللون، والمظهر، والعلامة التجارية، لذا فمن الضروري للعاملين بها التعرف والإلمام التام بمختلف أنواع البلاستيك. إلا أن هناك احتمال للأخطاء البشرية خلال عمليات الفرز اليدوي، حتى مع استخدام نظام الأكواد والشفرات، كما أنه قد يصعب التمييز بين أنواع البلاستيك المختلفة، بسبب حالة النفايات عند وصولها إلى مناطق الفصل، وما يمكن أن يحدث لها من تكسير، أو طمس للأكواد، وتعتبر عملية الفرز اليدوي هي الأقدم والمفضلة لوحدات إعادة التدوير ذات الطاقات الإنتاجية الصغيرة⁽⁴⁶⁾. يبين الشكل (34) عمليات الفرز اليدوي للنفايات البلاستيكية.

الشكل (34): عمليات الفرز اليدوي للنفايات البلاستيكية

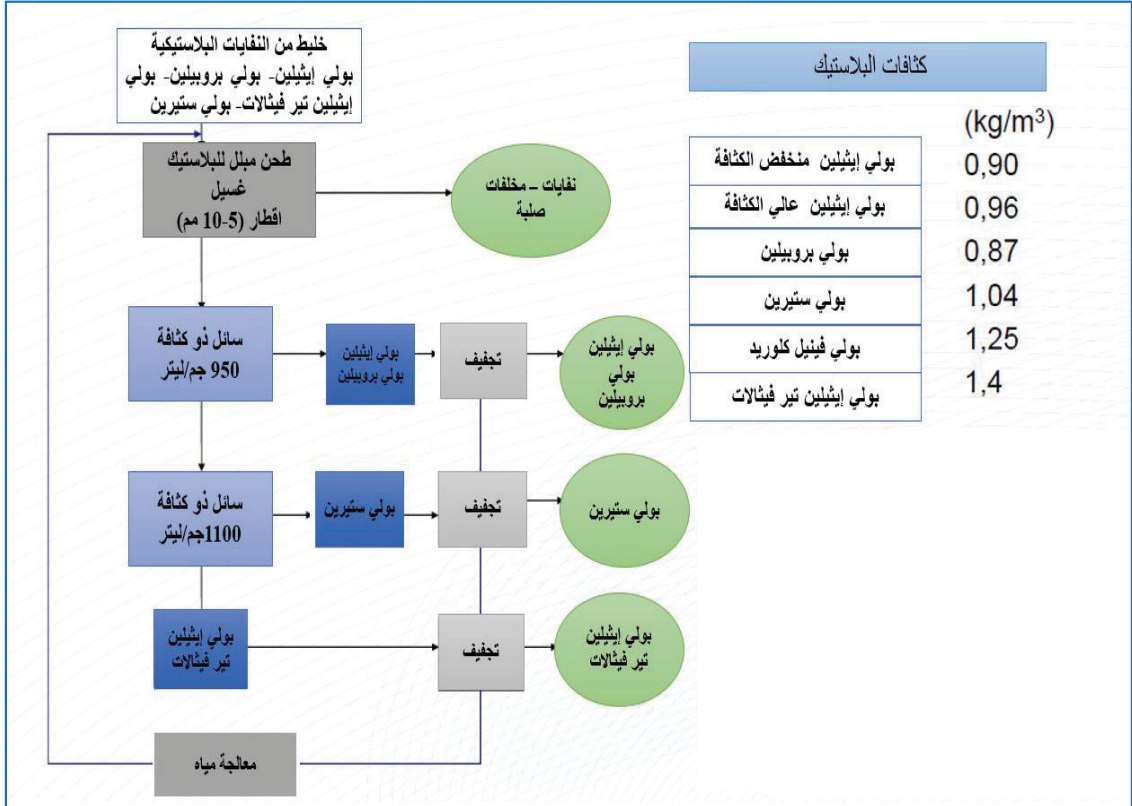


2.2.4.3. الفرز الآلي

تصلح عمليات الفرز الآلي للنفايات البلاستيكية التي يصعب فرزها يدوياً، أو للنفايات ذات الكميات الكبيرة، أو التي مطموسة المعالم، أو المقطعة، وتتميز عمليات الفرز الآلي بالسرعة والدقة التامة. وتعتمد عمليات الفرز الآلي على الخواص المختلفة للنفايات البلاستيكية، وتتم عملية الفرز آلياً دون التدخل البشري في تحديد، أو فصل أنواع النفايات المختلفة.

تعد عمليات الفرز الآلي التي تعتمد على الكثافة من أشهر أنواع الفرز الآلي المستخدمة، حيث يتميز كل نوع من أنواع البلاستيك بكثافة تختلف عن كثافات باقي الأنواع البلاستيكية الأخرى، فمثلاً يمكن فرز وفصل نفايات منتجات البولي إيثيلين تيريفيثالات عن نفايات منتجات البولي فينيل كلوريد حسب الكثافة، حيث أن النوع الأول يطفو على السطح، بينما يغوص النوع الثاني في قاع صهريج الفصل، والذي يعرف بصهريج الطفو "Floatation Tank". هذا وتصلح عمليات الفرز الآلي لفرز نوعين فقط من النفايات البلاستيكية. يبين الشكل (35) مخطط فصل النفايات البلاستيكية اعتماداً على الكثافة.

الشكل (35) مخطط فصل النفايات البلاستيكية اعتمادا على الكثافة



المصدر: Plastic Soup: Technological Limits and the Recycling Economy

كما يمكن الاعتماد على الخواص الضوئية "Optical"، أو على النفاذية "Transmission"، في عمليات الفرز الآلي لأنواع المختلفة من النفايات البلاستيكية حسب التركيب الكيميائي للبلاستيك بشكل دقيق. وتستخدم أجهزة خاصة لتحليل نوع البلاستيك مثل أجهزة الأشعة تحت الحمراء (FT-NIR)، وكذلك تستخدم أنظمة كاميرات للتعرف الضوئي على الألوان لسهولة فرز النفايات البلاستيكية آلياً، مثل فرز وفصل قوارير البولي إيثيلين تير فيثالات "PET" الشفافة عن النفايات ذات اللون الأزرق الفاتح، أو الأزرق الداكن، أو الأخضر وغيرها

(48). يبين الشكل (36) أحد خطوط الفرز الآلي للنفايات البلاستيكية، وأماكن التخزين بعد تصنيفها.

الشكل (36): أحد خطوط الفرز الآلي للنفايات البلاستيكية

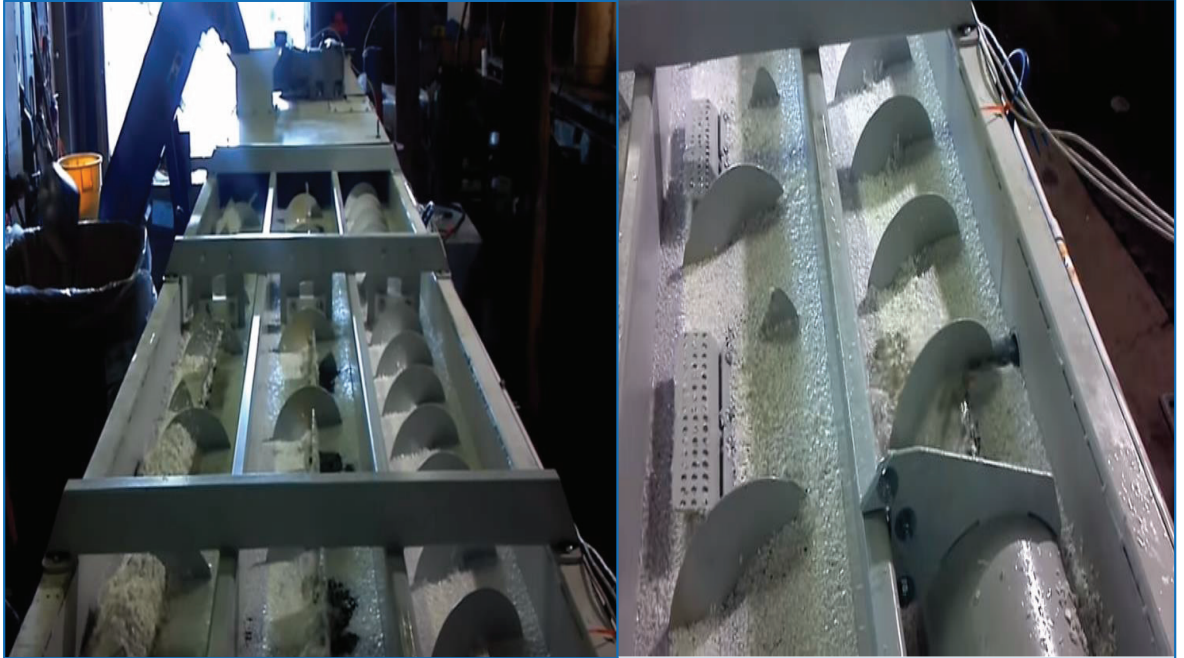
وأماكن التخزين بعد تصنيفها



3.4.3. الغسيل أو التنظيف "Washing/ Cleaning"

تأتي مرحلة الغسيل، أو التنظيف بعد مرحلة الفرز، وهي مرحلة تجهيز ضرورية للنفايات البلاستيكية، للتخلص من الملوثات التي يمكن أن تكون قد اكتسبتها النفايات أثناء استخدام البلاستيك، أو من النفايات الأخرى في أماكن تجمعها. تهدف هذه المرحلة إلى تخلص النفايات البلاستيكية من كافة الملوثات التي قد ينتج عنها أية تفاعلات جانبية غير متوقعة أثناء عمليات إعادة التدوير بطرق المعالجة الحرارية. ويتم تحديد عدد مراحل عمليات الغسيل، وأنواعها حسب نوع نفايات البلاستيك، ونوع الملوثات المتوقعة، وطريقة إعادة المعالجة المستخدمة، والاستخدام النهائي المحتمل للمنتج الجديد، يبين الشكل (37) مرحلة غسل نفايات البلاستيك.

الشكل (37): مرحلة غسل النفايات البلاستيكية



4.4.3. الطحن/ التفتيت "Regrinding/Crushing"

عمليات الطحن أو التفتيت هي تجهيز النفايات البلاستيكية الى قطع، أو أجزاء صغيرة لضمان زيادة أسطح النفايات المعرضة للمعالجة، والذي لا يتيح مساحات أسطح القطع الكبيرة، وتستخدم طواحين خاصة لهذا الغرض، وتكون في الغالب مناسبة لأكثر من نوع من أنواع البلاستيك، وتنتج الطواحين قطع بلاستيكية ذات أحجام مختلفة طبقاً لمتطلبات طريق المعالجة المختلفة. يعتمد تحديد مدى الحاجة إلى مرحلة الطحن على نوع الطريقة المستخدمة لإعادة التدوير، حيث أنه ليس من الضروري طحن أو تفتيت النفايات البلاستيكية إلا إذا كان سيتم استخدام طرق معالجة حرارية أو كيميائية. يبين الشكل (38) نماذج لبعض أشكال النفايات البلاستيكية بعد مرحلة الطحن.

الشكل (38): نماذج لبعض اشكال النفايات البلاستيكية بعد مرحلة الطحن



5.3 الفرص الاستثمارية لمشروعات إعادة تدوير النفايات البلاستيكية

توفر عمليات إعادة تدوير النفايات البلاستيكية فرص استثمارية عديدة، وتناسب كل المستويات الاقتصادية؛ سواء صغر أم كبير حجم الاستثمارات، ويمكن أن تتأسس على مخرجات ونواتج عمليات إعادة تدوير البلاستيك آلاف المشروعات الصغيرة أو المتوسطة أو الكبيرة سواءً للأفراد أو للمؤسسات، وتعد من الاستثمارات الآمنة، حيث يزداد نمو الطلب على منتجاتها، وتدخل في معظم مناحي الحياة الحديثة، وكافة القطاعات الصناعية والزراعية.

وتعتمد عمليات إعادة التدوير اعتماد كلياً على اختيار نوع النفايات البلاستيكية المناسبة، وطرق أو تقنيات إعادة التدوير والتي تتنوع بشكل كبير، ومن أهم أنواع النفايات البلاستيكية من حيث توافر كمياتها لتأسيس صناعات متنوعة عليها راتنجات رقائق التغليف بالبلاستيك، والقوارير البلاستيكية المستهلكة ذات الاستخدام الواحد، والألياف الصناعية، والبولي فينيل كلوريد.

1.5.3. راتنجات رقائق التغليف البلاستيكي

تعرف رقائق "الغشاء" البلاستيك، بأنها البلاستيك ذو السماكة الأقل من 10 مم، أو المنتجات البلاستيكية التي تحتوي مكوناتها على نسبة لا تقل عن 85% "بالوزن" من البلاستيك، مضاف إليها 15% من المواد المرتبطة "مشاركة"، والتي قد تشمل مواد مضافة مساعدة لعمليات الطباعة، أو الطلاء، أو الحشوات "المواد المألئة".

يطلق على المواد المستخدمة في عمليات التغليف والتعبئة مصطلح "مواد التغليف المرن"، وهي كثيرة ومتنوعة، ويتم تصنيف وتعريف مواد التعبئة والتغليف حسب الاستخدامات الأساسية لعمليات التعبئة، والتي تشمل ثلاث استخدامات أساسية وهي:

- 1) مواد التغليف الأساسي، أو منتجات تغليف المبيعات، وتشمل على سبيل المثال عبوات أكياس تغليف الخضروات المجمدة، أو الأكياس البلاستيكية التي يشتريها المستهلك لتعبئة مشترياته.
- 2) مواد التغليف الثانوي أو الشامل، وتشمل مواد تغليف مجموعة من المنتجات البلاستيكية كتغليف مجموعة من قوارير المياه البلاستيكية مع بعضها البعض في عبوات جامعة.
- 3) مواد التغليف الثلاثي، وتشمل العبوات البلاستيكية المستخدمة لتغليف وتجميع طرود منتجات التغليف الأولي و / أو الثانوي معا لغرض النقل.

عادةً ما تنتج منتجات التغليف الأساسي المرن من طبقة بلاستيكية واحدة، ومن نوع واحد فقط من الراتنج، كما يمكن أن تكون متعددة الطبقات حيث ان لكل طبقة منها أداء معين في المنتج النهائي، وليس من الضروري أن تحتوي منتجات التغليف المرن متعددة الطبقات على كل هذه الطبقات، والتي قد تشمل:

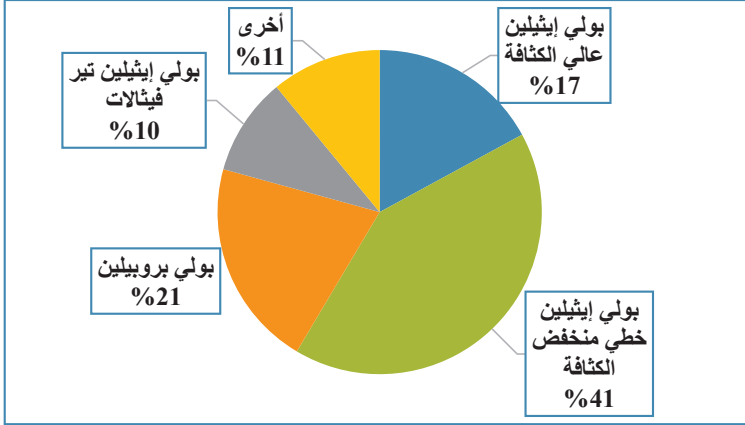
- طبقة الطباعة "Print layer"، وهي الطبقة المستخدمة لطباعة بعض المعلومات، والرسومات عن المنتجات، وبما يضمن التصاق الأحبار على غلاف منتج التغليف البلاستيكي.
- طبقة الربط "Tie layer"، وهي الطبقة التي تربط بين طبقتين غير متوافقتين ببعضهما البعض، وتتضمن منتجات التغليف التي تصنع بطرق التشكيل بالبتق البلاستيكي المشترك /الاسهامي "Plastic Co-extrusion"، حيث يتم في هذه الطريقة بثق " دمج" مادتين أو أكثر من خلال قالب واحد في بنية واحدة.
- طبقة الحاجز "Barrier layer"، وهي الطبقة التي تمثل حاجزًا للأكسجين، أو الرطوبة، أو الرائحة، أو الضوء بهدف إطالة عمر تخزين، وتقليل احتمالات تلف المنتجات.

- الطبقة الهيكلية "Structural layer" – وهي طبقة توفر سماكة، أو صلابة، أو قوة لمنتجات التغليف المرن، أثناء عمليات تعبئة وإغلاق أكياس المنتجات بواسطة المعدات عالية السرعة.
- طبقة واقية "Protective layer" - وهي طبقة تقاوم الثقوب.

• طبقة مانعة للتسرب "Sealant layer"، وهي الطبقة المانعة للتسرب، والتي يحدث لها لحام ذاتي بالحرارة باستخدام آلات عالية السرعات.

يمثل البلاستيك متعدد الطبقات، تحدياً لعمليات إعادة التدوير، نظراً لأن الطبقات المختلفة الداخلة في إنتاجه لا تنفصل بسهولة، وفي كثير من الأحوال لا تتوافق مع بعضها البعض عند إعادة تدويرها (56).

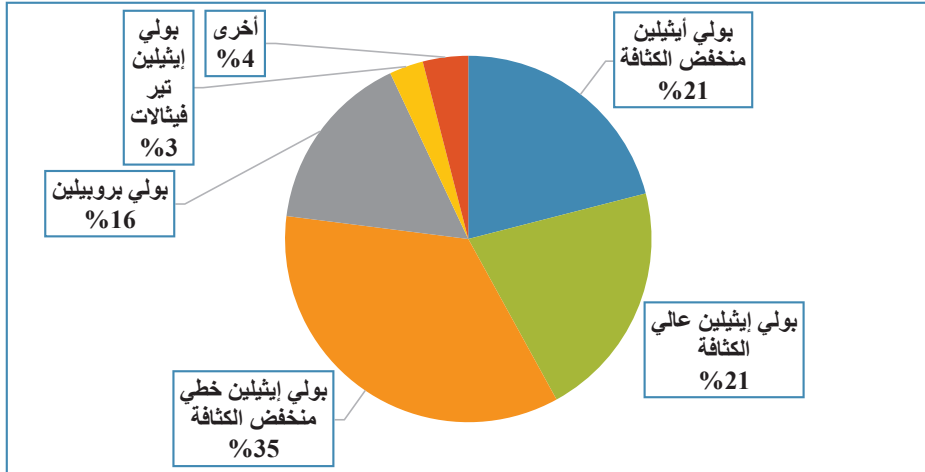
تعد راتنجات البولي إيثيلين بدرجاته المختلفة "منخفض الكثافة، ومنخفض الكثافة الخطي، وعالي الكثافة"، والبولي بروبيلين، والبولي إيثيلين تير فينالات هي الأكثر استخداماً في إنتاج رقائق التغليف البلاستيكي، بالإضافة إلى البولي فينيل كلوريد والراتنجات الأخرى. تشير بعض التقديرات إلى أنه تم إنتاج ما يقرب من 70 مليون طن من رقائق التغليف المختلفة على مستوى العالم في عام 2017. يبين الشكل (39) نسب الطلب العالمي على الراتنجات المستخدمة في التغليف والتعبئة البلاستيكية. بينما يبين الشكل (40) نسب الطلب لدول منطقة الشرق الأوسط على الراتنجات المستخدمة في التغليف والتعبئة البلاستيكية.

الشكل (39): نسب الطلب العالمي على الراتنجات المستخدمة في التغليف والتعبئة البلاستيكية

المصدر: Circular Economy and Plastics, Gulf Petrochemicals & Chemicals Association (GPCA),2017.

الشكل (40): نسب الطلب على الراتنجات المستخدمة في التغليف والتعبئة البلاستيكية

في دول منطقة الشرق الأوسط



المصدر: Circular Economy and Plastics, Gulf Petrochemicals & Chemicals Association (GPCA),2017.

تعد دول منطقة الشرق الأوسط مُنتج رئيسي لنوعيات جديدة من رقائق التغليف ذات مواصفات خاصة، يستخدم في إنتاجها طرق خاصة لمعالجة أسطح طبقاتها المختلفة، من أجل تعزيز التصاق حبر الطباعة والدهانات بها مثل: رقائق البولي بروبيلين ثنائية المحور الموجه "بوب"- (BOPP)-، والبولي إيثيلين تير فيثالات ثنائية المحور الموجه "BOPET". كما ترتفع في دول منطقة الشرق الأوسط معدلات الطلب على إنتاج رقائق، وشرائح التغليف والتعبئة البلاستيكية للمواد الغذائية، وخاصة العبوات، والرقائق ذات السمك الرقيق لتحل محل مواد التغليف التقليدية. بينما يزداد معدل استهلاك مواد التعبئة ذات الاستخدام الواحد، والمصنعة من البولي إيثيلين عالي الكثافة في الأسواق العالمية. بمجرد الانتهاء من استخدام تلك النوعية من الأكياس البلاستيكية في عمليات التعبئة، فإنها تجد تدفن في المكبات الخاصة بذلك (56).

إلا أن معدلات استهلاك أكياس البلاستيك من البولي إيثيلين عالي الكثافة انخفض على مستوى العالم، وخاصة بعد أن أقرت المفوضية الأوروبية مشروع قانون يقيد استخدام الأكياس البلاستيكية والمستخدم في المحال التجارية بغرض تعبئة المنتجات ذات السمك الأقل من 50 ميكرون، مما قلل من استخدامها في المملكة المتحدة بنسبه بلغت حوالي 80 % (56).

تعتبر معدلات إعادة التدوير لرقائق التغليف البلاستيكي منخفضة مقارنةً بمعدلات إعادة تدوير نفايات القوارير البلاستيكية المنتجة من البولي إيثيلين تير فيثالات "PET"، وذلك نظراً لصعوبة عمليات جمعها، وفرزها، وأيضاً بسبب إنتاج نوعيات جديدة من رقائق التغليف ثنائية المحور الموجه. عادة ما تستخدم هذه النوعية من البلاستيك المعاد تدويره في إنتاج منتجات بلاستيكية صلبة، مثل الأرضيات، والسياح، وإطارات النوافذ، كما تعد طرق الحرق هي الأكثر استخداماً للتخلص من هذا النوع من النفايات البلاستيكية. بينما عمليات إعادة التدوير الميكانيكية لا تصلح إلا لنفايات بلاستيكية ذات النقاوة العالية، وأن تكون من نوع واحد أو خليط متوافق ومتجانس (55).

1.1.5.3. تقنيات إعادة تدوير نفايات رقائق التغليف بالبلاستيك

تأتي كميات نفايات رقائق التغليف بالبلاستيك "الأكياس البلاستيكية" في المرتبة الثانية بعد نفايات البولي إيثيلين تير فيثالات المستخدم في إنتاج القوارير البلاستيكية المستهلكة، وتعد من أهم مصادر المواد الخام الأولية اللازمة لعمليات إعادة التدوير بسبب كمياتها الكبيرة المتاحة، والتي يسهل تمييزها من بين الأنواع المختلفة من النفايات البلاستيكية اثناء عمليات الفرز والتجميع.

تشمل مراحل عمليات إعادة تدوير أكياس البلاستيك، نقل النفايات البلاستيكية عبر حزام ناقل "Electric conveyor"، للتخلص من الملوثات البلاستيكية ذات الاحجام الكبيرة، ثم تأتي مرحلة الغسيل لإزالة المواد غير المعدنية. يلي ذلك وضع النفايات البلاستيكية على حزام ناقل آخر مثبت على أجهزة مغناطيس لجذب المواد المعدنية والتخلص منها، ثم تأتي مرحلة التقطيع. تتم عمليات الغسيل مرة أخرى لضمان خلو النفايات البلاستيكية من اية ملوثات قد يؤثر وجودها على جودة عمليات إعادة التدوير، وعلى مواصفات المنتج النهائي. ثم تتم عملية التجفيف إذا لزم الأمر لتجنب تكون فقاعات هوائية في حبيبات البلاستيك المنتجة. وأخيراً تأتي مرحلة التصنيع والتشكيل بطرق البثق "Extrusion" لإنتاج منتجات نهائية جديدة (56).

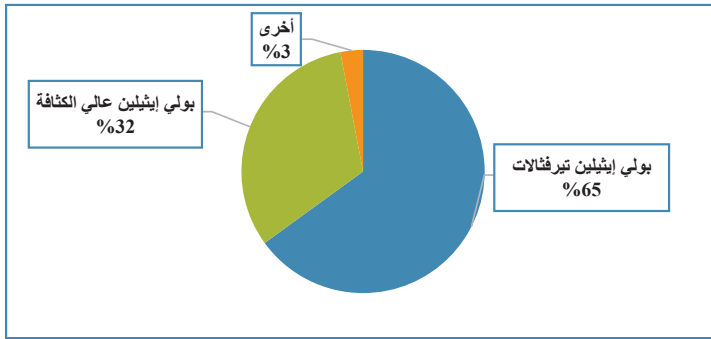
2.5.3. راتنجات القوارير البلاستيكية المستهلكة

يقدر الطلب العالمي على راتنجات البولي إيثيلين تير فيثالات المستخدم في إنتاج القوارير البلاستيكية بنحو 24 مليون طن سنوياً، وفق إحصاءات 2017، وتتميز هذه النوعية من الراتنجات بانخفاض استهلاكها من الطاقة في تصنيعها، وبإمكانية إعادة تدويرها مما عزز من مكانتها في كونها المادة المفضلة لإنتاج القوارير البلاستيكية، وحلت محل العبوات المصنعة من البولي فينيل كلوريد، والبولي سترين، فضلاً عن المميزات الصحية التي توفرها وخاصة في

مجال عبوات المياه والمشروبات (56). يوضح الشكل (41) معدلات الاستهلاك العالمية من أنواع الراتنجات المستخدمة في إنتاج القوارير البلاستيكية لعام 2017. بينما يوضح الشكل (42) معدلات استهلاك أنواع الراتنجات المستخدمة في إنتاج القوارير البلاستيكية في دول منطقة الشرق الأوسط في عام 2017.

الشكل (41) معدلات الاستهلاك العالمية

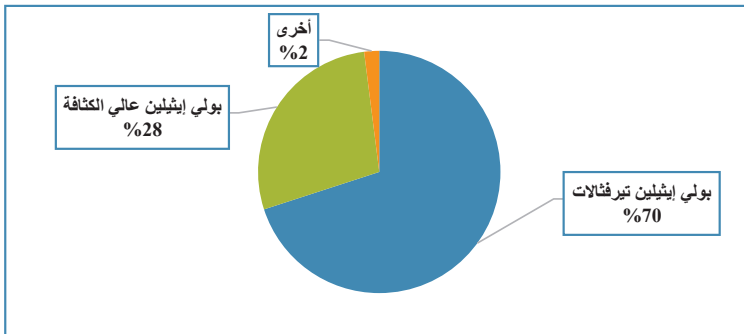
من أنواع الراتنجات المستخدمة في إنتاج القوارير البلاستيكية لعام 2017.



المصدر: Circular Economy and Plastics, Gulf Petrochemicals & Chemicals Association (GPCA), 2017.

الشكل (42): معدلات استهلاك الراتنجات المستخدمة في إنتاج القوارير البلاستيكية

في عام 2017 في دول منطقة الشرق الأوسط



المصدر: Circular Economy and Plastics, Gulf Petrochemicals & Chemicals Association (GPCA), 2017.

تعد راتنجات البولي إيثيلين تيرفيثالات، والبولي إيثيلين عالي الكثافة أكثر الراتنجات المستخدمة في إنتاج القوارير البلاستيكية المستهلكة، وخاصة المستخدمة في تعبئة المياه، والمشروبات، وتمثل نفاياتها أكثر من 95% من إجمالي نفايات القوارير المعاد تدويرها، والنسبة المتبقية تأتي من نفايات البولي بروبيلين، ونسبة أقل من كل من البولي فينيل كلوريد، والبولي إيثيلين منخفض الكثافة (56).

تمثل كميات نفايات عبوات البولي إيثيلين تير فيثالات أكثر من 50% من إجمالي كميات البلاستيك المعاد تدويره والمستخدمه كماد أولية لعمليات التصنيع بطرق التشكيل بالنفخ "Blow moulding" في بعض الدول ، بينما تمثل منتجات البولي إيثيلين عالي الكثافة المعاد تدويره نسبة ضئيلة على مستوى العالم، نظراً لصعوبة التخلص من الملوثات المتطايرة بها، مقارنة بسهولة إزالة تلك الملوثات من نفايات البولي إيثيلين تير فيثالات، وفي معظم الأحيان لا يمكن إعادة استخدام نفايات البولي إيثيلين عالي الكثافة المعاد تدويرها في إنتاج عبوات تعبئة وتغليف الأطعمة، أو المنتجات الصيدلانية.

1.2.5.3. تقنيات إعادة تدوير نفايات القوارير البلاستيكية

تعتبر معدلات إعادة تدوير نفايات البولي إيثيلين تير فيثالات المستخدم في إنتاج القوارير البلاستيكية والمستخدمه في تعبئة المشروبات، أعلى من معدلات إعادة تدوير نفايات البولي إيثيلين تير فيثالات المستخدمة في صناعات الألياف مثل السجاد والمنسوجات.

تعتمد عمليات إعادة تدوير نفايات قوارير البولي إيثيلين تيرفيثالات المستهلكة على مستوى التصنيع التجاري "Commercial"، على استخدام طرق الفصل الطبيعي " الفيزيائي"، لفصل البلاستيك عن المكونات الأخرى مثل الملصقات، والأغطية، والأوراق. وتشمل مراحل إعادة

التدوير نفس المراحل المعتادة من حيث الفرز، والتجميع، والطحن لتحويلها إلى رقائق "Flakes"، ثم مرحلة الغسيل، والتجفيف.

تستخدم رقائق البولي إيثيلين تيرفيثالات كمادة تغذية لعمليات التصنيع والتشكيل في صناعة منتجات الألياف النهائية باستخدام طرق التشكيل بالباتق "Extruder"، ولا تستخدم في إنتاج عبوات الأغذية إلا بعد إجراء مزيد من عمليات التنظيف الفائقة، سواءً بالطرق الميكانيكية أو الفيزيائية، وأيضاً باستخدام طرق تدوير كيميائية، حيث أن هذه الطرق هي الطرق الكفيلة لضمان وزيادة تنظيف الرقائق، والتخلص من الملوثات المتطايرة بما يتلاءم مع الاشتراطات الطبية والغذائية للمنتجات (56).

3.5.3. راتجات الألياف الاصطناعية

يقدر حجم السوق العالمي من الألياف الاصطناعية الجديدة بنحو 80 مليون طن سنوياً وفق إحصاءات عام 2017، هذا وتمثل ألياف البولي إيثيلين تير فيثالات نحو 70 % منها، والمستخدمة بشكل رئيسي في إنتاج الملابس والسجاد، بينما تمثل ألياف البولي بروبيلين نحو 25 %. يعتبر إنتاج السجاد هو الاستخدام الرئيسي لألياف البولي بروبيلين في منطقة الشرق الأوسط، وتعد تركيا أكبر أسواق البولي بروبيلين فيها، ثم تأتي إيران بعدها. بينما يمثل النايلون حوالي 5 % من حجم سوق الألياف الاصطناعية الجديدة.

تعتبر معدلات إعادة تدوير الألياف الاصطناعية أقل من معدلات التدوير لكل من الرقائق، والقوارير البلاستيكية، كما تعتبر طرق إعادة التدوير الميكانيكية غير مناسبة للألياف المستخدمة في نسيج الأقمشة، نظراً لاحتواء الأقمشة على بعض المواد الكيميائية، أو بعض البوليمرات الأخرى المخلوطة معها، لذا فإن إعادة تدوير هذا الخليط من البولي إستر والنايلون بالطرق الميكانيكية غير مجدي اقتصادياً، ولهذا تستخدم فقط طرق إعادة التدوير الكيميائية،

وهي طرق تستلزم استثمارات أعلى من الطرق الميكانيكية، بينما تمثل عمليات الجمع والفرز أحد العوائق لإعادة تدوير الألياف الاصطناعية.

على الرغم من أن سوق ألياف سجاد البولي بروبيلين أكبر من سوق ألياف سجاد النايلون، إلا أن ألياف سجاد النايلون هي الأكثر شيوعاً في عمليات إعادة تدوير الألياف، نظراً لانخفاض كلفة جمعها، وإعادة تدويرها، خاصة عندما تكون هناك كميات كبيرة منها نسبياً، وذلك نظراً لتجانسها، كما أن أسعار راتنجات النايلون المعاد تدويرها أكثر ربحية في الأسواق، مقارنةً بألياف البولي بروبيلين، والبولي إستر المعاد تدويرها (56).

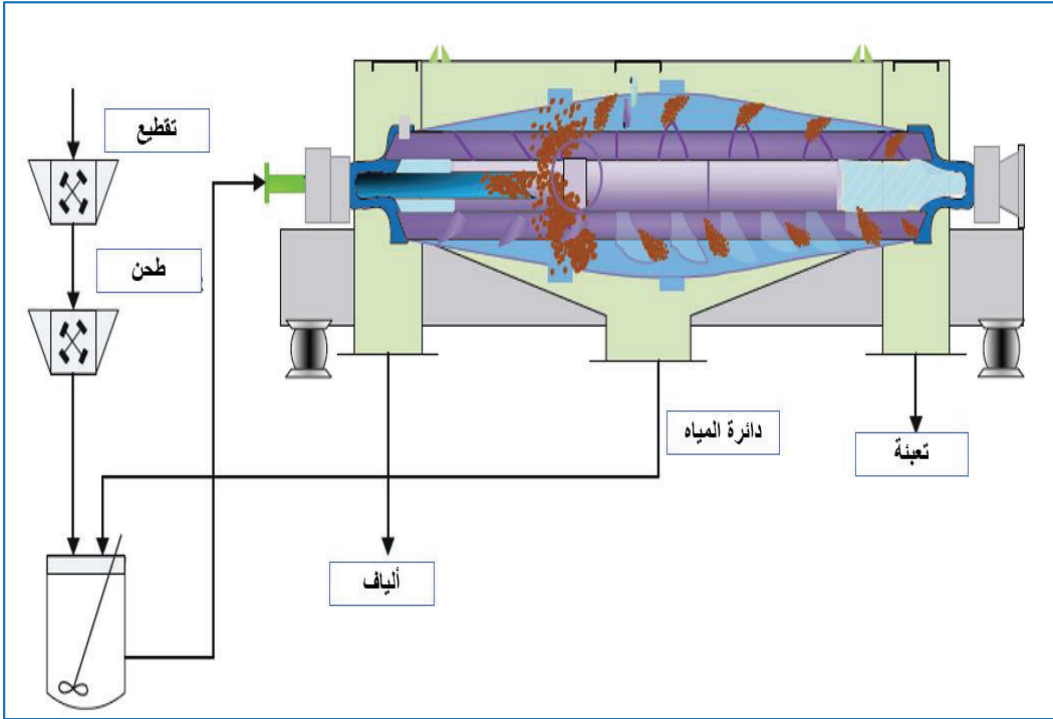
1.3.5.3. تقنيات إعادة تدوير نفايات الألياف الاصطناعية

يتكون السجاد من طبقتين، الطبقة الأولى أو العلوية للسجاد "الواجهة"، والتي غالباً ما تكون مكونة من ألياف البولي بروبيلين، أو البولي إستر، أو من الألياف الطبيعية كالصوف، وترتبط بالطبقة السفلية "الداعمة"، والتي قد تكون أيضاً من البولي بروبيلين، أو من الألياف الطبيعية من نبات الجوت، بالإضافة إلى المواد الرغوية الاصطناعية الأخرى.

من المفترض أن تكون خطوات إعادة التدوير للألياف الاصطناعية المستخدمة في إنتاج السجاد هي نفسها المستخدمة للألياف المنسوجات "الملابس". حيث يتم كشط أو فصل ألياف الطبقة العلوية عن الطبقة السفلية الداعمة، أو تمزيق السجادة بأكملها، وسحقها "طحنها"، ثم فصل مكونات السجادة العلوية عن المكونات السفلية على مرحلتين بتقنيات وطرق الفصل التي تعتمد على اختلاف كثافة. بعد فصل ألياف الطبقة العلوية عن الطبقة الداعمة السفلية في المرحلة الأولى باستخدام أجهزة الطرد المركزي، يتم في المرحلة الثانية فصل مكونات ألياف الطبقة العلوية مثل: ألياف البولي بروبيلين عن ألياف النايلون. ويمكن استخدام تقنيات مساعدة أخرى لاستعادة ألياف النايلون، وتشمل طرق إزالة البلمرة "depolymerization"، وطرق

الإذابة "dissolution". يبين الشكل (43) مخطط عملية فصل ألياف السجاد باستخدام أجهزة الطرد المركزي.

الشكل (43): مخطط عملية فصل ألياف السجاد باستخدام أجهزة الطرد المركزي



المصدر: Circular Economy and Plastics, Gulf Petrochemicals & Chemicals Association (GPCA),2017.

4.5.3. راتنجات البولي فينيل كلوريد

بلغ الطلب العالمي على البولي فينيل كلوريد حوالي 45 مليون طن في عام 2017، يعد قطاع البناء والتشييد هو المحرك الأساسي لمنتجات البولي فينيل كلوريد، ولكن نظراً للمتطلبات البيئية الصارمة فقد تم استبدال بعض منتجاته في عدد من القطاعات، بمنتجات مصنعة من البولي

إيثيلين، كما أن هناك بعض التشريعات في عدد من الدول ضد استخدام البولي فينيل كلوريد، خاصة في إنتاج مستلزمات وألعاب الأطفال وإنتاج منتجات التغليف والتعبئة في قطاع المواد الغذائية، مما أثر سلباً على نسب استهلاكه.

يتم دفن معظم منتجات البولي فينيل كلوريد في المكبات، بالإضافة إلى عمليات الحرق والتي تعد أحد الخيارات للتخلص منها، إلا أن التخلص من البولي فينيل كلوريد عن طريق الحرق له العديد من الاعتبارات والمحاذير البيئية، نتيجة تصاعد الدايوكسينات "dioxins"، وهي أحد أهم مسببات مشكلات التشوهات الجينية.

وللتغلب على تلك الاعتبارات البيئية الناتجة عن حرق نفايات البولي فينيل كلوريد، فإنه يتم استخدام تقنيات حديثة، تشمل عمليات إعادة التدوير الميكانيكي والتي يتم فيها طحن النفايات البلاستيكية، وتحويلها إلى مسحوق، بالإضافة إلى طرق إعادة التدوير الكيميائي بما يسمح بإزالة وإعادة تشكيل "معالجة" الكلور والسموم الأخرى.

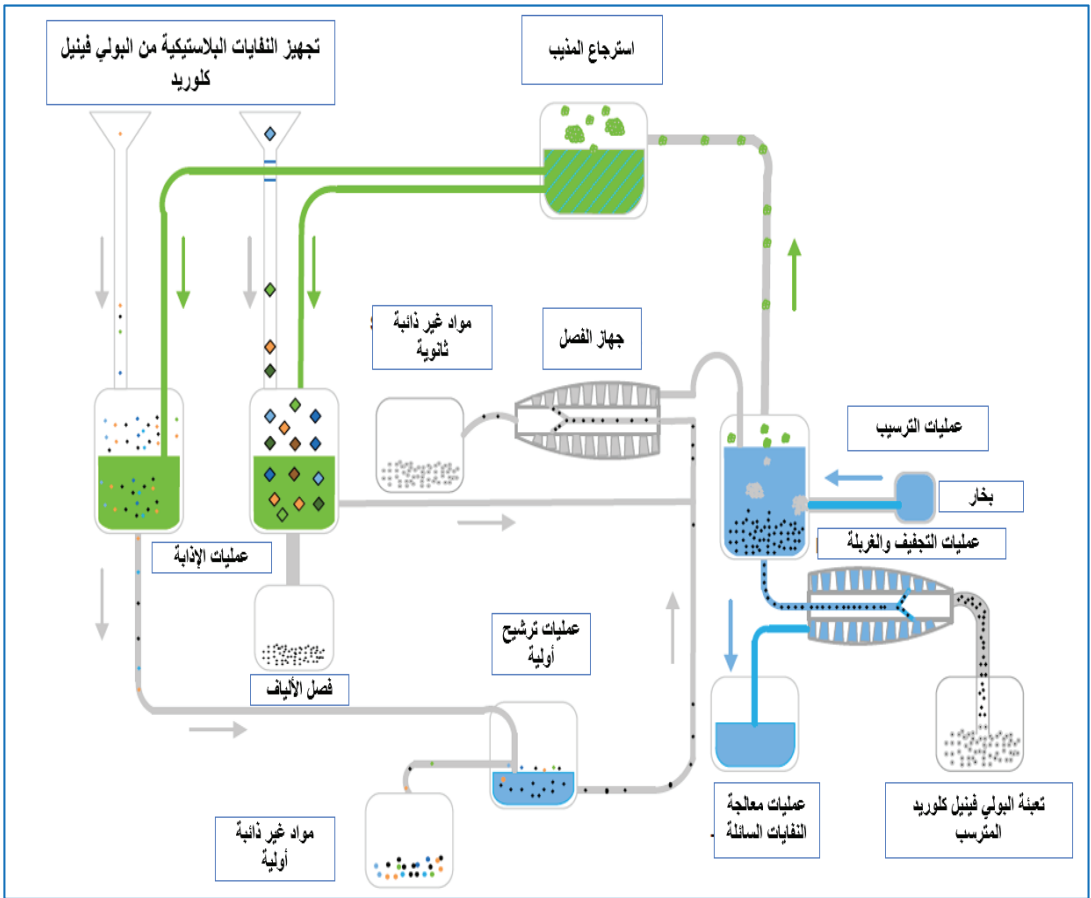
1.4.5.3. تقنيات إعادة تدوير نفايات البولي فينيل كلوريد

تعتبر طرق إعادة التدوير الميكانيكي التقليدية والتي تضمن مراحل الفرز، والطحن، والغسيل لإزالة الأوساخ والملوثات، وإزالة الحديد، والصلب، بالإضافة إلى إزالة الملوثات غير المعدنية. هي أحد الطرق المناسبة لإعادة تدوير نفايات منتجات البولي فينيل كلوريد، وتسمح هذه الطرق بالحصول على حبيبات من البولي فينيل كلوريد المعاد تدويره تصلح لإنتاج منتجات تغطية الأرضيات، والأسطح، وإنتاج الأنابيب، وإطارات النوافذ.

تعد تقنية سولفاي "SolVay" أحد التقنيات الميكانيكية غير التقليدية لإعادة تدوير النفايات البلاستيكية للبولي فينيل كلوريد المحتوية على ملوثات ومعادن ثقيلة، وتتضمن عمليات معالجة

مسبقة مثل التنظيف، يتبعها خطوة إذابة البولي فينيل كلوريد في مذيب. ثم يُقلب الخليط، ويترك حتى يستقر "Settle"، حيث تترسب المعادن الثقيلة الموجودة في الخليط قبل عمليات الطرد المركزي. يبين الشكل (44) مخطط تقنية سولفاي لإعادة تدوير نفايات البلاستيك من البولي فينيل كلوريد.

الشكل (44): مخطط تقنية "سولفاي" لإعادة تدوير نفايات البلاستيك من البولي فينيل كلوريد

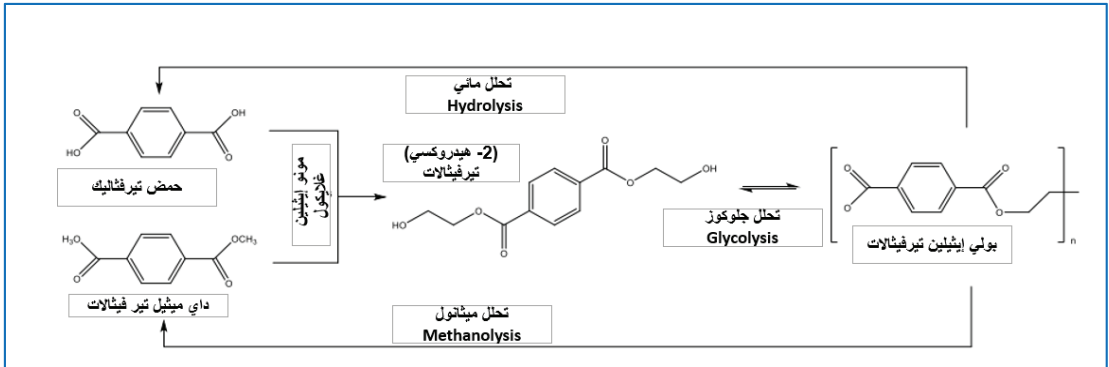


5.5.3. تحويل نفايات البلاستيك إلى كيماويات

تتوفر تقنيات على مستوى التصنيع التجاري لتحويل أنواع محددة من نفايات البلاستيك إلى كيماويات، يتم في هذه التقنية تكسير البوليمرات وتحويلها إلى منتجاتها الأولية، أو الوسيطة لتستخدم لإنتاج نفس نوعية الراتنجات مرة أخرى، على سبيل المثال إنتاج منتجات البولي إيثيلين تيرفيثالات.

تزداد أهمية عمليات إعادة التدوير الكيميائية "الثلاثية" لألياف البولي إستر، خاصة البولي إيثيلين تيرفيثالات المستخدم في إنتاج القوارير، والحاويات البلاستيكية، كطريقة مناسبة لإعادة تدوير هذه النوعية من النفايات البلاستيكية، حيث توفر هذه الطرق فرصة لإنتاج منتجات ذات قيمة مضافة من حيث إنتاج منتجات خاصة "متخصصة" يمكن استخدامها في قطاعات ذات اتصال مباشر بصناعات الأغذية والصناعات الدوائية، ولم تعد هذه التقنية تحتاج إلى إصدار خطاب عدم ممانعة "NOL" من إدارة الغذاء والدواء "FDA" يؤكد قدرة عملية إعادة التدوير المستخدمة في إنتاج مواد معاد تدويرها تتلاءم وتتوافق لإنتاج منتجات ذات اتصال مباشر بالأغذية والدواء. يبين الشكل (45) مخطط تقنية تحويل نفايات البولي إيثيلين تيرفيثالات إلى كيماويات أولية (54).

الشكل (45) مخطط تقنية تحويل نفايات البولي إيثيلين تيرفيثالات إلى كيماويات أولية



6.3. المبادرات العلمية لحل مشكلة النفايات البلاستيكية

هناك العديد من الجهود والمحاولات والابتكارات والأبحاث والمبادرات العلمية التي تهدف إلى معالجة وتحسين الوضع البيئي الناتج عن التلوث بالنفايات البلاستيكية، ولكن لم يظهر تأثيرها بشكل ملحوظ بعد. ويظل الأمل معقوداً على العلماء والباحثين لإيجاد حلول وطرق مبتكرة لتقنيات إعادة تدوير نفايات البلاستيك، أو إنتاج بكتريا خاصة لها القدرة على إفراز إنزيم لتحويل البلاستيك إلى مكوناته الأولية، أو إنتاج نوعيات جديدة من البلاستيك الحيوي القابل للتحلل، وغيرها من الطرق والحلول والأبحاث التي تهدف إلى إيجاد حل ناجع للقضاء على كتل النفايات البلاستيكية الضخمة بكثافة وتحتاج لسنوات طويلة لتتحلل. وقد يكون الحل البديهي هو القضاء على المشكلة من جذورها، بخفض الاستهلاك من الأكياس ذات الاستخدام الواحد والحاويات والقوارير البلاستيكية، لكن بعض الدول استعانت بالتكنولوجيا والتفكير المبدع للبحث عن حلول لمشكلات تراكم النفايات البلاستيكية (26).

1.6.3. مبادرة تركيب سياج عائم لجمع النفايات البلاستيكية الدقيقة

ابتكر فريق من المهندسين الهولنديين نظام جديد لمحاولة تنظيف المحيطات من النفايات البلاستيكية الموجودة بكميات كبيرة وتترايد كمياتها سنوياً بشكل كبير. تعتمد الفكرة على تركيب وتثبيت نموذج تجريبي طوله 100 متر في بحر الشمال، بهدف إجراء سلسلة من الاختبارات لتحديد مدى صلاحيته في الظروف المناخية المختلفة على مدار عام كامل، ولرصد كيفية مقاومة السياج التجريبي لتيارات المحيط العنيفة وقوى الرياح الشديدة. تم تثبيت النموذج التجريبي بحيث يتمكن الباحثون من محاكاة كمية الحطام في المحيط الهادئ، سيتم ربط السياج بمنظومة من الأسلاك على شكل حرف "V"، وبهذه الطريقة سوف تتركز النفايات التي تحملها تيارات المحيط في وسط السياج مما يسهل من عملية جمع نفايات البلاستيك.

يتكون النموذج من سلسلة من العوامات المطاطية المستطيلة مثل السياج التقليدي المستخدم لتنظيف المسطحات المائية من بقع الزيت المنسكب، بالإضافة إلى شبكة تمتد إلى مسافة حوالي مترين تحت سطح الماء لجمع قطع النفايات البلاستيكية المختلفة من قوارير وأكياس بلاستيكية،

وشبكات صيد وغيرها من النفايات الأخرى عندما تمر المياه من خلالها (38). ليتم بعدها بناء نموذج نهائي كامل من السياج يتحمل الظروف القاسية. يبين الشكل (46) نموذج تجريبي لحاجز عائم في بحر الشمال لالتقاط وإزالة التلوث بالنفايات البلاستيكية من المحيطات (38).

بعد نجاح النموذج التجريبي سيتم تثبيت سياج كامل بطول 100 كيلومتر في المحيط الهادئ، لجمع حوالي 68 مليون طن من النفايات البلاستيكية العائمة. يبين الشكل (47) تصور للسياج النهائي الذي سيتم وضعه في منتصف دوامة المحيط الهادئ.

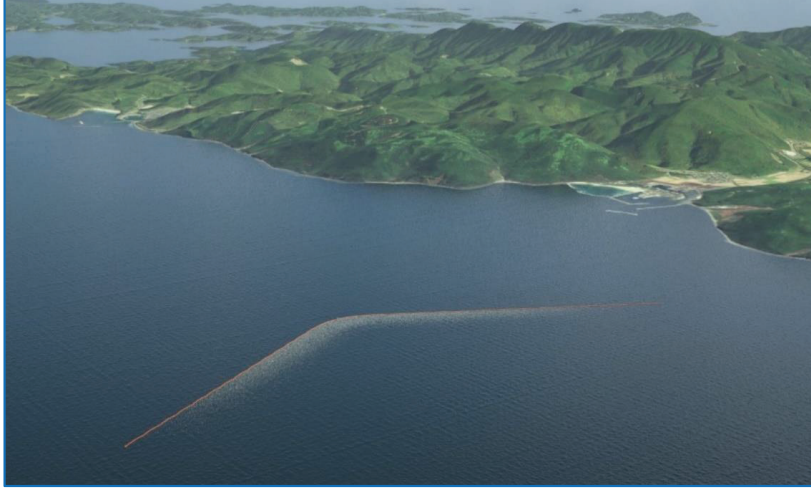
الشكل (46): نموذج تجريبي لحاجز عائم في بحر الشمال

لالتقاط وإزالة التلوث بالنفايات البلاستيكية من المحيطات



المصدر: <https://www.scientificamerican.com/article/a-huge-floating-screen-will-sift-plastic-out-of-the-ocean/>

الشكل (47): تصور للسياج النهائي الذي سيتم وضعه في منتصف دوامة المحيط الهادئ



المصدر: <https://www.scientificamerican.com/article/a-huge-floating-screen-will-sift-plastic-out-of-the-ocean/>

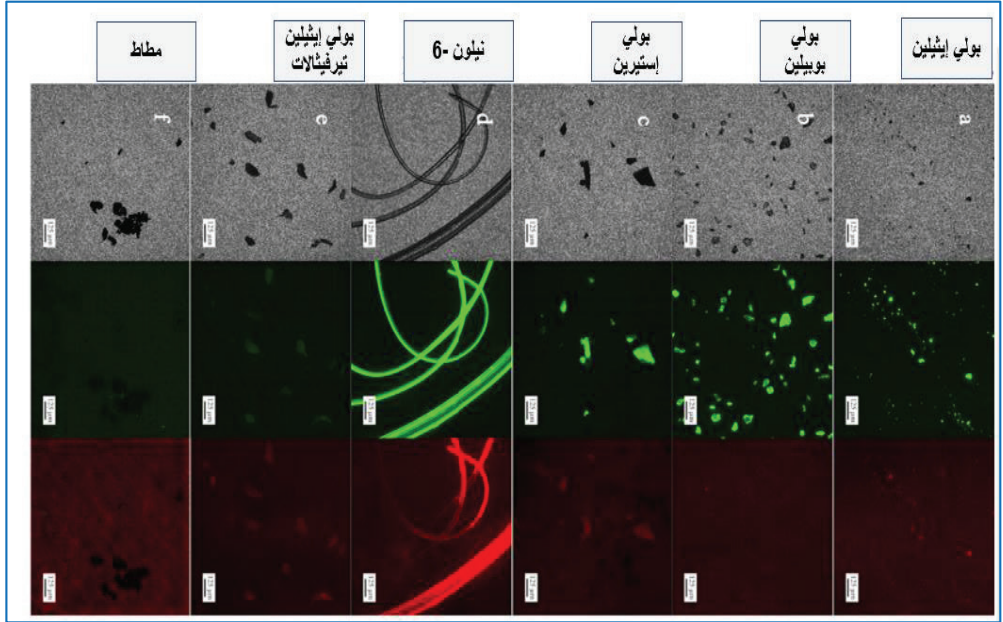
2.6.3. استخدام صبغ أحمر نيلي

تتواجد النفايات والقطع البلاستيكية ذات الاحجام الكبيرة على الشواطئ، بينما تتواجد النفايات البلاستيكية متناهية الصغر على أسطح مياه البحار والمحيطات، أو تحتجب تحت تلك المياه، وبالتالي يصعب تحديد أماكن وجودها أو رؤيتها بالعين المجردة بسبب عدم وجود طرق كافية لتمييزها أو تحديد كمياتها، لذا فإن اكتشافها وتحديد كمياتها صعب للغاية.

ابتكر فريق من العلماء طريقة جديدة للكشف عن النفايات البلاستيكية الدقيقة التي يتراوح حجم جزيئاتها ما بين 20 ميكرومتر إلى 1 مم بالبحار والمحيطات، تعتمد هذه الطريقة على استخدام صبغ يسمى صبغ أحمر نيلي "Dye Nile Red"، وهذا الصبغ ومحب للدهون، ويمكن أن يجذب للمواد الكارهة للمياه مثل النفايات البلاستيكية الدقيقة، ويصبغها لتصبح مضيئة بلون أخضر يسهل تمييزها عند فحصها بالمجهر الفسفوري، وأثبتت الطريقة الجديدة فاعليتها في الكشف عن النفايات البلاستيكية على اختلاف أنواعها مثل البولي إيثيلين والبولي بروبيلين

والبولي ستيرين والنايلون (40-39). الطريقة الجديدة تسهل في كشف أماكن تواجد النفايات البلاستيكية الدقيقة في البيئة المائية، وبالتالي يمكن تحديد الحجم الحقيقي للمشكلة ومواجهتها في أماكن تواجدها في المحيطات والبحار (40). يبين الشكل (48) صبغ بعض أنواع النفايات البلاستيكية الدقيقة بالصبغ الأحمر النيللي.

الشكل (48) صبغ بعض أنواع النفايات البلاستيكية الدقيقة بالصبغ الأحمر النيللي

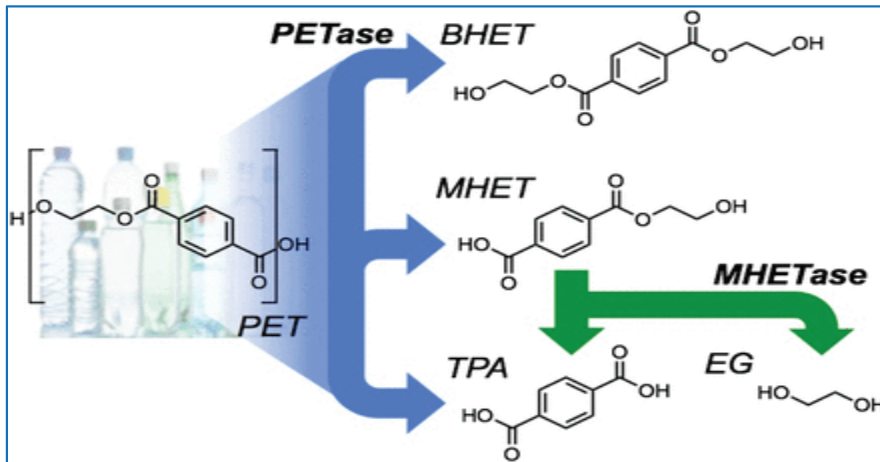


المصدر: (1-20 μm) Nile red; a novel method to detect and quantify small microplastics (20 μm-1 mm) in environmental samples

3.6.3. إنزيمات تحويل النفايات البلاستيكية

تمكنت مجموعة من العلماء في إحدى منشآت إعادة تدوير القوارير البلاستيكية في اليابان في عام 2016 من تحديد نوع من البكتيريا تحمل الاسم العلمي "إيدونيلا ساكايينسيس" (*Ideonella Sakaiensis*) تفرز إنزيم له القدرة على تكسير جزيئات البولي إيثيلين تيرفيثالات إلى وحداته الأولية، على نحو يتيح إعادة استخدامها مرة أخرى في صناعة القوارير البلاستيكية، الأمر الذي يمكن معه إعادة تدوير كافة القوارير البلاستيكية إلى قوارير بلاستيكية مرة أخرى وبذلك تتحول عملية إعادة تدويرها إلى دائرة مغلقة، تسهم في الحد من إنتاج قوارير جديدة (39).
يبين الشكل (49) آلية عمل إنزيم التحلل في تحويل القوارير البلاستيكية إلى موادها الأولية.

الشكل (49): آلية عمل إنزيم التحلل في تحويل القوارير البلاستيكية إلى موادها الأولية



وعلى الرغم من أن هذا الإنزيم المعدل الجديد يعد أحد الطرق العلمية الحديثة المكتشفة، ويمثل حلاً آخر للحد من نفايات البولي إيثيلين تير فيثالات المستخدم في إنتاج القوارير، إلا أنه يلزم المزيد من الأبحاث العلمية لإيجاد طرق ذات جدوى اقتصادية لإنتاج، وضمتن استمرارية الإنتاج لهذا الإنزيم على المستوى التجاري، مع الأخذ في الاعتبار عمليات النقل والتخزين، لضمان استمرارية عمليات الإنتاج وتحويل نفايات البولي إيثيلين تير فيثالات إلى مواد الأولية وإعادة إنتاج القوارير البلاستيكية مرة أخرى (39).

أمثلة عملية في مناطق العالم

bottles (polyethylene terephthalate)



PEhd or PP flasks (high-density polyethelene / polypropylene)



الفصل الرابع

أمثلة عملية في مناطق العالم

4. تمهيد

تهدف تدابير الوقاية من النفايات البلاستيكية إما للحد من كمية النفايات الناتجة عن الاستخدامات المختلفة، أو لتقليل الآثار البيئية من إدارة المخلفات، ومن مبادرات الحد من النفايات التي يتبعها عدد من دول العالم وخاصة دول الاتحاد الأوروبي، إعداد تصميمات أفضل للمنتجات البلاستيكية بهدف زيادة عدد مرات إعادة التدوير وخفض نسب المواد الضارة في المنتجات البلاستيكية، وزيادة المتانة أو الصلابة "Durability"، وإنتاج منتجات لها القدرة على التحلل، وغيرها من التدابير اللازمة. لذلك فمن المهم أن ننظر إلى الإجراءات التي تتخذها أو تخطط لها الدول للحد من أو منع النفايات البلاستيكية، وتحديد المجالات التي تتطلب زيادة الجهود (44).

يختلف تعامل الدول مع مفهوم النفايات البلاستيكية حسب رؤية كل دولة حيث تراها بعض الدول عبئاً بيئياً، وأخرى على استعداد لدفع سعر منافس مقابل استيراد تلك النفايات من مختلف دول العالم وإعادة تدويرها. هذا ونجد بعض المبادرات في بعض الدول العربية للحد من استهلاك المواد البلاستيكية وخاصة المنتجات ذات الاستخدام الواحد إلا أنها لاتزال أقل من المطلوب تحقيقه، مقارنة مع الكميات الكبيرة من النفايات البلاستيكية والتي يتم التخلص منها بشكل عشوائي مسببة أضرار بيئية جسيمة. خاصة وأن معظم الدول العربية تعاني من عدم وجود سياسات واضحة ومحددة فيما يتعلق بمنظومة الجمع والتصنيف والفرز للنفايات البلاستيكية، وهي أهم المراحل اللازمة لتحقيق الإدارة الآمنة للنفايات البلاستيكية.

1.4. سياسات وتشريعات مكافحة التلوث بالنفايات البلاستيكية

على الرغم من أن هناك لوائح في عديد من الدول بشأن المواد والنفايات البلاستيكية، فإن تطبيق هذه اللوائح يظل ضعيفاً، هذا وتشير تقارير عالمية إلى أن التغييرات البسيطة في سياسة استخدام البلاستيك، من شأنها إحداث فارق كبير لصالح البيئة.

بدأت عدد من الدول حول العالم باتخاذ إجراءات قانونية وتنفيذية للحد من المخلفات البلاستيكية. فقد صوت الاتحاد الأوروبي في أكتوبر من عام 2018 على قرار غير ملزم لحظر البلاستيك المُستخدَم لمرة واحدة بشكل نهائي بحلول العام 2021، ويبقى القانون بحاجة إلى إقرار الدول الأعضاء والموافقة عليه، ووضعت هدفاً استراتيجياً للوصول إلى إعادة تدوير نحو 50% من النفايات بحلول عام 2020، ليصل إلى 55% بحلول عام 2030 (35). هذا وقد أدت الجهود الدولية للحد من التلوث البلاستيكي إلى تبني حوالي 180 حكومة في شهر مايو 2019 بجنيف، مجموعة من القرارات التي تهدف إلى حماية صحة الإنسان والبيئة من الآثار الضارة للمواد الكيميائية والنفايات الخطرة، وتم التوصل إلى قرارات بشأن النفايات البلاستيكية باعتبارها مشكلة بيئية كبرى ذات أهمية عالمية، ووصولها إلى مستويات وبائية.

واتفقت الحكومات بتعديل اتفاقية بازل لإدراج النفايات البلاستيكية في إطار ملزم قانوناً، مما سيجعل تجارة النفايات البلاستيكية العالمية أكثر شفافية وأفضل تنظيمًا، مع ضمان إدارتها بطرق أكثر أماناً لصحة الإنسان والبيئة. بينما لم توقع الولايات المتحدة الأمريكية على تعديل اتفاقية بازل مما يجعلها ضمن قلة من الدول غير الموقعة على الاتفاقية البيئية (43).

اتخذت الصين إجراءات لحماية حدودها من دخول النفايات البلاستيكية في مطلع عام 2018، بمنع وارداتها من النفايات البلاستيكية من الخارج، مما أحدث ربكة وفوضى وصدمة في أسواق النفايات العالمية (45)، إذ تعتبر الصين أكبر مستورد للنفايات على مستوى دول العالم.

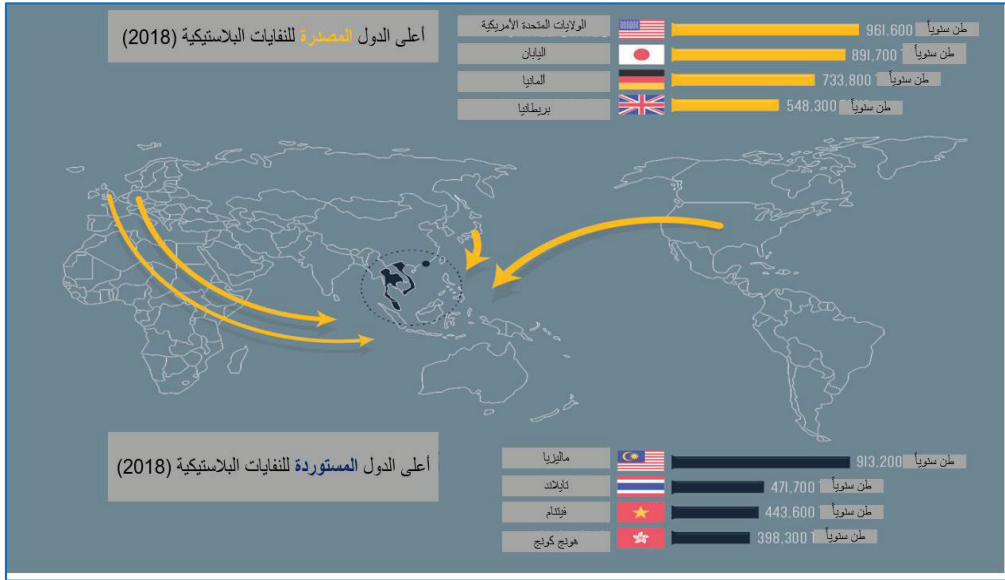
كانت الصين مستعدة لدفع سعر منافس مقابل إستيراد النفايات البلاستيكية من مختلف دول العالم خلال السنوات الخمس والعشرين الماضية، حيث أن اقتصادها الصناعي بحاجة إلى مواد أولية من هذا النوع، وبلغ حجم وارداتها من النفايات البلاستيكية في الفترة من 1992 - 2018 نحو 106 مليون طن، وهو ما يمثل حوالي 45% من إجمالي نفايات العالم البلاستيكية، وقدرت قيمتها بنحو 58 مليار دولار، ثم أصبح لدى الصين طموح له دوافع بيئية، تتعلق أولاً بالتلوث، وثانياً تغيير سمة أن المنتجات الصينية ذات جودة منخفضة، مما دفع الحكومة إلى إيقاف استيراد النفايات البلاستيكية (41).

هذا وقد عملت الدول الصناعية الكبرى وفي مقدمتها الولايات المتحدة الأمريكية، على البحث عن دول أخرى للتخلص من نفاياتها، أو إعادة تدويرها بالخارج، حيث قامت الولايات المتحدة خلال الثلاثة عقود الأخيرة بتصدير حوالي 10 مليون طن من النفايات إلى الصين نظراً لانخفاض تكلفة تصديرها عن تكلفة إعادة تدويرها داخل الولايات المتحدة (42). كما واجهت بريطانيا أيضاً مشكلة تراكم النفايات البلاستيكية داخل مصانع إعادة التدوير في مختلف أنحاء البلاد، حيث كانت تقوم بتصدير حوالي 0.5 مليون طن من النفايات البلاستيكية إلى الصين لإعادة تدويرها، مما دفعها إلى التخلص من هذه الكميات بحرقها (41).

حاولت اليابان أيضاً التغلب على مشكلة تكديس كميات كبيرة من النفايات البلاستيكية والتي كانت تقوم اليابان بتصديرها إلى الخارج وتقدر بحوالي 1.5 مليون طن سنوياً، وتمثل واردات الصين منها حوالي 50%. لذا لجأت اليابان وبعض الدول المتقدمة إلى تصدير نفاياتها

البلاستيكية إلى دول أخرى مثل تايلاند، وماليزيا، وفيتنام، وهونج كونج. وتحولت ماليزيا إلى الوجهة الرئيسية البديلة لتصدير النفايات البلاستيكية.. حيث بلغت واردات ماليزيا من النفايات البلاستيكية خلال الستة أشهر الأولى من عام 2018، ما يوازي إجمالي ما استوردته خلال عامي 2016 و2017. وتعد الولايات المتحدة، وبريطانيا، واليابان، وألمانيا، من كبار مصدري نفايات البلاستيك إلى ماليزيا، كما قامت بعض الشركات الصينية بإنشاء عدد من مصانع إعادة تدوير للنفايات البلاستيكية لها في الدول البديلة المجاورة للاستفادة من مثل هذه المشروعات (42،41). **الشكل (50)** مخطط حركة تجارة النفايات البلاستيكية بين أكبر مصدري ومستوردي النفايات البلاستيكية حول العالم.

الشكل (50) مخطط حركة تجارة النفايات البلاستيكية بين أكبر مصدري ومستوردي النفايات البلاستيكية حول العالم



زادت كميات النفايات البلاستيكية التي استوردتها ماليزيا في عام 2018 بنسبة حوالي ثلاثة اضعاف عن الكميات التي استوردتها في عام 2017، إذ بلغت حوالي 7 مليون طن، إلا أنها فوجئت بأن تلك النفايات لا تصلح لإعادة تدويرها بشكل مناسب، وهو ما جعلها تواجه نفس المشاكل البيئية والصناعية التي واجهت الصين من قبل. مما أدى إلى قيام ماليزيا برفض كميات كبيرة من النفايات البلاستيكية الواردة من أسبانيا وأعادتها مرة أخرى، كما رفضت استقبال، وإعادة حوالي 3 مليون طن من النفايات البلاستيكية إلى كل من بريطانيا، والولايات المتحدة، واليابان، والصين، وكندا، وأستراليا، وهولندا، وألمانيا، والسعودية، وسنغافورة، والنرويج، وفرنسا. يبين الشكل (51) عدد من الحاويات المليئة بالنفايات البلاستيكية المعدة للتصدير.

الشكل (51) عدد من الحاويات المليئة بالنفايات البلاستيكية المعدة للتصدير

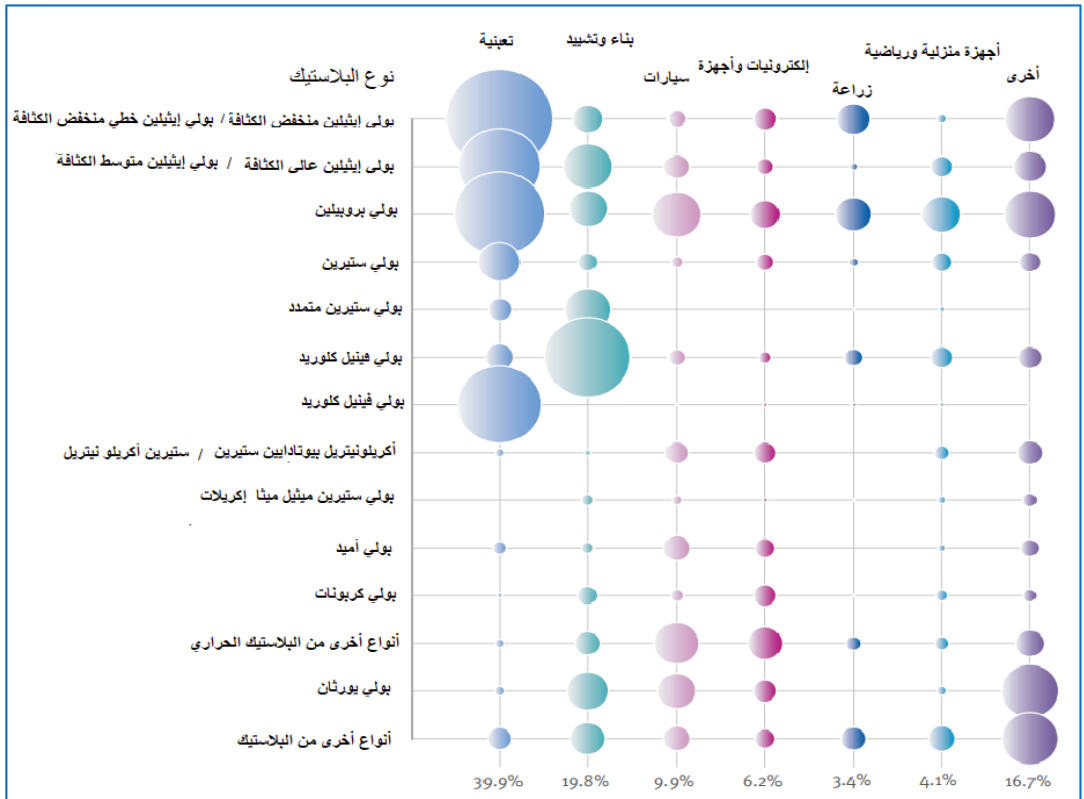


2.4. الاتحاد الأوروبي

بلغت كميات الطلب على البلاستيك بأنواعه المختلفة في دول الاتحاد الأوروبي نحو 51.2 مليون طن في عام 2018، يبين الشكل (52) نسب استخدام أنواع البلاستيك المختلفة في القطاعات الرئيسية في دول الإتحاد الأوروبي.

الشكل (52): نسب استخدام أنواع البلاستيك المختلفة في القطاعات الرئيسية

في دول الاتحاد الأوروبي



المصدر: Plastics – the Facts 2019, An analysis of European plastics production, demand and waste data

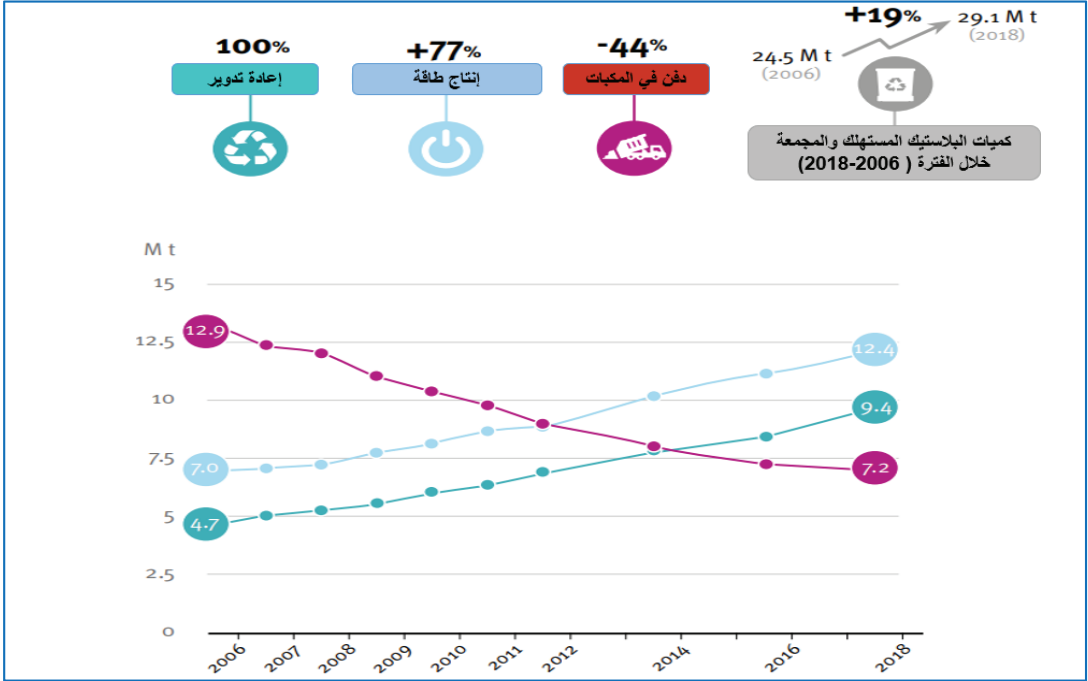
كميات النفايات البلاستيكية المجمعة ليست بالضرورة تمثل كميات البلاستيك المنتجة خلال العام حيث أن بعض المنتجات البلاستيكية لها فترة حياة أقل من عام، وبعضها أكثر من 15 عام، وفي بعض الأحيان قد تصل إلى 50 عام.

ارتفعت كميات البلاستيك المجمعة في دول الاتحاد الأوروبي بنسبة 19 % في الفترة من 2006- 2018، إذ ارتفعت من حوالي 24.5 مليون طن إلى نحو 29.1 مليون طن. وعلى الرغم من ذلك بلغت نسبة النفايات التي تم إرسالها إلى المكبات حوالي 25 % من إجمالي النفايات البلاستيكية المجمعة خلال عام 2018.

زادت نسبة إعادة تدوير نفايات البلاستيك خلال الفترة من 2006 – 2018 إلى أكثر من 100 %، حيث بلغت 9.4 مليون طن في عام 2016 ، مقارنةً بنحو 4.7 مليون طن في عام 2006، بينما ارتفعت نسبة إنتاج الطاقة من البلاستيك بحوالي 77 %، حيث بلغت كميات البلاستيك المستخدمة حوالي 12.4 مليون طن بدلاً من 7 مليون طن، وعلى الجانب الآخر انخفضت نسبة التخلص من البلاستيك في المكبات بنسبة 44 %، حيث انخفضت إلى 7.2 مليون طن بدلاً من 12.9 مليون طن، يبين الشكل (53) كميات ونسب نفايات البلاستيك وطرق معالجتها في دول الاتحاد الأوروبي خلال الفترة 2006-2018.

الشكل (53): كميات ونسب نفايات البلاستيك وطرق معالجتها

في دول الاتحاد الأوروبي خلال الفترة 2006-2018



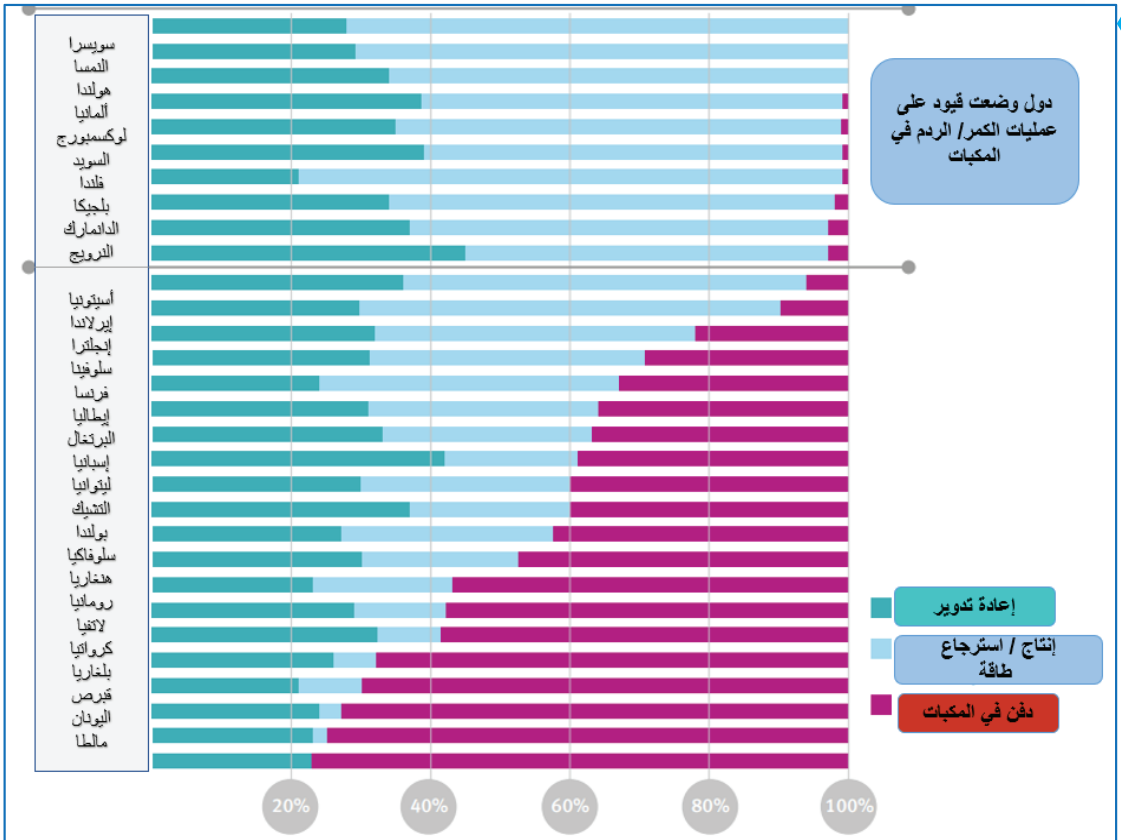
المصدر: Plastics – the Facts 2019, An analysis of European plastics production, demand and waste data

بلغت نسبة إعادة تدوير نفايات البلاستيك بمختلف أنواعها في عام 2018 حوالي 32.5%، وبلغت نسب إنتاج " استرداد" الطاقة منها حوالي 42.6%، بينما بلغت نسبة الدفن في المكبات حوالي 24.7%. هذا وقد تم إعادة تدوير حوالي 81% من النفايات البلاستيكية داخل دول الاتحاد الأوروبي، بينما بلغت نسبة النفايات البلاستيكية المصدرة بغرض إعادة التدوير خارج دول الاتحاد الأوروبي حوالي 19%، مما ساهم في خفض نسب تصدير النفايات البلاستيكية إلى الخارج بنسبة 39% عن عام 2006.

وضعت دول الإتحاد الأوروبي أهداف استراتيجية نحو خفض نسب دفن النفايات البلاستيكية إلى الصفر، لتحقيق أهداف منظومة الاقتصاد الدائري، وحققت كل من سويسرا، والنمسا، وألمانيا هذا الهدف. يبين الشكل (54) معدلات إعادة التدوير، واسترجاع الطاقة، والدفن في دول الإتحاد الأوروبي في عام 2018.

الشكل (54) معدلات إعادة التدوير، واسترجاع الطاقة، ودفن النفايات

في دول الإتحاد الأوروبي في عام 2018



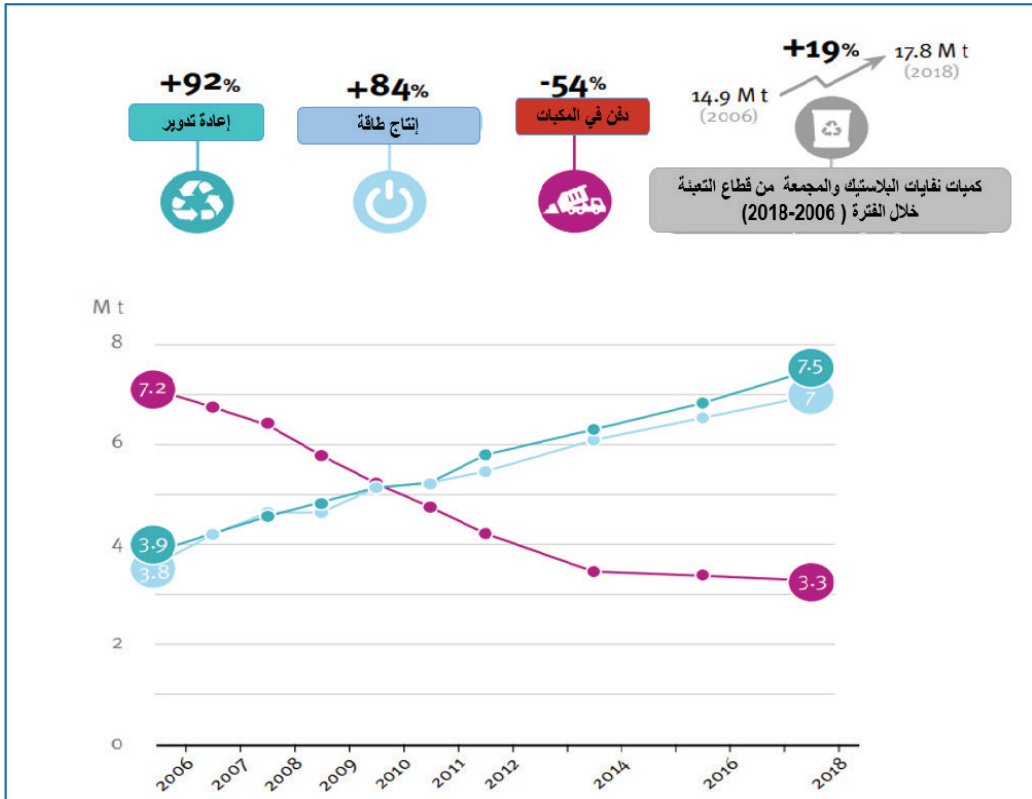
البحث الثاني

أما فيما يخص قطاع التعبئة والتغليف والذي يمثل أعلى القطاعات استهلاكاً لأنواع المختلفة من البلاستيك داخل دول الاتحاد الأوروبي، فقد بلغت كميات النفايات البلاستيكية المجمعة عنه حوالي 17.8 مليون طن سنوياً في عام 2018، مقارنةً بحوالي 14.9 مليون طن سنوياً في عام 2009، وبزيادة بلغت نسبتها حوالي 19%. مما ساهم في نجاح دول الاتحاد الأوروبي في رفع كميات النفايات البلاستيكية المعاد تدويرها من حوالي 3.9 مليون طن عام 2006 إلى حوالي 7.5 مليون طن عام 2018، وبزيادة بلغت حوالي 92%، ومثلت هذه الكميات حوالي 42.2% من إجمالي كميات نفايات البلاستيك المجمعة خلال عام 2018.

كما نجحت دول الاتحاد الأوروبي في زيادة كميات النفايات البلاستيكية المستخدمة لإنتاج واسترداد الطاقة من 3.8 مليون طن سنوياً في عام 2006 إلى حوالي 7 مليون طن سنوياً في عام 2018، وبزيادة بلغت نسبتها حوالي 84%، ومثلت هذه الكميات المستخدمة في إنتاج الطاقة حوالي 39.3% من إجمالي النفايات البلاستيكية المجمعة خلال نفس العام.

في حين نجحت تلك الدول أيضاً في خفض كميات النفايات البلاستيكية التي تم معالجتها والتخلص منها بطرق للدفن أو الدفن في المكبات من حوالي 7.2 مليون طن سنوياً في عام 2006 إلى حوالي 3.3 مليون طن سنوياً في عام 2018، وبخفض بلغت نسبته حوالي 54%، ومثلت الكميات التي تم التخلص منها بطرق الدفن حوالي 18.5% من إجمالي النفايات البلاستيكية المجمعة داخل دول الاتحاد الأوروبي لعام 2018. **الشكل (55)** مقارنة كميات ونسب النفايات البلاستيكية من قطاع التعبئة في دول الإتحاد الأوروبي وطرق معالجتها خلال الفترة 2006-2018.

الشكل (55): مقارنة كميات ونسب النفايات البلاستيكية من قطاع التعبئة في دول الإتحاد الأوروبي وطرق معالجتها خلال الفترة 2006-2018

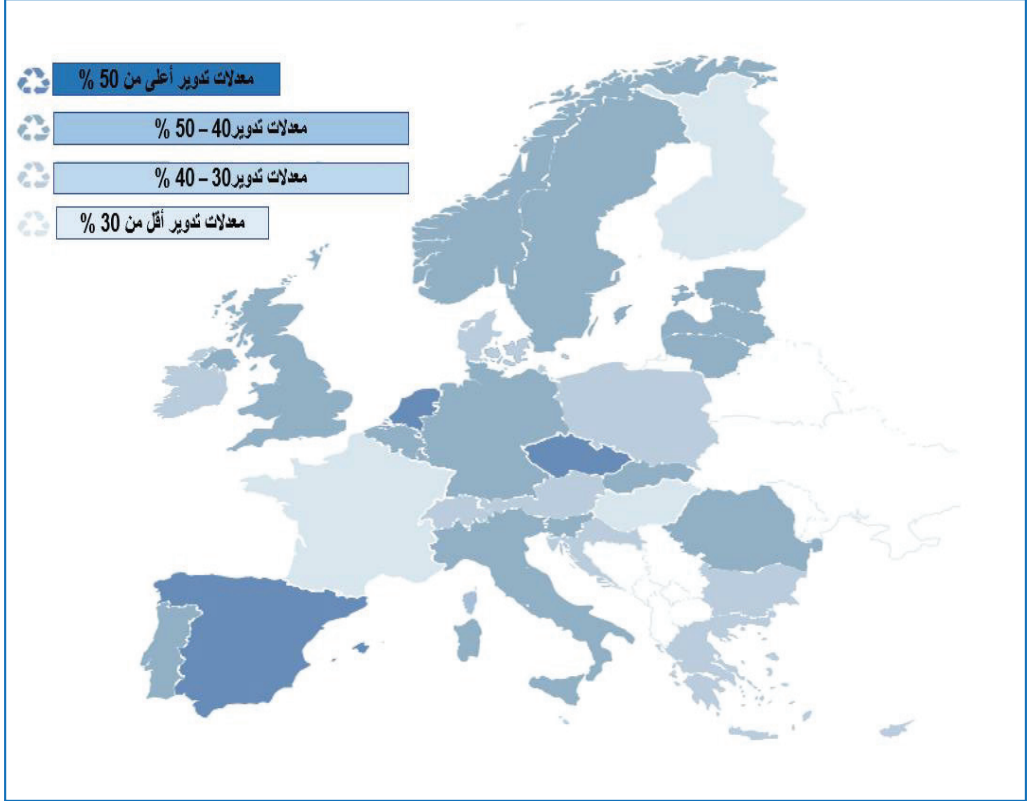


المصدر: Plastics – the Facts 2019, An analysis of European plastics production, demand and waste data

بلغت معدلات إعادة تدوير النفايات البلاستيكية الناتجة عن قطاع التعبئة في أكثر من نصف دول الإتحاد الأوروبي حوالي 40 %، فيما حققت كل من التشيك، وإسبانيا، وهولندا نسبة أعلى من 50 %. يبين الشكل (56) معدلات إعادة تدوير نفايات قطاع التعبئة والتغليف بالبلاستيك في دول الإتحاد الأوروبي.

الشكل (56): معدلات إعادة تدوير نفايات قطاع التعبئة والتغليف بالبلاستيك

في دول الإتحاد الأوروبي



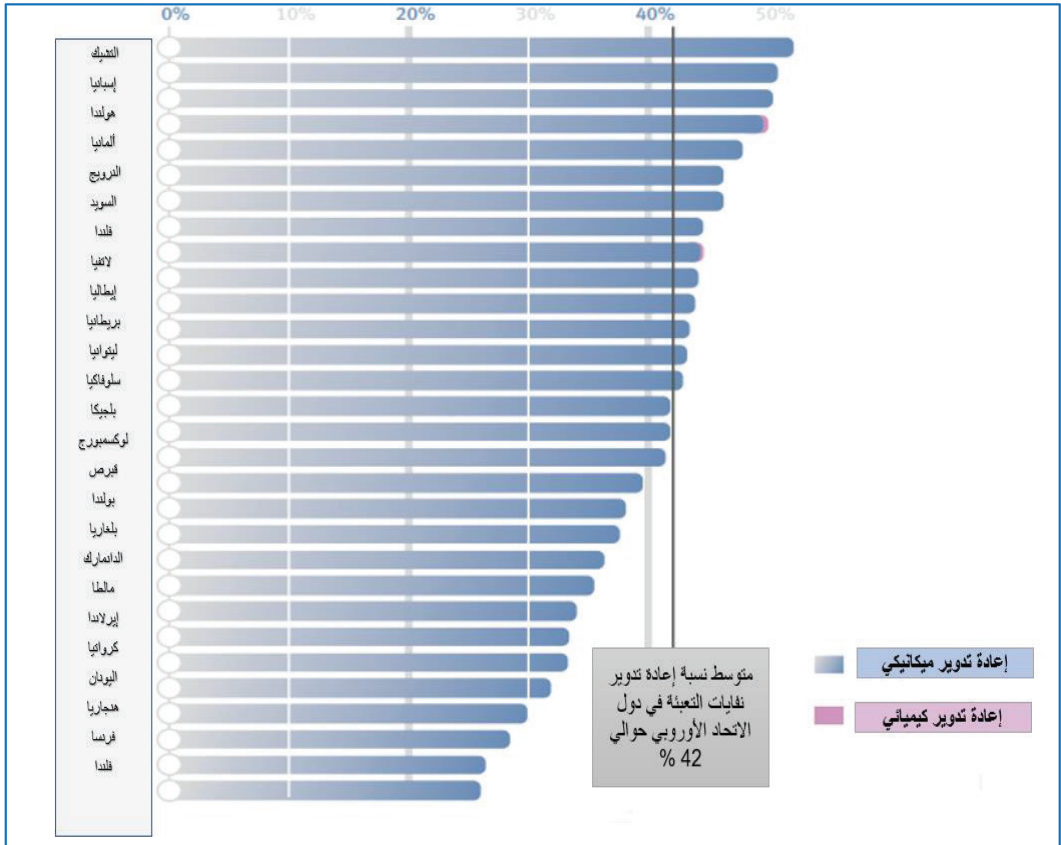
المصدر: Plastics – the Facts 2019, An analysis of European plastics production, demand and waste data

تتباين معدلات إعادة تدوير منتجات التعبئة والتغليف البلاستيكية في أوروبا وتتراوح ما بين 26% إلى 52% من إجمالي تلك النفايات، ويعزى هذا التباين في معدلات التدوير إلى منظومة التجميع المتاحة، والبنية التحتية المتوفرة بكل دولة، بالإضافة على سلوك المستهلكين.

إلا أن متوسط معدلات تدوير نفايات التعبئة والتغليف البلاستيكية في دول الإتحاد الأوروبي يبلغ نحو 42%. يبين الشكل (57) معدلات إعادة التدوير لنفايات منتجات التعبئة والتغليف بالبلاستيك لكل دولة في الإتحاد الأوروبي لعام 2018.

الشكل (57): معدلات إعادة التدوير لنفايات منتجات التعبئة والتغليف بالبلاستيك

لكل دولة في الإتحاد الأوروبي لعام 2018



تعد تجربة **أيرلندا** من أنجح التجارب على مستوى دول الاتحاد الأوروبي في تشريع وإقرار سياسات ناجحة لإعادة تدوير النفايات البلاستيكية، حيث كانت معدلات إعادة تدوير النفايات البلاستيكية وخاصة عبوات التعبئة والتغليف في عام 1997 أقل من 10 %، ثم ارتفعت إلى حوالي 36 % في عام 2018، حيث تم إعادة تدوير نحو 100 ألف طن من إجمالي نحو 276 ألف طن من النفايات. لتحقيق استراتيجية المفوضية الأوروبية الجديدة لإعادة التدوير، سيتعين زيادة كميات النفايات البلاستيكية المعاد تدويرها إلى نحو 176 ألف طن سنوياً (54).

أما في **ألمانيا** فقد دفع النقص في طاقة المكبات في بداية الثمانينات من القرن الماضي، خاصة مع تنامي عدد السكان وتناقص الموارد إلى قيام الدولة بزيادة الوعي السكاني بضرورة إتباع سياسة فصل النفايات من المنبع، والتعريف بثقافة وأهمية إعادة التدوير، والعمل على إدارة مواردها من النفايات كمصدر من مصادر إنتاج الطاقة، خاصة مع اعتمادها على استراتيجيات مفهوم منظومة "الاقتصاد الدائري"، واعتباره أحد أهم أولويات السياسة البيئية.

وتطورت إدارة النفايات في **ألمانيا** بحيث أصبحت قطاع اقتصادي كبير وقوي، يهدف إلى الحفاظ على الموارد من خلال عمليات إعادة التدوير وعمليات استرداد الطاقة. وتشير الإحصاءات الحديثة إلى أن حوالي 14 % من نفايات البلاستيك تستخدم في إنتاج الطاقة، وقد تم توسيع طاقة مشروعات إعادة التدوير في ألمانيا وأصبحت الآن تقنيات الفرز والمعالجة وإعادة التدوير الحديثة قائمة وراسخة، ويعمل بهذا القطاع أكثر من 270 ألف شخص في حوالي 15 ألف منشأة لإدارة النفايات، ويبلغ حجم مبيعاتها السنوية حوالي 70 مليار يورو.

بينما تستهلك **فرنسا** ما بين 2 - 4 مليون طن سنوياً من البلاستيك وتقوم بإعادة تدوير 22% فقط من إجمالي النفايات البلاستيكية المجمعة بمختلف أنواعها، وجرى تسجيلها في عام 2018 في سجل الدول الأسوأ من بين دول الاتحاد الأوروبي من حيث الاستفادة من نفاياتها

البلاستيكية، وبلغت نسبة إعادة تدوير نفايات منتجات التعبئة والتغليف حوالي 25 % فقط، لذا فقد وضعت فرنسا خارطة طريق جديدة للاستفادة من البلاستيك المعاد تدويره بنسبة 100% بحلول عام 2025⁽³⁵⁾.

تستهلك **إيطاليا** حوالي 2.1 مليون طن بلاستيك سنوياً وهي أكبر مستهلك للبلاستيك بعد ألمانيا، وتستهدف جمع وفصل نحو 26% من النفايات البلاستيكية سنوياً. أما **إسبانيا** فتستهلك 3.84 مليون طن بلاستيك سنوياً، ويتم إعادة تدوير حوالي 38% منها، ولديها قانون بشأن نفايات التعبئة والتغليف تماشياً مع القواعد المتبعة في الاتحاد الأوروبي ⁽³⁵⁾. أما **اليونان** فتستهلك حوالي 0.6 مليون طن سنوياً من البلاستيك وتعيد تدوير حوالي 20% فقط منه، وتستهدف رفع تلك النسبة إلى 65% بنهاية عام 2020، هذا وتمتلى 80% من شواطئ اليونان بالنفايات البلاستيكية ⁽³⁵⁾.

تهدف **كرواتيا** إلى إنشاء نظام لإدارة النفايات البحرية بحلول عام 2022، حيث تعد قطع البلاستيك من نفايات البولي سترين الصغيرة من أكثر الملوثات الموجودة بكثرة في البحار، تليها الأغطية البلاستيكية، وأغطية قوارير المشروبات البلاستيكية، لذا فقد سنت **كرواتيا** استراتيجية الإدارة البحرية والساحلية، وتهدف إلى تحسين إدارة النفايات البلاستيكية الناتجة عن أنشطة الغوص، وشباك، وتضمنت ضرورة قيام الشركات بتصميم إنتاج مواد تغليف يمكن إعادة استخدامها و / أو إعادة تدويرها وفقاً لأفضل التقنيات المتاحة لتقليل التأثير البيئي. ومن جانب آخر تم استخدام 55 ألف طن من العبوات البلاستيكية وأعيد تدوير حوالي 50 % منها ⁽³⁵⁾.

أما من خارج دول الاتحاد الأوروبي فنجد أن **تركيا** تستهلك حوالي 1.24 مليون طن من البلاستيك سنوياً، يتم تدوير حوالي 40% من النفايات البلاستيكية بها، وتستهدف ترشيد

استهلاك الأشخاص من الأكياس البلاستيكية لتصبح بمعدل 40 كيس في العام للشخص الواحد بحلول عام 2025، بدلاً من 95 كيس للشخص الواحد حالياً (35).

كما كانت مدينة "فانكوفر" في **كندا**، هي الأولى في حظر شفاطات الشرب البلاستيكية، وحظر توزيع أكواب الشاي والحاويات البلاستيكية. وفي **كوستاريكا**، سيتم حظر استخدام المنتجات البلاستيكية ذات الاستعمال الواحد بحلول عام 2021، والتي تشمل شفاطات المشروبات، والقوارير، وأدوات الموائد، والأكواب، والأكياس البلاستيكية.

كما أدى حظر استخدام الأكياس البلاستيكية في أكبر سلسلتين من المتاجر في **"أستراليا"** منتصف عام 2017، إلى انخفاض الاستهلاك الإجمالي للبلاد من الأكياس البلاستيكية بنسبة 80%.

لم يقتصر الحظر على الدول المتقدمة، إذ فرضت **"الهند"** عام 2017، حظراً على استخدام البلاستيك المُستخدَم لمرة واحدة في العاصمة "نيودلهي"، وتلتزم بالإلغاء التدريجي لاستخدام البلاستيك الذي يستعمل مرة واحدة وصولاً إلى الإلغاء الكامل بحلول عام 2022. قامت **"الهند"** أيضاً في بداية عام 2019 بحظر استيراد النفايات البلاستيكية لتقليص الفجوة بين إنتاج النفايات البلاستيكية والطاقة الاستيعابية لمشروعات إعادة التدوير فيها، حيث تنتج الهند يومياً حوالي 26 ألف طن من النفايات البلاستيكية.

وأصدرت **"كينيا"** عام 2017، أحد أكثر القوانين صرامة في العالم، بحظر استخدام أكياس البلاستيك، لتصل عقوبة انتهاك القانون إلى 38 ألف دولار وسجن يصل إلى أربعة أعوام. ويشمل الحظر استخدام أو استيراد أو تصنيع الأكياس البلاستيكية.

الاستنتاجات والتوصيات

ساهمت الخصائص المتميزة للبلاستيك في استخدامه في العديد من التطبيقات الصناعية، ودخلت المنتجات البلاستيكية في شتى مناحي حياتنا المعاصرة. إلا أن هذا الانتشار أدى إلى تراكم أكثر من 150 مليون طن من النفايات البلاستيكية في المحيطات، ويضاف إليها كل عام ما لا يقل عن 8 مليون طن، تقدر تكلفتها الاقتصادية العالمية بحوالي 13 مليار دولار أمريكي سنوياً، كضرب بيئي لنظم الحياة البحرية.

تناولت الدراسة مشكلة تراكم النفايات البلاستيكية وطرق التخلص منها، وأثرها على الإنسان، والكائنات الحية، والحياة البرية والبحرية، وتوصلت إلى الاستنتاجات التالية:

- لا تقتصر النفايات البلاستيكية في البيئة البحرية فقط على تلك الصور المتعارف عليها والخاصة بالقمامة الشاطئية والقطع البلاستيكية الكبيرة العائمة على المسطحات المائية، ولكن تعد أيضاً "الجزئيات الدقيقة للغاية" والتي تتواجد على شكل عوالق هي الأخطر، حيث يتعذر اكتشافها بالعين المجردة.
- يمثل سوء إدارة النفايات والتخلص "العشوائي" منها التحدي الأكبر الذي يواجه أنظمة إدارة النفايات، فالبلاستيك له قدرة على التسلل إلى النظم البيئية الساحلية.
- يعد قطاع التعبئة أكثر القطاعات استهلاكاً لأنواع المختلفة من البلاستيك نظراً لمميزات خفة الوزن، وسهولة التشكيل في أشكال مختلفة ولاسيما في مجال المواد الغذائية، والمشروبات، مما يسهم في سهولة النقل، والمناولة.
- يختلف تعامل الدول مع مفهوم النفايات البلاستيكية حسب رؤية كل دولة حيث تراها بعض الدول عبئاً بيئياً، وأخرى على استعداد لدفع سعر منافس مقابل إستيراد تلك النفايات من مختلف دول العالم وإعادة تدويرها.

- تحظى عملية إدارة وإعادة تدوير النفايات البلاستيكية باهتمام كبير في الدول المتقدمة، لما لها من دور رئيسي في المحافظة على البيئة، كما أنها تعد من العوائد الاقتصادية المهمة.
- تحظى عملية إدارة وإعادة تدوير النفايات البلاستيكية باهتمام كبير في الدول المتقدمة، لما لها من دور رئيسي في المحافظة على البيئة، كما أنها تعد من العوائد الاقتصادية المهمة.
- لا تتوفر في كثير من الدول الآليات الكافية لمنظومة جمع المواد البلاستيكية، والتخلص منها، أو إعادة تدويرها، ونتيجة لذلك يزداد انتشار النفايات البلاستيكية في الحيز الحضري والبيئة المحيطة، ومن هنا فإن مسألة إدارة النفايات البلاستيكية أصبحت ملحة وعاجلة.
- حرصت عدد من دول العالم على دراسة هذه المشكلة، والبحث عن حلول بيئية واقتصادية لها، وأصبحت مواضيع حماية البيئة والحد من التلوث من الأمور الهامة والملحة التي تسعى كثير من الدول لإيجاد الحلول الناجعة لها.
- تعتبر عمليات الحد من النفايات البلاستيكية أحد أسهل الطرق لإدارة النفايات البلاستيكية، ويمكن الحد من النفايات من خلال إعادة تدويرها، وتجنب استخدام المنتجات غير القابلة للاستخدام مثل أكياس البلاستيك، وإعادة استخدام الأشياء المستعملة.
- أفضل أساليب وطرق التخلص من النفايات البلاستيكية هو التقليل "Reduce"، يليه إعادة الاستخدام "Reuse"، ثم إعادة التدوير "Recycle"، فطرق استخلاص وإنتاج الطاقة.
- تهدف طرق إعادة التدوير المختلفة إلى التقليل من استهلاك الطاقة، والحفاظ على الموارد الطبيعية لاستخدامها في المستقبل، وزيادة القيمة المضافة للنفايات البلاستيكية، والحد من حجم مكبات النفايات، والحد من تلوث الهواء والمياه، والحد من انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة.

- تأتي النفايات البلاستيكية في المرتبة الثالثة بعد الغاز الطبيعي والبتترول الخام من حيث المحتوى الحراري للطاقة، وتستخدم تقنيات التحلل الحراري الحفاز لإنتاج الطاقة من النفايات البلاستيكية خاصة في محطات توليد الطاقة، والصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة.
- توفر عمليات إعادة تدوير النفايات البلاستيكية فرصاً استثمارية عديدة، حيث يمكن أن تقام عليها عدد من المشروعات الصغيرة أو المتوسطة، أو الكبيرة سواءً للمؤسسات أو للأفراد، وتعد من الاستثمارات الآمنة.
- يتميز الاقتصاد الدائري أو ما يمكن أن يطلق عليه "الاقتصاد التدويري" أنه يضع حسابات العائد الاقتصادي بجانب العوائد البيئية من خلال ترشيد استخدام الموارد الطبيعية وبالتالي التقليل من نسب التلوث.
- هناك العديد من الجهود والمحاولات، والابتكارات العلمية التي تهدف إلى تحسين الوضع البيئي الناتج عن النفايات البلاستيكية، ولكن لم يظهر تأثيرها بشكل جيد بعد.

كما توصلت الدراسة إلى التوصيات التالية:

- ضرورة إقرار التشريعات والقوانين، ووضع أهداف خاصة للتعامل، والتخلص الآمن من النفايات البلاستيكية، وتشجيع المستثمرين في مجال إعادة التدوير، وإنتاج الطاقة منها، والتوعية المجتمعية للمساهمة في الحد من مخاطرها.
- الاستفادة من الخبرات والمبادرات السابقة في مجال الحد من النفايات التي تتبعها عدد من دول العالم وخاصة دول الاتحاد الأوروبي، لإعداد تصميمات أفضل للمنتجات البلاستيكية بهدف زيادة عدد مرات الاستخدام وإعادة التدوير، وخفض نسب المواد الضارة في المنتجات البلاستيكية، وزيادة المتانة أو الصلابة، وإنتاج منتجات لها القدرة على التحلل، وغيرها من التدابير القابلة للتنفيذ.
- ضرورة تشجيع التجارب والخبرات السابقة في سياسة استخدام البلاستيك، والتي من شأنها إحداث فارق كبير لصالح البيئة.

- الاهتمام بالإجراءات التي تتخذها أو تخطط لها الدول للحد من أو منع النفايات البلاستيكية، وتحديد المجالات التي تتطلب زيادة الجهود.
- توجيه أنشطة البحث العلمي لإيجاد حلول إبداعية، وطرق وتقنيات مبتكرة لإعادة تدوير البلاستيك، وإنتاج اليرقات آكلة البلاستيك، وإنتاج البلاستيك الحيوي القابل للتحلل، وغيرها من الابتكارات والأبحاث الطموحة التي تهدف للحد من استخدام البلاستيك المنتشر بكثافة في مكبات النفايات، والغابات، والصحاري، والمحيطات التي تستغرق سنوات طويلة للتحلل.

قائمة المصطلحات الفنية

المصطلح	التعريف
<ul style="list-style-type: none"> • اللدائن، والبلاستيك، والبوليمرات "Plastic" 	<ul style="list-style-type: none"> • اللدائن، والبلاستيك، والبوليمرات ثلاث مصطلحات أو تعريفات لعائلة من المواد المتشابهة في مظهرها العام، ولكنها تختلف من حيث تركيبها ومكوناتها. • مصطلح لدينة هو تسمية للمواد التي تتكون من جزيئات صغيرة وكبيرة، وتتميز بالقابلية للتشكيل بالتسخين، أو بالضغط أو كليهما، وتتميز بليونتها وقابليتها للانضغاط، والثني، والسحب. • أما البلاستيك فهو الترجمة لكلمة "Plastic"، وهي تسمية إنجليزية. • بينما البوليمرات "Polymers" تعني المواد التي تتكون من عدد من كبير من وحدات بنائية صغيرة تعرف بالمونومر "Monomer"
<ul style="list-style-type: none"> • المونومر "Monomer" 	<ul style="list-style-type: none"> • عبارة عن جزيء" أو وحدة بنائية" من أي فئة من المركبات، معظمها عضوي، يمكن أن يتفاعل مع جزيئات أخرى لتكوين جزيئات كبيرة جدًا، أو بوليمرات.
<ul style="list-style-type: none"> • الراتنج "Resin" 	<ul style="list-style-type: none"> • مواد مكونة من مواد عضوية غير متطايرة، أو شبه صلبة والتي تتكون من مخاليط غير متبلورة من أحماض كربوكسيلية ويتم الحصول عليها مباشرة عن طريق تحضيرها بلمرة الجزيئات البسيطة. • مادة سميكة ولزجة تنتج من خلال عمليات كيميائية للاستخدام في الصناعة.
<ul style="list-style-type: none"> • البلاستيك الحراري "Thermoplastic" 	<ul style="list-style-type: none"> • هو البلاستيك الذي يلين بالحرارة ويمكن صهره وإعادة تشكيله، وهذا النوع هو الأكثر استعمال وشيوعا.
<ul style="list-style-type: none"> • البلاستيك المتصلد بالحرارة "Thermoset" 	<ul style="list-style-type: none"> • يتحول هذا النوع من البلاستيك بعد تشكيله إلى مواد متصلدة غير منصهرة ولا يمكن إعادة تليينه أو تشكيله عند إعادة التسخين.

المراجع

1. Plastics – the Facts 2018, An analysis of European plastics production, demand and waste data, PlasticsEurope (the Association of Plastics Manufacturers in Europe),2018.
2. Plastics and the Environment, Assessing the Impact of the Complete Ban on Plastic Carry Bag, Toxics Link, Website: <http://www.toxicslink.org>,2014.
3. البلاستيك وتلوث البيئة، د. عصام الدين نوفل، سلسلة نشرات ثقافية تعني بقضايا البيئة، تصدرها جمعية حماية البيئة- الكويت، فبراير 1986.
4. Polymer Science Technology, Robert O. Ebewele, CRC Press, 2000.
5. Introduction to Polymer Science and Chemistry, Chanda M., CRC Press, Taylor and Francis Group, FL, USA, 2006.
6. Polymer Chemistry, Sixth edition, Charles E. Carraher, Florida Atlantic University,2000.
7. The Statistics Portal , "Statistics and Studies from more than 22,500 Sources", <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/>
8. Mapping the plastics system and its sustainability challenges,2018.
http://lup.lub.lu.se/search/ws/files/40307312/Mapping_the_plastics_system_and_its_sustainability_challenges.pdf.
9. اللدائن والمواد المركبة، د. عبد اللطيف رشاد السمراي، 2010.
10. Plastic coextrusion technologies,
<https://www.plasticextrusiontech.net/resources/coextrusion-innovation/>.
11. Advanced High Strength Natural Fiber Composites in Construction,2017, Pages 235-255.

<https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/coextrusion>.

12. Lecture 4.7: Rotational Molding and Blow Molding.

<https://nptel.ac.in/courses/112107085/module4/lecture7/lecture7.pdf>.

13. <http://www.pentasmoulding.com/production/rotational-molding/>.

14. Plastics Fabrication and Recycling, CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business, 2007.

15. Introduction to Plastics Recycling, Smithers Rapra Technology Limited Second Edition Published 2007,

16. Improving Markets for Recycled Plastics, Trends, Prospects and Policy Responses, OECD (2018), Improving Markets for Recycled Plastics: Trends, Prospects and Policy Responses, OECD Publishing, Paris.

17. How Green is Your Plasticizer, Department of Chemical Engineering, McGill University, 3610 University St, Montréal, QC H3A 0C5, Canada; roya.jamarani@mail.mcgill.ca (R.J.); hannu.erythropel@yale.edu (H.C.E.); Received: 5 July 2018; Accepted: 25 July 2018; Published: 28 July 2018.

18. Thermal Analysis of Polymers Fundamentals and Applications, John Wiley & Sons, Inc., 2009.

19. Analysis of Plastics, Rapra Technology Limited), Martin J. Forrest, 2002.

20. كيمياء البوليمرات، د. عمر عبد الله الهزازي

21. البلاستيك، أنواعه وتأثيره على صحة الإنسان، د. أسعد رحمان سعيد الحلفي، كلية الزراعة- جامعة البصرة.

22. Plastics Europe (2016), "Plastics – the Facts 2017: An analysis of European plastics production, demand and waste data",

<https://www.plasticseurope.org/application/files> (accessed on March 2018).

23. UNEP (2016), Global Waste Management Outlook, <http://web.unep.org/ourplanet/september-2015/unep-publications/global-waste-management-outlook/> (accessed on 27 March 2018).
24. Global Thermosetting Plastics Market – Segmented by Type, Industry and Geography–Trends and Forecasts, (accessed on 26 March 2018).

<https://www.prnewswire.com/newsreleases/global-thermosetting-plastics-market---segmented-by-type-industry-andgeography---trends-and-forecasts-2015-2020---reportlinker-review-300145372.html>.
25. The New Plastic Economy, Rethinking the Future of Plastic, ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.2014.
26. Plastic Pollution Primer and Action Toolkit, End Plastic Pollution, Earth Day 2018.
27. No Such Place As “Away”: Plastic Pollution in the Oceans, Why We Should Care, and What to Do About It, The InterAction Council held its 35th Annual Plenary Meeting in Beijing, P.R. China, from 28 to 30 September 2018.
28. Plastic Pollution (Our World in Data), <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>.
29. www.worldbank.org/what-a-waste.
30. <https://www.seeker.com/earth/conservation/these-ten-rivers-are-responsible-for-90-percent-of-the-plastic-in-the-oceans>.
31. Fact Sheet: End Plastic Pollution, Earth Day 2018.
32. Plastic, Production, use, and fate of all plastics ever made, science advances | research article, copyright 2017

33. <https://eradicateplastic.com/10-interesting-facts-about-the-great-pacific-garbage-patch/>.
34. <https://ocean.si.edu/planet-ocean/tides-currents/ocean-trash-plaguing-our-sea>.
35. Out of The Plastic Trap, Saving the Mediterranean From Plastic Pollution
<https://wwf.fi/mediabank/11094.pdf>
36. <https://science.sciencemag.org/content/304/5672/838>.
37. <https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/new-technique-to-get-ride-of-small-microplastics/>.
38. <https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/a-huge-floating-screen-will-sift-plastic-out-of-the-ocean/>.
39. Characterization and engineering of a plastic-degrading aromatic polyesterase, Proceedings of the National Academy of Sciences
<https://www.pnas.org/content/115/19/E4350#F2>
40. <https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/new-technique-to-get-ride-of-small-microplastics>.
41. Lost, but found with Nile red; a novel method to detect and quantify small microplastics (20 μm –1 mm) in environmental samples, SUPPORTING INFORMATION, Gabriel Erni-Cassola¹, 2018.
42. <https://www.unenvironment.org/ar/news-and-stories/alqst/hzr-astyrad-alnfayat-fy-alsyn-ykshf-n-mshklat-aadt-aldwyr-alalmyt-lknh-ywfr>.
43. <https://www.unenvironment.org/ar/news-and-stories/alnshrat-alshfyt/twafq-alhkwmata-ly-alqrrat-altarykhyt-lhmayt-alnas-walkwkb-mn>.

44. Preventing Plastic Waste in Europe, EEA Report No 02/2019, European Environment Agency, 2019.
45. Discarded Communities on The Frontlines of The Global Plastic Crisis, Gaia, April, 2019.
46. Sorting of plastic waste for effective recycling, Int. Journal of Applied Sciences and Engineering Research, editorial@ijaser.com, ISSN 2277 – 9442, Vol. 4, Issue 4, 2015.
47. <https://www.plasticstoday.com/packaging/plasma-gasification-solution-plastics-and-all-waste/181263217161321>.
48. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2873020/>.
49. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2873020/#RSTB20080311C16>.
50. Recycling Plastics, Waste Policy, Matthew Kirchoffner, May 7th, 2005.
51. <http://www.plasticwastedisposal.com/plastic-waste-management-plastic-recycling-methods-options/>.
52. Plastics Fabrication and Recycling, Clemson University, Clemson, South Carolina.
53. Plastic Packaging Recycling Strategy 2018-2030, September 2018.
54. Circular Economy and Plastics, Gulf Petrochemicals & Chemicals Association (GPCA), 2017.
55. The Closed Loop Foundation, Film Recycling Investment Report, Prepared By: Rse Usa, 2019.

56. A Circular Economy for Plastics, Insights from Research and Innovation to Inform Policy and Funding Decisions, European Commission, 2019.
57. Plastics and the circular economy, Scientific And Technical Advisory Panel, June 2018.
58. The Effect of Plastic Pollution on Marine Life, The Pegasus Foundation ,2019.
<https://www.pegasusfoundation.org/the-effect-of-plastic-pollution-on-marine-life/>

التقارير

تقرير حول الدورة السابعة لمجموعة خبراء الغاز بلجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا

م. وائل حامد عبد المعطي *

مقدمة

تلبية للدعوة المقدمة من الأمم المتحدة (إدارة الطاقة المستدامة -اللجنة الاقتصادية لأوروبا)، شاركت الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) في فعاليات الدورة السابعة لمجموعة خبراء الغاز بلجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا، والتي تم تنظيمها بنظام مشترك (الاتصال المرئي/الحضور الشخصي بمقر الأمم المتحدة في جنيف) خلال الفترة 22-25 أيلول/سبتمبر 2020 ضمن فعاليات أسبوع الطاقة المستدامة الذي جرى انعقاده خلال نفس الفترة. يذكر أن الدورة كان من المقرر انعقادها مسبقاً في شهر آذار/مارس الماضي وتم تأجيلها بسبب ظروف انتشار جائحة كوفيد-19.

وإلى جانب مشاركة الأمانة العامة لمنظمة أوابك، شارك في الاجتماع ممثلو الدول الأعضاء في اللجنة الاقتصادية لأوروبا من بينهم الولايات المتحدة وسويسرا وفرنسا وإسبانيا وألمانيا وإيطاليا والنرويج وروسيا وكندا والمكسيك والنمسا وأذربيجان وكرواتيا، بالإضافة إلى ممثلين عن الاتحاد الأوروبي (المفوضية الأوروبية)، وممثلو عدد من المؤسسات والمنظمات الأوروبية والدولية من بينها الاتحاد الدولي للغاز (IGU)، ومنتدى الدول المصدرة للغاز (GECF)، والاتحاد الدولي لمنتجي النفط والغاز (IOGP)، ومجموعة مستوردي الغاز الطبيعي المسال (GIIGNL)، ومنظمة الهيدروجين في أوروبا (H₂ Europe)، والمبادرة العالمية للميثان (GMI)، ومؤسسة البنية التحتية في أوروبا (Gie)، بالإضافة إلى مراكز بحثية وأكاديميين. وقد مثل الأمانة العامة لمنظمة أوابك في فعاليات الدورة، المهندس/وائل حامد عبد المعطي، خبير صناعات غازية بإدارة الشؤون الفنية.

استمرت فعاليات الدورة على مدار ثلاثة أيام وذلك على النحو التالي:

- يوم 22 أيلول/سبتمبر: وقد خصص لافتتاح فعاليات الدورة، واعتماد الأجنحة، وإعلان أسماء المرشحين لمجلس أمناء مجموعة خبراء الغاز لمدة عامين تبدأ من اختتام فعاليات الدورة الحالية (خطوة إجرائية معتمدة تخص الدول الأعضاء باللجنة الاقتصادية لأوروبا التابعة للأمم المتحدة).
- يوم 23 أيلول/سبتمبر: وقد خصص لعقد ورشة عمل بعنوان " إزالة الكربون عبر المؤازرة بين الكهرباء المتجددة والغاز الطبيعي".
- يوم 25 أيلول/سبتمبر: وقد تضمن إعلان أسماء الفائزين بمجلس الأمناء لمدة عامين، ومناقشة الاستنتاجات والتوصيات، وتحديد موعد الدورة القادمة.

الجلسة الافتتاحية للاجتماع



7th Session Group of Experts on Gas (GEG-7)

Opening Session
22 September 2020

GERE-7, Geneva & Virtual, 22-25 September 2020

افتتح السيد/سكوت فوستر، مدير إدارة الطاقة المستدامة بالأمم المتحدة، فعاليات الدورة، بإلقاء كلمة رحب فيها بالمشاركين. وأشار إلى أن انعقاد هذا الاجتماع في هذا التوقيت يكتسب زخماً إضافياً بسبب الغموض الذي يكتنف مستقبل الطلب

على الطاقة بسبب تراجع النشاط الاقتصادي الناجم عن انتشار جائحة كوفيد-19. كما شدد على أهمية الاجتماع كمنصة عالمية للتباحث والنقاش بين مختلف أصحاب المصلحة حول السياسات التي تتعلق بقطاع الطاقة بشكل عام وقطاع الغاز على نحو خاص، بغية تحقيق مستقبل مستدام للطاقة.

ثم أعطى الكلمة إلى السيد/فرانسيسكو دي لافلور، رئيس مجموعة خبراء الغاز في الأمم المتحدة، الذي أثنى بدوره على حرص الخبراء وممثلي المنظمات والمؤسسات الدولية الحكومية وغير الحكومية، وممثلي الدول الأعضاء على المشاركة في الاجتماع، والتباحث وتبادل وجهات النظر حول أبرز تطورات صناعة الغاز الطبيعي أوروبياً وعالمياً.

وقد لفت إلى أن أجندة الاجتماع في دورته الحالية ستكون مختصرة جداً عما كان متبعاً في الاجتماعات السابقة بسبب الظروف الاستثنائية التي تسببت فيها جائحة كوفيد-19. حيث أفاد بأنه تمت الموافقة من قبل أعضاء المكتب على تأجيل المناقشات في ثلاث عناصر من ضمن المحاور الرئيسية التي كان من المفترض أن يشملها الاجتماع إلى الدورة المقبلة، وهي:

1 الغاز وتحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة

2 أنشطة المنظمات والهيئات الدولية في مجال الغاز الطبيعي

3 نتائج وثيقة الأمم المتحدة " مسارات لتحقيق الطاقة المستدامة " التي أعدتها إدارة الطاقة المستدامة

بعد إقرار أجندة الاجتماع (مرفق-1)، تم استعراض أسماء المرشحين من الدول الأعضاء باللجنة الاقتصادية الأوروبية لعضوية مكتب الأمناء المسؤول عن أعمال مجموعة خبراء الغاز لفترة سنتين تبدأ فور انتهاء فعاليات الاجتماع (من أيلول/سبتمبر 2020 إلى أيلول/سبتمبر 2022)، وهي خطوة إجرائية تم تحديدها مسبقاً من قبل اللجنة المنظمة للاجتماع.

جلسة نقاشية حول إزالة الكربون عبر المؤازرة بين الكهرباء المتجددة والغاز الطبيعي



خُصت الجلسة بشكل كامل لاستعراض السياسات الأوروبية الرامية نحو تحقيق تحييد أو تعادل الكربون (Carbon Neutrality) في دول الاتحاد الأوروبي بحلول عام 2050، والدور الذي يمكن أن يلعبه الهيدروجين مستقبلاً كمصدر متجدد للطاقة، وكيف يمكن تسخير البنية التحتية القائمة للغاز لتكون بمثابة العمود الفقري لنظام طاقة منخفض الكربون في المستقبل.

ترأس الجلسة النقاشية، السيدة/ **Yolanda Garcia**، مساعد رئيس وحدة تنسيق الاستراتيجيات والسياسات بالمفوضية الأوروبية، وبمشاركة أربعة متحدثين عن هيئات أوروبية رفيعة المستوى هم:

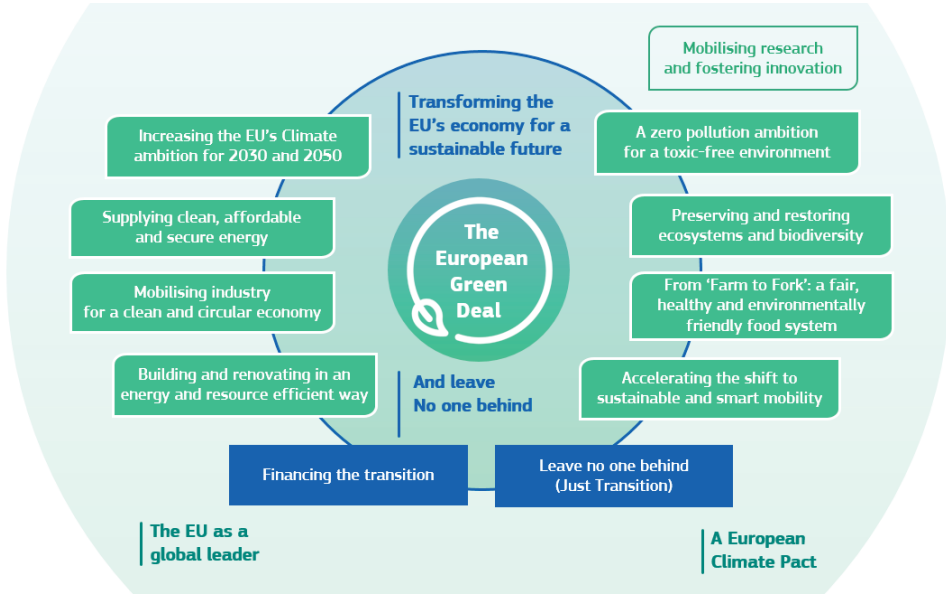
- السيد/ **Abel Enrique**، مدير شؤون التنظيم بالمفوضية الأوروبية.
- السيد/ **Constantine Levoyannis**، ممثل منظمة الهيدروجين في أوروبا.
- السيد/ **Florian Marko**، ممثل النمسا في اللجنة الاقتصادية الأوروبية، ومساعد رئيس مجموعة خبراء الغاز في الأمم المتحدة.
- السيد/ **Bjørn Simonsen**، ممثل شركة **Nel Hydrogen**، النرويج.

في مستهل الجلسة، تم استعراض الاتفاقية الخضراء الأوروبية (European Green Deal)، التي أصدرها الاتحاد الأوروبي في كانون الأول/ديسمبر من العام الماضي 2019. حيث تمت الإشارة إلى أنها تتضمن هدف نهائي واضح وهو تحييد أو تعادل الكربون في دول الاتحاد الأوروبي بحلول عام 2050. وهي تعد خطة شاملة لتحقيق التنمية المستدامة داخل دول الاتحاد الأوروبي وبمثابة دليل استرشادي يوضح كيفية التحول إلى اقتصاد مزدهر، وشامل اجتماعياً، ومستدام بيئياً.

تضم الاتفاقية عدة عناصر يمكن تلخيصها في النقاط التالية: (الشكل-1)

- رفع سقف أهداف الاتحاد الأوروبي الخاصة بالمناخ لعام 2030 و عام 2050.
- توفير طاقة نظيفة وأمنة بأسعار معقولة.
- تعبئة الصناعة لتحقيق اقتصاد نظيف ودائري.
- البناء والإصلاح بإدارة فعالة للموارد.
- تمويل المرحلة الانتقالية، وتحقيق العدالة لمن سيتأثر سلباً بتلك التغيرات.
- الإسراع بالانتقال إلى منظومة نقل ذكية ومستدامة.
- خلق نظام غذائي عادل وصحي وصديق للبيئة.
- هدف طموح للقضاء على التلوث لأجل بيئة خالية من السموم.
- حماية النظام البيئي، والحفاظ على التنوع البيئي.

الشكل-1: الاتفاقية الخضراء الأوروبية



الخطة الأوروبية المستهدفة للمناخ 2030 European Climate Target Plan

ثم تم التطرق إلى الخطة الأوروبية المستهدفة للمناخ 2030، التي أعلنتها المفوضية الأوروبية منتصف أيلول/سبتمبر من العام الجاري 2020. وفيها تم اعتماد هدفاً صارماً (ملزم قانونياً) لتخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بدول الاتحاد الأوروبي بمعدل 55% بحلول عام 2030 مقارنة بمستويات عام 1990 (بلغ إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري نحو 4912 مليون طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون في عام 1990) وهو الأمر الذي سيتطلب اتخاذ إجراءات جادة وفعالة في كافة القطاعات الاقتصادية. وتعتزم المفوضية إصدار خطة شاملة ومفصلة بشأن كيفية تحقيق هذا الهدف الصارم بعد مناقشة كافة الاقتراحات مع الدول الأوروبية واعتمادها بحلول شهر حزيران/يونيو 2021.

مساهمة قطاع الطاقة في الخطة الأوروبية المستهدفة للمناخ 2030

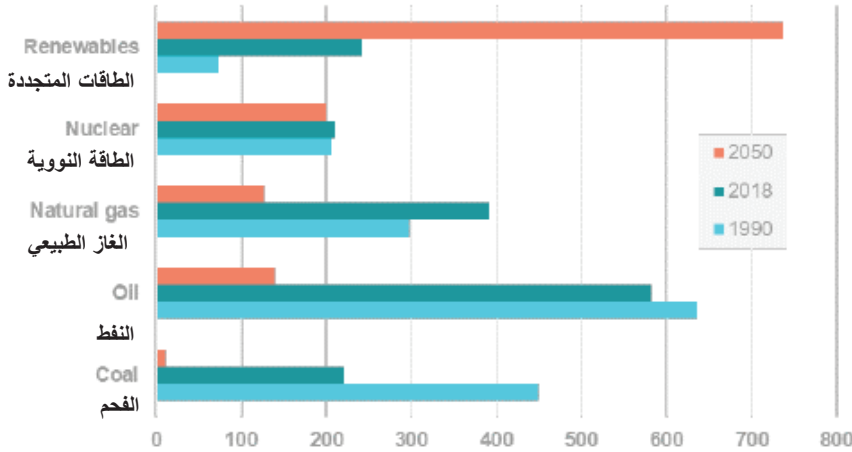
يساهم قطاع الطاقة بالنصيب الأكبر من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري داخل دول الاتحاد الأوروبي. وبالتالي فإن نزع الكربون من هذا القطاع سيساهم في تحقيق تخفيض ضخم للانبعاثات. وتتلخص الأهداف الرئيسية المتعلقة بالطاقة في الخطة الأوروبية المستهدفة للمناخ 2030 في النقاط التالية:

- (1) تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري بشكل حاد، فعلى سبيل المثال ستراجع حصة الفحم بنحو 70% بحلول عام 2030 مقارنة بعام 2015.
- (2) تقليل الانبعاثات من القطاع السكني وقطاع الكهرباء بنسبة 55% بحلول عام 2030 مقارنة بمستويات 2015، وذلك عبر الإحلال السريع لمصادر الطاقة المتجددة في تلك القطاعات، ورفع كفاءة الطاقة وتحقيق التكامل بين مكونات منظومة الطاقة.
- (3) مضاعفة حصة توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة لتصل إلى 65% من مزيج التوليد بحلول 2030.
- (4) رفع حصة مصادر الطاقة المتجددة في قطاع النقل إلى 24% بحلول عام 2030.
- (5) العمل على تقليل الكربون الناتج من عمليات التدفئة والتبريد بالمصانع والمباني وذلك عبر رفع حصة مصادر الطاقة المتجددة المستخدمة في تلك العمليات إلى 40% أو أكثر بحلول عام 2030.
- (6) التوسع في استخدام الهيدروجين في قطاع النقل وبالأخص مركبات الخدمة الشاقة، وفي بقية القطاعات مثل القطاع البحري وقطاع الطيران.

(7) أما بالنسبة للكتلة الحيوية، فمن المخطط أن ترتفع حصتها ولكن بشكل محدود بحلول عام 2030.

وكما يبين الشكل-2، فمن المخطط أن تساهم مصادر الطاقة المتجددة حسب الخطة الأوروبية المستهدفة للمناخ بالنصيب الأكبر من إجمالي الطلب على الطاقة، بينما ستراجع في المقابل بقية مصادر الوقود الأحفوري الأخرى خاصة الفحم والنفط.

الشكل-2: توقعات الطلب على الطاقة في دول الاتحاد الأوروبي حسب المصدر بحلول عام 2050 (الوحدة مليون طن نفط مكافئ)



ولتحقيق الأهداف المبينة أعلاه بحلول عام 2030، ثم الوصول إلى تحييد الكربون في دول الاتحاد الأوروبي بحلول عام 2050، سيتم العمل على تكامل منظومة الطاقة (Energy System Integration, ESI) الأوروبية. ويقصد بذلك التخطيط والتشغيل المتكامل لمنظومة الطاقة كوحدة واحدة بمختلف مكوناتها من مصادر الطاقة المختلفة، والبنية التحتية

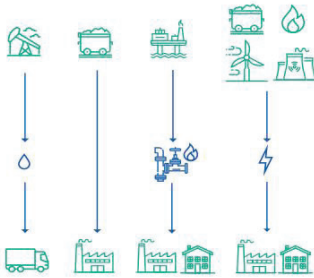
والقطاعات المستهلكة وذلك عبر بناء روابط قوية فيما بينها لإدارة موارد الطاقة بشكل فعال وتقليل هدر الطاقة وخفض نسبة الكربون.

ولتحقيق هذا التكامل، سيتم العمل على توسيع استخدام الكهرباء أو الكهربة (Electrification) في كافة قطاعات الاقتصاد بحيث تكون الكهرباء المصدر الرئيسي للطاقة مثل التوسع في استخدام السيارات الكهربائية في قطاع النقل وتقليل استخدام السيارات العاملة بالوقود الأحفوري. كما سيتطلب ذلك أيضاً التخطيط لبناء منظومة طاقة دائرية (Circular Energy System) كما هو مبين بالشكل-3، بدلاً من المنظومة الحالية التي تعد خطية تربط مصادر الطاقة بالقطاعات المستهلكة في سلاسل رأسية غير متصلة فيما بينها بشكل أفقي أو دائري مما يتسبب في انخفاض كفاءة المنظومة ككل وزيادة الطاقة المهدرة.

الشكل-3: تحول منظومة الطاقة الأوروبية إلى منظومة دائرية متكاملة مستقبلاً لتحل محل المنظومة الخطية الحالية

The energy system today :

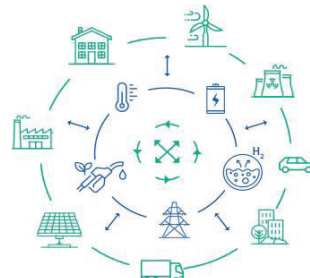
linear and wasteful flows of energy, in one direction only



منظومة الطاقة الأوروبية الحالية
(خطية وفي اتجاه واحد مما يتسبب في هدر لتدفقات الطاقة)

Future EU integrated energy system :

energy flows between users and producers, reducing wasted resources and money



منظومة الطاقة الأوروبية المتكاملة في المستقبل
(تدفقات الطاقة بين المستخدمين والمنتجين لتقليل الهدر)

الاستراتيجية الأوروبية للهيدروجين European Hydrogen Strategy

أما جانب الهيدروجين، فقد تطرقت النقاشات إلى الوضع الراهن لإنتاج الهيدروجين والدور الذي يمكن أن يساهم فيه مستقبلاً في نظام طاقة خالي من الكربون، حيث يمكن استخدام الهيدروجين كوقود في قطاع النقل والقطاع السكني والقطاع الصناعي وقطاع توليد الطاقة، ليكون بالنهاية جزء رئيسي من مجتمع قائم على الخدمات المتكاملة.

ولا يعد إنتاج واستخدام الهيدروجين أمراً جديداً، بل على العكس فقد تم إنتاج الهيدروجين واستخدامه بكميات ضخمة لسنوات عديدة. إلا أن تناول موضوع الهيدروجين من منظور استخدامه "كمصدر للطاقة" هو قضية حديثة اكتسبت زخماً متزايداً في الآونة الأخيرة. ولا يوجد الهيدروجين في الطبيعة كعنصر حر، لذلك يجب إنتاجه ونقله وتخزينه قبل تحويله إلى كهرباء أو حرارة أو استخدامه كمادة خام في الصناعة.

في الوقت الحاضر، يتم إنتاج حوالي 95% من الهيدروجين من الغاز الطبيعي وبعض الهيدروكربونات الأخرى، وهو ما يطلق عليه اسم الهيدروجين الرمادي (Grey Hydrogen) حيث ينتج أثناء إنتاجه انبعاثات من ثاني أكسيد الكربون. ويستخدم الإنتاج الحالي من الهيدروجين في صناعة الأسمدة والكيماويات بشكل أساسي، وفي مصافي التكرير.

وللتخلص من الانبعاثات الناتجة أثناء إنتاج الهيدروجين من الغاز الطبيعي، يمكن تطبيق تقنية اصطياد واحتجاز الكربون (CCS) ويطلق عليه في هذه الحالة اسم "الهيدروجين الأزرق". كما يمكن إنتاج الهيدروجين من عملية التحليل الكهربائي للماء، وإذا كانت الكهرباء المستخدمة في تلك العملية مولدة من مصادر طاقة متجددة كالرياح والطاقة الشمسية، فيعد الهيدروجين في تلك الحالة "هيدروجين أخضر". ومن الأنواع الأخرى للهيدروجين، "الهيدروجين الأسود" الذي ينتج من الفحم،

"والهيدروجين الأصفر" الذي ينتج بواسطة الكهرباء المولدة من محطات الطاقة النووية. ويُلخص الشكل-4، الأنواع المختلفة من الهيدروجين سألقة الذكر.

الشكل-4: أنواع الهيدروجين حسب مصدر إنتاجه

• الهيدروجين الرمادي الهيدروجين المنتج من الهيدروكربونات (الغاز الطبيعي)	الهيدروجين الرمادي
• الهيدروجين الأزرق الهيدروجين المنتج من الهيدروكربونات مع تقنية اصطياد واحتجاز الكربون	الهيدروجين الأزرق
• الهيدروجين الأخضر الهيدروجين المنتج باستخدام عملية التحليل الكهربائي للماء، وباستخدام كهرباء مولدة من مصادر طاقة متجددة	الهيدروجين الأخضر
• الهيدروجين الأسود الهيدروجين المنتج من الفحم	الهيدروجين الأسود
• الهيدروجين الأصفر كهرباء مولدة من محطات للطاقة النووية عبر التحليل الكهربائي للماء باستخدام	الهيدروجين الأصفر

وقد اعتمد عدد كبير من الدول الأعضاء في لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا في الآونة الأخيرة، استراتيجيات حول دور الهيدروجين في مستقبل نظام طاقة منخفض الكربون، كما أن هناك عدداً آخر من الدول في طور الإعداد لاستراتيجيات حول مستقبل الهيدروجين.

ففي حزيران/ يونيو 2019، نشر معهد سكولكوف للعلوم والتكنولوجيا في موسكو دراسة بعنوان "اقتصاد الهيدروجين - مسار نحو تنمية منخفضة الكربون" تناولت كيفية دمج تكنولوجيا الهيدروجين في نظام الطاقة الروسي واستراتيجيات التنمية منخفضة الكربون.

وفي تموز/يوليو 2020، نشرت وزارة الطاقة الأمريكية "إستراتيجية الهيدروجين - تمكين اقتصاد منخفض الكربون" التي تقدم خطة إستراتيجية لتسريع البحث والتطوير ونشر تكنولوجيا الهيدروجين.

كما كشفت المفوضية الأوروبية عن استراتيجيتها حول الهيدروجين في منتصف العام الجاري 2020، والتي تتلخص رؤيتها في التوسع في إنتاج الهيدروجين المتجدد (الهيدروجين الأخضر) وخلق سوق تجاري للهيدروجين في أوروبا.

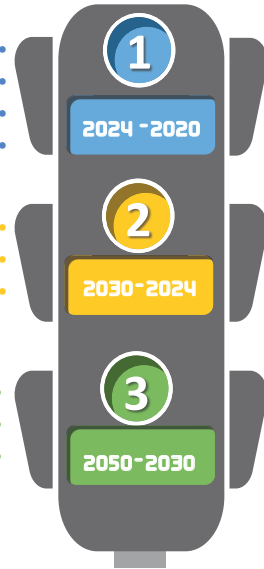
ووفقاً للاستراتيجية الأوروبية، من المستهدف في المرحلة الانتقالية على المدى القريب والمتوسط، أن يتم التوسع في إنتاج الهيدروجين منخفض الكربون "الهيدروجين الأزرق" (المنتج من الهيدروكربونات مع تقنية اصطياد وتخزين الكربون) ليحل محل الإنتاج الحالي من الهيدروجين القائم على الهيدروكربونات. وذلك بغية العمل على تقليل الانبعاثات، وخلق سوق تجاري واعد للهيدروجين في المستقبل. كما ستتطوي تلك المرحلة الانتقالية على اتخاذ إجراءات لدعم اختراق الهيدروجين في عدة قطاعات أخرى غير قطاع الكهرباء مثل قطاع النقل وذلك عبر توسيع استخدامه في حافلات النقل الجماعي، والسكك الحديدية، والمقطورات، والقطاع الصناعي عبر استخدامه في إنتاج المبيدات الحشرية. أما على المدى الطويل، فسيتم التوسع في إنتاج الهيدروجين المتجدد (المنتج بشكل رئيسي من طاقة الرياح والطاقة الشمسية) وذلك على نطاق تجاري واسع بعد بلوغ التكنولوجيا للنضوج المطلوب.

وكما يبين الشكل-5، فقد وضعت المفوضية الأوروبية أهدافاً واضحة المعالم بفترات زمنية للتوسع التدريجي في استخدام الهيدروجين ضمن منظومة الطاقة الأوروبية، والتي ستتم على ثلاث مراحل: المرحلة الأولى

خلال الفترة (2024-2020)، المرحلة الثانية خلال الفترة (2030-2024)،
والمرحلة الثالثة خلال الفترة (2050-2030) للوصول إلى سوق تجاري
للهيدروجين.

الشكل-5: مراحل استراتيجية المفوضية الأوروبية الخاصة بالهيدروجين

- إضافة 6 جيجاوات من أجهزة التحليل الكهربائي لإنتاج الهيدروجين الأخضر
- استبدال الإنتاج الحالي من الهيدروجين
- وضع أطر تنظيمية لإقامة أسواق للهيدروجين
- التخطيط لبناء البنية التحتية اللازمة للهيدروجين
- إضافة 40 جيجاوات من أجهزة التحليل الكهربائي لإنتاج الهيدروجين الأخضر
- إنشاء مناطق تكون بمثابة وديان للهيدروجين (HYDROGEN VALLEYS)
- إنشاء شبكات ربط عابرة للحدود بين الدول الأوروبية
- الإسراع لنزع الكربون من كافة القطاعات
- التوسع في إنشاء شبكة أوروبية للهيدروجين
- بناء سوق لتجارة الهيدروجين، وجعل السوق الأوروبي المرجعية الرئيسية



ومن جانبها، فقد أعدت إدارة الطاقة المستدامة للأمم المتحدة، مذكرة حول
الهيدروجين بعنوان "الهيدروجين- حل مبتكر لتحييد الكربون" تدعو فيها صناعة
الغاز إلى تعديل وإعادة توظيف البنية التحتية للغاز الحالية، ودعم تطوير المبادئ
التوجيهية الخاصة بلجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا وتنسيق اللوائح والمعايير
الموحدة والتعاريف والقواعد الفنية التي تحكم مزج الغاز الطبيعي والهيدروجين.

وقد خلصت المذكرة إلى جملة من التوصيات للدول الأعضاء في اللجنة
الاقتصادية الأوروبية أبرزها:

- توحيد المصطلحات الخاصة بالهيدروجين.

• الإسراع بتطوير أجهزة التحليل الكهربائي المستخدمة في إنتاج الهيدروجين، ودعم تطبيقها على نطاق واسع.

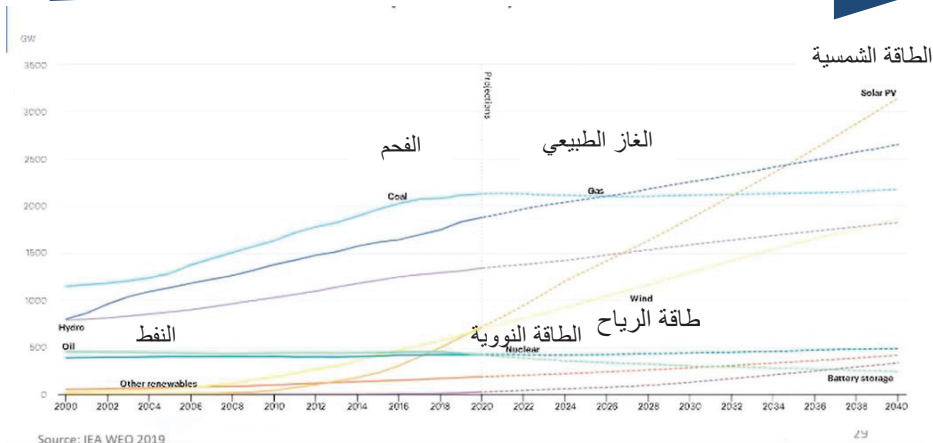
• تحفيز "عملية التغيير" نحو الهيدروجين عبر إجراء الإصلاحات اللازمة للسوق.

من جانبه، أشار ممثل منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) في مداخلة إلى أن المنظمة تولي أهمية متزايدة بموضوع الهيدروجين، وأنها بصدد إصدار دراسة فنية متخصصة حول دور الهيدروجين في عملية انتقال الطاقة. حيث تم الإشارة إلى أن الغاز الطبيعي يعد المصدر الرئيسي للإنتاج العالمي من الهيدروجين في الوقت الحالي بتكلفة تعد الأقل مقارنة بباقي المصادر الأخرى. حيث تبلغ تكلفة إنتاج الهيدروجين من الغاز الطبيعي إلى 1.5 يورو لكل كجم، بينما تصل التكلفة في حالة الهيدروجين الأزرق إلى 3.5-5 يورو لكل كجم، أي ثلاثة أضعاف تكلفة استخدام الغاز الطبيعي وحده.

وإذا ما تم تطبيق تقنية اصطياد وتخزين الكربون للتخلص من الانبعاثات الناتجة أثناء إنتاج الهيدروجين من الغاز، فستظل التكلفة أقل أيضاً إذا ما تمت المقارنة بالهيدروجين الأخضر المعتمد على مصادر الطاقة المتجددة الذي تصل تكلفته إنتاجه إلى أعلى من 6 يورو لكل كجم، وسيلبي ذلك متطلبات الاستراتيجية الأوروبية الرامية نحو خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ولا شك أن انخفاض أسعار الغاز في ضوء الوفرة الحالية من الإمدادات له ميزة تنافسية إضافية للهيدروجين المنتج من الغاز. كما أن استمرار تطوير تقنية اصطياد وتخزين الكربون قد يسهم أيضاً في خفض تكلفتها، ويدفع نحو بناء سوق تجاري للهيدروجين بأسعار تنافسية.

في سياق آخر، فقد تطرقت الجلسة النقاشية إلى أهمية الموازنة بين محطات الغاز الطبيعي والطاقة المتجددة لتغطية الفترات التي يتراجع فيها إنتاج الكهرباء من تلك المصادر نتيجة انخفاض حركة الرياح أو غياب ضوء الشمس. وتعد تلك القضية من القضايا ذات الأهمية مستقبلاً حيث ستشهد مصادر الطاقة المتجددة نمواً كبيراً خلال السنوات المقبلة وسيزداد الاعتماد عليها في تلبية الطلب على الكهرباء، وبالتالي فلا بد من التخطيط مسبقاً لتلاشي أي اضطراب قد يحدث لمنظومة الطاقة. فوفقاً لتوقعات وكالة الطاقة الدولية حسب سيناريو السياسات الجديدة، ستشهد السنوات المقبلة نمواً في إجمالي القدرات المركبة لمحطات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح يعد الأسرع مقارنة بباقي المصادر الأخرى كما يبين الشكل-6. وبالتالي، فلا بد من توفير مصدر للطاقة يكون بمثابة داعم للمنظومة ويغطي أي اضطراب قد يحدث. وتتميز المحطات العاملة بالغاز الطبيعي بالمرونة العالية في التشغيل وسرعة دخولها في الخدمة، علاوة على ارتفاع كفاءة تشغيلها. والغاز الطبيعي هو أقل أنواع الوقود الأحفوري تلويثاً للبيئة، وهذه المزايا تجعل من الغاز الداعم الأمثل لمصادر الطاقة المتجددة وهو ما يحقق الاستغلال الأمثل للبنية التحتية للغاز مستقبلاً.

الشكل-6: النمو المتوقع للقدرات المركبة لمحطات الكهرباء حسب المصدر حتى عام 2040



الجلسة الختامية للاجتماع

في ختام الاجتماع، تم اعتماد أسماء المرشحين لمجلس أمناء مجموعة خبراء الغاز لمدة عامين. كما أقر الخبراء عدد من الاستنتاجات والتوصيات أبرزها ما يلي:

✓ توسيع مفهوم مصطلح الغاز (ومجال عمل مجموعة خبراء الغاز بالأأم المتحدة) ليشمل ليس الغاز الطبيعي فحسب بل أيضاً الغازات منخفضة الكربون، ومنزوعة الكربونات (مثل الهيدروجين) والغازات المتجددة (مثل الغاز الحيوي).

✓ ترحيب فريق الخبراء بتوفير التعاون الدولي الذي من شأنه زيادة الوعي وقبول الرأي العام بدور الهيدروجين، بغية تسريع الانتقال إلى مستقبل مستدام لاقتصاد الهيدروجين داخل دول اللجنة الاقتصادية الأوروبية وخارجها.

✓ يمكن للغاز الطبيعي أن يساهم بفعالية في دعم الجهود الدولية نحو تحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة وذلك عبر التوسع في استخدامه في كافة القطاعات، وبالأخص قطاع النقل وقطاع توليد الكهرباء، حيث يعد الغاز بديلاً اقتصادياً وأقل تلويثاً للبيئة مقارنة بالوقود السائل (زيت الوقود) والوقود الصلب (الفحم).

✓ التأكيد على أن المؤازرة بين الكهرباء المتجددة والغاز يمكن تحقيقها عبر تسخير البنية التحتية القائمة للغاز لتكون بمثابة العمود الفقري لنظام طاقة منخفض الكربون في المستقبل.

✓ دعم فريق خبراء الغاز للمبادرات الحالية (سواء من القطاع العام أو من القطاع الخاص أو بالشراكة بين الإثنين) الرامية نحو الحد من انبعاثات الميثان، والتشديد على ضرورة اتخاذ إجراءات جادة وسريعة لتخفيض انبعاثات الميثان عبر بناء منظومة فعالة للمراقبة والتحكم في الانبعاثات.

✓ الاتفاق على تحديد موعد الدورة الثامنة لمجموعة خبراء الغاز ليكون خلال الربع الأول من عام 2021.

التقارير

تقرير موجز حول اجتماع الطاولة المستديرة بعنوان «كوفيد-19 في المنطقة العربية : الآثار وطرق الاستجابة»

تركي حسن حمش *

تقرير موجز حول اجتماع الطاولة المستديرة بعنوان

"كوفيد-19 في المنطقة العربية: الآثار وطرق الاستجابة"

شاركت الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول "أوابك" في اجتماع الطاولة المستديرة الافتراضي الذي عقده جامعة الدول العربية بالتعاون مع حكومة اليابان وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي بعنوان: "كوفيد-19 في المنطقة العربية: الآثار وطرق الاستجابة" بتاريخ 27 تموز/يوليو 2020.

هدف الاجتماع الذي عقد عبر تقنية الاتصال المرئي إلى تقييم تأثيرات الجائحة، والبحث في سبل إنعاش الاستجابات المتعلقة بهذه التأثيرات، وخاصة في المنطقة العربية التي تعاني من العديد من الأزمات وفي مختلف المجالات. وليس خافياً أن وباء كوفيد-19 تسبب في إيجاد عدد كبير من التحديات وحالات عدم اليقين على الصعيدين الإقليمي والعالمي، لذلك شكل اجتماع المائدة المستديرة الثاني فرصة مهمة لمعالجة عدد من القضايا الملحة المرتبطة بالتأثير الاجتماعي والاقتصادي للوباء على مختلف القطاعات في المنطقة العربية.

ضم الاجتماع خبراء من عدة اختصاصات، وشارك برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في الحوار السياسي العربي- الياباني بهدف إنشاء منصة سياسات تشمل الأولويات والاهتمامات المشتركة لدعم المنطقة العربية، حيث جرى استضافة أول اجتماع طاولة مستديرة في أيلول/ سبتمبر 2019، تحت عنوان موضوعي التعليم والتنمية البشرية، وذلك بعد أن شهد الحوار السياسي العربي الياباني الأول في أيلول/ سبتمبر 2017 نجاحاً متميزاً إذ عمل كمنصة مهمة لتحقيق فهم أفضل للقضايا الإقليمية والدولية ذات الاهتمام المشترك.

وقد قسم الاجتماع إلى ثلاث جلسات، من بينها جلسة افتتاحية تحدث فيها سعادة السفير حسام زكي الأمين العام المساعد لجامعة الدول العربية، وبين فيها أن الاجتماع يمثل فرصة لتقييم الصعوبات والتحديات التي تواجهها المنطقة العربية خلال الوباء وبحث سبل التعافي من هذه الأزمة العالمية غير المسبوقة وتداعياتها الاجتماعية والاقتصادية، وأشار إلى التأثير المباشر للجائحة على جهود تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وظهور تحديات جديدة وضعتها الجائحة في طريق تحقيق هذه الأهداف، وضرورة تعزيز التعاون والتنسيق بين كل الأطراف لتخطي هذه التحديات، وتهيئة المناخ للعودة إلى مسار تحقيق أهداف التنمية المستدامة. وبين أهمية حث الجهود المحلية والإقليمية والدولية للقضاء على

الفقر، وهو هدف يحظى باهتمام واسع في دول الجامعة العربية. ونوه إلى أهمية التزام الدول المانحة بالمساعدات الإنمائية الرسمية، منوهاً إلى أن الجامعة العربية ترحب بنتائج الاجتماع وتوصياته.

وتحدث خلال الاجتماع سعادة كاتسوهيكو تاكاهاشي¹، مساعد الوزير، والمدير العام لإدارة شؤون الشرق الأوسط وأفريقيا بوزارة الخارجية اليابانية، حيث أكد أن اليابان ملتزمة بالعمل مع الدول العربية لمجابهة كوفيد-19 وتعزيز قدرتها على الصمود، وأتت على الشراكة الاستراتيجية المتعددة المستويات بين اليابان وبين جامعة الدول العربية. وقال إن الوباء الحالي يذكر بأهمية التضامن والجهود المشتركة ليس فقط للتخفيف من تأثير الوباء على التنمية في جميع أنحاء العالم، ولكن لتحديد الفرص بشكل عاجل لإعادة البناء بصورة أفضل.

كما تحدث الدكتور محمود محيي الدين النائب الأول لرئيس البنك الدولي، مبيناً أهمية التعاون الدولي خاصة في ظل ما يعترض العالم من عوائق متعددة الأبعاد نتيجة الجائحة الحالية، وأكد على روح التضامن والتعاون بين مختلف الأطراف. كما أشار إلى أن الاقتصاديين خلال كل الأزمات المالية كانوا يحاولون جهدهم منع تحول هذه الأزمات المالية إلى أزمات اقتصادية، علاوة على محاولة منع تحول الأزمات الاقتصادية إلى أزمات إنسانية. وأتت سعادته على إشارة سعادة كاتسوهيكو تاكاهاشي إلى أهمية التباعد الاجتماعي وضرورة تطبيق قواعد الوقاية الصحية وغسل الأيدي رغم أن هذه القواعد تبداً بسيطة للوهلة الأولى، لكن وجود 77 مليون عربي يعانون من فقر شديد إلى المياه، مقابل ما تأخذه دول أخرى من حصص مائية وكأنه مسلمة من المسلمات، فهنا يظهر تحدٍ كبير يواجه أسراً كثيرة يجب التعامل معها في هذا الإطار.

حاولت الجلسة الأولى عموماً والتي حملت عنوان: "آثار وباء كوفيد-19 على المنطقة العربية" أن تجيب على العديد من الأسئلة ومن بينها كيفية تحليل وقياس الوضع في المنطقة من قبل جامعة الدول العربية والمنظمات الدولية، وأهم التأثيرات والتحديات على الطوارئ الصحية وعلى الصعد الاجتماعية والاقتصادية.

بينما حملت الجلسة الثانية عنوان: الاستجابات ومسارات التعافي. وتمحورت حول نطاقات الاستجابات على المستوى العالمي والإقليمي ومستوى الدول، وبحثت في كيفية استجابات الدول وفي

¹ Katsuhiko Takahashi

أفضل الطرق للتعاون على مواجهة التحديات، ومع نظرة على توقعات دول المنطقة من المنظمات الدولية.

يذكر هنا أن برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في الدول العربية نشر تقديرات أولية (للإسكوا)² تبين أن المنطقة العربية معرضة لخسارة تقدر بحوالي 42 مليار دولار من إجمالي الناتج المحلي، كما يتوقع أن تزداد معدلات البطالة في المنطقة بنسبة 1.2 % بسبب تفشي كوفيد-19 هو ما يعني أن المنطقة قد تفقد حوالي 1.7 مليون وظيفة على الأقل في عام 2020. وقد بينت تقديرات الإسكوا أن الفترة ما بين كانون الثاني/يناير ومنتصف آذار/مارس 2020، شهدت تسجيل شركات الأعمال في المنطقة لخسائر فعلية في رأس مالها السوقي بلغت قيمتها 420 مليار دولار.

وتجدر الإشارة إلى أن استجابة برنامج الأمم المتحدة الإنمائي لمرض كوفيد-19 شملت العديد من الدول العربية، ومن بينها على سبيل المثال الأردن حيث يعمل البرنامج مع الشركاء لمكافحة انتشار فيروس كوفيد-19 ودعم الأنظمة الصحية في البلاد من خلال مشروع يوفر تقنيات متقدمة للتخلص الآمن من النفايات لتحسين إدارة النفايات الطبية في مرافق الرعاية الصحية. كما أنشأ البرنامج في الصومال مركزاً للاتصالات يعتبر خط دفاع أول لمواجهة كوفيد-19 في البلاد، وذلك من خلال رفع وعي الناس بالفيروس من خلال بث مقاطع فيديو ورسوم متحركة وإعلانات إذاعية من خلال وسائل التواصل الاجتماعي. كما تعاون برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في لبنان بعض الهيئات الإعلامية لإطلاق حملة بدأت منذ آذار/مارس 2020 للحد من انتشار المعلومات الخاطئة حول فيروس كورونا. وتبنى البرنامج في السودان إعادة توظيف مخصصات مالية لدعم جهود وزارة الصحة في مواجهة كوفيد-19 ولتقييم ومعالجة الآثار الاقتصادية طويلة الأمد المتوقع أن يخلفها انتشار المرض.

وفي الجلسة الختامية، أشادت السيدة سارة بول³ نائب المدير الإقليمي للدول العربية في برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، بالتضامن الفعلي على مستوى السياسات بين الأطراف الثلاثة في الاجتماع، مبيّنة استعداد برنامج الأمم المتحدة الإنمائي لدعم الرؤى السياسية المنبثقة عن الاجتماع.

وتضمنت الملاحظات الختامية للاجتماع العديد من النقاط التي كان من بينها على سبيل المثال مايلي:

- الإشارة إلى النظام الصحي في اليابان والطلب من الدول العربية الاستفادة منه. وضرورة الاستثمار في رأس المال البشري في المنطقة.

- ضرورة تعزيز الترابط الدولي في مجال نقل الغذاء، وبيان أهمية الترابط في مجال الماء والغذاء والطاقة، والإشارة إلى مجموعة المبادرات التي تم طرحها في مجموعة العشرين خلال الفترة الماضية، والتأكيد على أهمية دور المملكة العربية السعودية واليابان فيها.
- التأكيد على أهمية التحول الرقمي وأهمية مشاركة القطاع الخاص.
- الإشارة إلى دعوة الأمين العام للأمم المتحدة والأمين العام لجامعة الدول العربية للسعي للسلام ووقف إطلاق النار في مناطق النزاع وخاصة خلال هذه الفترة.
- التأكيد على أهمية تطبيق التدابير الصحية وأهمية تبادل الخبرات في موضوع التعليم والتكنولوجيا.
- التأكيد على أهمية الصناعات الصغيرة والمتوسطة وضرورة العمل على مسانبتها، وتمت هنا الإشارة إلى مبادرة صاحب السمو أمير دولة الكويت الخاصة بتأسيس صندوق بقيمة مليار دولار لدعم هذا النوع من الصناعات، والتي أطلقت في القمة العربية الاقتصادية التي عقدت في الكويت عام 2009.
- الإشارة إلى أهمية تقرير الاتحاد العربي للنقل الجوي حول ضرورة التنسيق عربياً للحد من الكوارث باعتبار أن جائحة كوفيد-19 سببت اضطراباً غير مسبوق، وأهمية بناء قدرات العاملين في هذا القطاع.

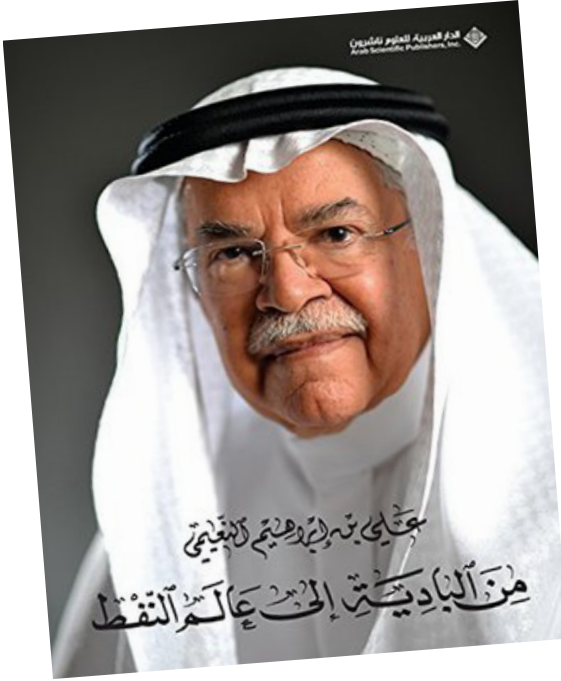
مثل المنظمة في حضور الاجتماع المهندس تركي حسن الحمش، خبير بترول/ استكشاف وإنتاج.

مراجعة كتاب

«علي بن ابراهيم النعيمي من البادية إلى عالم النفط»

ناصر بخيت *

«علي بن ابراهيم النعيمي من البادية إلى عالم النفط»



عنوان الكتاب: علي بن ابراهيم النعيمي
من البادية إلى عالم النفط
المؤلف : علي بن ابراهيم النعيمي
الطبعة: الأولى/ 2016
الناشر: الدار العربية للعلوم والنشر، بيروت
الرقم المعياري الدولي للكتاب:
9786140120830
عدد الصفحات: 293 صفحة

يعتبر كتاب «علي بن ابراهيم النعيمي من البادية إلى النفط»، والذي يحكي السيرة الذاتية لمعالي المهندس علي بن ابراهيم النعيمي، والذي تقلد منصب وزير البترول والثروة المعدنية السابق في المملكة العربية السعودية على مدى أكثر من عقدين وصاحب التجربة الثرية والخبرة الطويلة في الصناعة البترولية حيث امتدت رحلته في الميدان البترولي على مدى حوالي سبعة عقود حافلة بالكثير من الأحداث السياسية والبترولية، أحد الكتب القيمة والوثائق التاريخية الهامة التي تتناول سيرة أحد أهم أعلام الصناعة البترولية العالمية والعربية، ويكشف الكتاب عن العديد من التفاصيل الجديدة وخبايا العديد من القضايا البترولية التي شغلت المتابعين ووسائل الاعلام الدولية لسنوات طويلة.

لقد نال هذا الكتاب والذي صدر باللغتين العربية والانجليزية شهرة واسعة وترحيباً كبيراً من قبل المهتمين بسبب المناصب الرفيعة التي شغلها المؤلف من

جهة، وما عرف عنه من سعة الأفق ووضوح الأفكار والجرأة في اتخاذ المواقف في أحلك الظروف، وغالبا ما تكون تصريحاته الصحفية وكلماته التي يلقيها في المؤتمرات والمنتديات والاجتماعات الرسمية ذات تأثير قوي على السوق النفطية، وتشغل حيزاً واسعاً من الاهتمام في الصحافة العالمية والعربية، لذا فقد كان قدره بأن يكون على الدوام محط اهتمام ومتابعة من رجال الاعلام وعدسات المصورين أينما تواجد في مختلف قارات العالم.

لقد تمكن المؤلف من توظيف خبرته الطويلة في الصناعة البترولية العالمية وفي مراكز صنع السياسات البترولية العالمية، وبما يمتاز به من حنكة ودراية بصناعة الطاقة من تقديم رؤيته بشأن واقع ومستقبل صناعة الطاقة العالمية، ويعتبر الكتاب شهادة على عصر الصناعة البترولية خلال القرن العشرين وبدايات القرن الحادي والعشرين، ورحلة في أسرار ودهاليز صناعة النفط والطاقة العالمية من أعماق صحراء الربع الخالي في المملكة العربية السعودية إلى حقول النفط والغاز الصخري في الولايات المتحدة ومروراً بقائمة طويلة من المنظمات الدولية والدول المنتجة والدول المستهلكة للنفط والغاز.

لقد عاصر مؤلف الكتاب خلال مسيرته الطويلة مختلف مراحل التحولات في السوق النفطية العالمية، وشهد تأرجح سعر برميل النفط من سعر ما دون الدولارين إلى 147 دولار، كما شهد خلالها تقلبات اقتصادية متعددة بين فترات من الشح والركود وفترات من الازدهار والرخاء. وقد خلص المؤلف من هذه التجربة الغنية بحقيقة مفادها بأن النفط سلعة كبقية السلع يعثرها العلو والانخفاض وهو أمر لا محالة فيه. ويذكر المؤلف في مقدمة الكتاب بأنه وعلى الرغم من رحلة الحياة الشاقة، فإنه لم يلتفت يوماً إلى الوراء ولو عاد به الزمن لأعاد الكرة بلا تردد، موضحاً بأنه يكتب سيرته الذاتية غير طامع في مجد ولا ساع نحو شهرة، ومبيناً بأن الهدف من تأليفه لهذا الكتاب هو اطلاع شباب المملكة والوطن العربي بما قد يجدون بين طياته من تجارب ونماذج مشرفة كثيرة يزخر بها العالم العربي الذي كثيراً ما يساء فهمه.

يتكون الكتاب من 293 صفحة وقد قسم المؤلف كتابه إلى تسعة عشر فصلاً بالإضافة إلى مقدمة وخاتمة وملحق يتضمن بعض الصور الخاصة بالمؤلف خلال مراحل مختلفة من حياته الشخصية والرسمية. وقد تطرق المؤلف في صدر كتابه إلى تاريخ اكتشاف النفط في المملكة عام 1938 وبداية حياته العملية بوظيفة ساع للبريد وكان يبلغ من العمر آنذاك اثني عشر عاماً ومن ثم تسلحه بالعلم والاجتهاد حيث نال فرصة التعليم في الجامعة الأمريكية في بيروت ومن ثم دراسة الجيولوجيا بجامعة ليهاي في بنسلفانيا واتبعتها بدراسة الماجستير بجامعة ستانفورد في كاليفورنيا، ليعود بعد ذلك إلى بلاده في نوفمبر عام 1963 متسلحاً بالعلم والمعرفة ليستكمل مسيرته الحافلة في الصناعة البترولية.

وتبدأ رحلة المؤلف في الفصل الأول في الحديث عن مرحلة طفولته المبكرة في البادية في حياة شبه معزولة عن المدينة والحضارة بين واحات النخيل القابعة في قلب الصحراء والسماء الصافية والشمس الحارقة صيفاً والبرد القارس شتاءً، حيث يعيش الناس في جماعات صغيرة تسمى عشيرة ويشكل مجموعها تنظيم عائلي أكبر هو القبيلة، وقد تزامنت فترة الطفولة المبكرة للمؤلف مع بدايات تأسيس المملكة العربية السعودية على يد المغفور له بإذن الله تعالى الملك عبدالعزيز بن عبدالرحمن آل سعود.

وينتقل المؤلف في الفصل الثاني للحديث عن تاريخ بدايات عمل شركات النفط الأمريكية في المملكة بداية من الامتياز الممنوح لشركة ستاندرد أويل أو كاليفورنيا (سوكال) في عام 1933، والتي أنشأت بدورها شركة تابعة لها باسم كاليفورنيا ارابيان أويل كومباني (كاسوك) فكانت البذرة الأولى لإنشاء شركة أرامكو السعودية، ويشيد المؤلف في هذا الفصل بالمهارة التفاوضية للملك عبدالعزيز والتي تمكن من خلالها من الحصول على أفضل اشتراطات مالية للمملكة من خلال ادارة التفاوض بين الشركة الامريكية ونظيرتها البريطانية التي تدير شركة نفط العراق « آي بي سي »، ليحصل بذلك على أفضل اشتراطات مالية للمملكة. كما يتحدث المؤلف في هذا الفصل عن الأحوال الاقتصادية والسياسية للمملكة خلال فترة

الحرب العالمية الثانية، واللقاء التاريخي بين الملك عبدالعزيز والرئيس الأمريكي روزفلت في عام 1945 على ظهر السفينة في منطقة قناة السويس وذلك خلال رحلة عودة الرئيس الأمريكي من مؤتمر يالطا الشهير، والذي ضم الدول المنتصرة في الحرب العالمية الثانية.

ويخصص الفصل الثالث للحديث عن فترة تعليمه المبكر في مدينة الخبر في عام 1940 حيث كانت البداية من غرفة صغيرة متواضعة اتخذت كمدرسة ومن ثم بداية عمله في شركة أرامكو إلى جانب دراسته على غرار العديد من أبناء جيله الذي كانوا يجمعون بين العمل والدراسة، وسيتمكن القارئ من خلال اطلاعه على هذا الفصل من التعرف على تاريخ وطبيعة التعليم في المملكة آنذاك حيث يتلقى التلاميذ دروساً في الاختزال والنسخ على الآلة الكاتبة إلى جانب دروس اللغة والحساب، كما يستعرض المؤلف في هذا الفصل المصاعب التي واجهها في بداية حياته العملية حيث تعرض للتسريح من الوظيفة ولأكثر من مرة ولأسباب خارجة عن الإرادة، حيث أظهر المؤلف في هذا الجانب جانباً رائعاً من التحدي والاصرار وعدم الاستسلام.

ويعرض المؤلف في الفصل الرابع مرحلة دراسته الجامعية في الجامعة الأمريكية في بيروت عام 1953، حيث كانت بداية تعرفه على علوم الفيزياء والكيمياء والأحياء والرياضيات الحديثة وعلم الجبر، كما تطرق المؤلف في هذا الفصل للعلاقات المتوترة بين شركة أرامكو والتي كانت آنذاك تحت الإدارة الأمريكية وعمال الشركة السعوديين بسبب المطالبات العمالية، وأشار المؤلف إلى الدور الحاسم لحكومة المملكة في دعم مطالبات العمال والتي ساهمت بصورة فاعلة في تحسين أوضاعهم وفي إعادة من تم تسريحه لوظيفته.

أما في الفصل الخامس والسادس فيتحدث المؤلف عن فترة دراسته في الولايات المتحدة، والتي تعتبر نقلة جديدة في حياته عاش خلالها فترة من الزمن في المجتمع الأمريكي وتعرف على طبيعة والقيم السائدة لديهم آنذاك، ومن بينها

الصورة النمطية السائدة في المجتمع الأمريكي عن المواطن السعودي والتي تكونت بتأثير كبير من أجهزة الاعلام.

ويستعرض المؤلف في الفصل السابع مرحلة هامة في مسيرته الطويلة، عندما تم تعيينه ولفترة وجيزة بمنصب وكيل وزارة الزراعة لشؤون المياه، حيث تلمس خلالها الفوارق الكثيرة بين العمل في القطاع العام والقطاع الخاص، وقد أثر حينها العودة إلى العمل في شركة أرامكو وهي بيئة العمل المفضلة لديه، كما يتحدث في هذا الفصل عن علاقته مع وزراء البترول السابقين عبدالله الطريقي وأحمد زكي يماني، وكذلك عن التطورات السياسية في منطقة الشرق الأوسط خلال الفترة من عام 1967 إلى عام 1973 وانعكاساتها على الصناعة البترولية في المملكة والدول العربية، إلى جانب حديثه عن بعض الجوانب في حياته الأسرية.

أما في الفصل الثامن فيستعرض المؤلف حقبة السبعينات من القرن الماضي وما تميزت به من تطورات هامة على صعيد الصناعة البترولية، حيث شهد بداية عقد السبعينات زيادة في الطلب العالمي على النفط من قبل الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا واليابان نتج عنه ارتفاع في أسعار النفط. كما يتحدث في هذا الفصل عن تعيينه في منتصف السبعينات بمنصب نائب رئيس شركة أرامكو، وكذلك تعيينه في منصب نائب رئيس شركة أرامكو ما وراء البحار «أي أو سي» في هولندا لفترة ستة أشهر، ومن ثم تعيينه مرة أخرى في منصب نائب رئيس شركة أرامكو في عام 1978. ويتناول في هذا الفصل بعض الأحداث السياسية التي جرت في منتصف السبعينات ومن بينها حادثة الهجوم الارهابي الذي تعرض له وزراء النفط في منظمة أوبك ومن بينهم معالي وزير البترول السعودي أحمد زكي يماني من قبل مجموعة كارلوس الارهابية.

وينتقل المؤلف في الفصل التاسع والعاشر ليصل بنا إلى نهاية عقد السبعينات وبداية الثمانينات حيث شهدت تلك الفترة أحداث سياسية كثيرة كان لها انعكاسات واضحة على الصناعة البترولية ومن بينها الفوضى التي عمت أسواق النفط

العالمية في عام 1979 بسبب الأزمة الإيرانية آنذاك، وكذلك مرحلة الهبوط الكبير لأسعار النفط في أواسط الثمانينات وما نتج عنه من تراجع كبير في مداخل الدول المصدرة للنفط، مبيناً بأن أسعار النفط كانت تتسم آنذاك بحالة من عدم الاستقرار في الأسعار. أما على الصعيد المهني فقد تم تعيين المؤلف بمنصب رئيس شركة أرامكو السعودية كأول سعودي يشغل هذا المنصب.

ويتحدث المؤلف في الفصل الحادي عشر عن أحداث اجتياح قوات الرئيس العراقي السابق صدام حسين لدولة الكويت في الثاني من أغسطس 1990، والدور الفاعل لقطاع الصناعة البترولية بالمملكة في تعويض النقص الحاد للامدادات البترولية العالمية نتيجة للحظر المفروض من الدول الصناعية الكبرى على شراء أي نفط ينتج في العراق أو الكويت خلال تلك الفترة، مما أدى إلى انقطاع حوالي 4.8 مليون ب/ي من الأسواق العالمية. حيث قفز سعر برميل النفط آنذاك من 16 دولار إلى 35 دولار خلال بضعة أشهر. ويشير المؤلف قائلاً «حتم علينا في أرامكو السعودية رأب الصدع بأسرع ما يمكن، كما كلفنا بتلبية احتياجات قوات التحالف من وقود الطائرات والديزل، فضلاً عن مسؤوليتنا عن توازن امدادات النفط العالمية»، كما تطرق المؤلف للمخاطر الأمنية والبيئية التي تعرض لها العاملين والمنشآت البترولية البرية والبحرية السعودية الواقعة في المناطق الحدودية المتاخمة لمناطق العمليات العسكرية، وكذلك السكان القاطنين في مدينة الخفجي بشكل خاص والمنطقة الشرقية بشكل عام.

ويتناول المؤلف في الفصل الثاني عشر مرحلة عقد التسعينات، حيث اتجهت شركة أرامكو في ذلك الوقت للبحث عن فرص استثمارية طويلة الأمد في قارة آسيا، حيث يظهر المؤلف مدى حنكته ورؤيته الاستراتيجية الثاقبة لمستقبل الطلب على النفط في الصين وذلك خلافاً لما كان متوقفاً حتى لدى بعض المستشارين في شركة أرامكو، كما يتطرق للجولة التجارية الآسيوية الهامة التي قام بها المؤلف مرافقاً لمعالي وزير البترول الأسبق هشام ناظر خلال شتاء عام 1989-1990، حيث زاروا خلالها مجموعة من الدول الآسيوية من بينها اندونيسيا واليابان والصين

وكوريا وغيرها من الجولات واللقاءات التي أجراها المؤلف مع كبار المسؤولين عن صناعة الطاقة في الدول الآسيوية والتي أصبحت بعد ذلك شريكاً رئيسياً ومهماً للصناعة البترولية السعودية.

أما في الفصل الثالث عشر والذي يعتبر من بين أكثر فصول الكتاب متعة وتشويقاً فيتحدث المؤلف عن عقد التسعينات والذي شهد تعيينه بمنصب وزير البترول والثروة المعدنية كأول مسؤول تنفيذي سابق في شركة نفطية يتم تعيينه بهذا المنصب الرفيع، ويستعرض المؤلف وبأسلوب قصصي شيق كيفية تلقيه الخبر أثناء وجوده في رحلة بحرية في الولايات المتحدة الأمريكية وما رافق تلك الرحلة من أحداث ومواقف طريفة. ويشير المؤلف إلى أنه من بين القرارات الصعبة آنذاك كان عملية اختيار خليفته في رئاسة شركة أرامكو حيث كانت الخيارات متعددة من بين شخصيات بترولية سعودية مشهود لها جميعاً بالكفاءة وقد وقع الاختيار على السيد / عبدالله جمعة ليتولى قيادة الشركة.

كما يتحدث المؤلف في هذا الفصل الهام عن مسيرته في منظمة البلدان المصدرة للنفط «أوبك»، ودوره الفاعل خلال الاجتماعات الوزارية واللقاءات الثنائية مع وزراء النفط في دول المنظمة، حيث يشير قائلاً «صممت على تغيير واقع أوبك بصفتي ممثل أكبر منتج للنفط في المنظمة والدولة صاحبة أحد أكبر احتياطات نفطية مؤكدة، فأردت أن تعيد المنظمة توجيه بوصلتها نحو النفط لا السياسة»، ويكشف المؤلف في هذا الفصل عن الكثير من المواقف والأحداث التي جرت في أروقة أوبك خاصة في اللحظات الحرجة التي تمر بها السوق النفطية أحياناً والتي تتطلب تنسيقاً مستمراً بين الدول الأعضاء في المنظمة.

ويركز المؤلف في الفصل الرابع عشر على أحد أهم الانجازات السعودية الرائدة في الصناعة البترولية وهو قصة نجاح مشروع حقل الشيبية النفطي، والذي أثبت من خلاله على عزيمة واصرار المواطن السعودي، ويشير المؤلف إلى أن إنجاز مشروع نفطي بحجم حقل الشيبية والذي يقع في وسط صحراء الربع الخالي

البعيدة القاحلة وفي معدل درجة حرارة مرتفعة تصل إلى 50 درجة مئوية في منتصف النهار وبين كثبان رملية يصل ارتفاعها إلى 300 متر كان يعتبر من الأمور المستحيلة، ويظهر المؤلف في الفصل معرفته الواسعة في علم الجيولوجيا عندما يقدم للقارئ شرحاً وافياً ومبسّطاً عن الطبيعة الجيولوجية لمنطقة الربع الخالي وتاريخ المسوحات الاستكشافية في تلك المنطقة منذ عقد الثلاثينات من القرن الماضي وحتى وقتنا الحاضر، كما يتطرق إلى محاولات العديد من الشركات البترولية الأجنبية لتقديم عروض لحكومة بلاده للعمل في حقل الشيبة. ويتحدث المؤلف في الكتاب قائلاً « كانت الشيبة من نواح عدة العامل الأبرز خلال فترتي الأولى كوزير، لأنني واجهت تحدياً من العالم لأثبت أن أرامكو السعودية قادرة على تنفيذ مشروع بهذا الضخامة، ولا سيما في بقعة من أصعب بقاع الأرض وأقساها لتطوير حقل نفطي».

ويصل بنا المؤلف في الفصلين الرابع عشر والخامس عشر إلى مرحلة نهاية عقد التسعينات وبداية القرن الحالي، حيث شهدت تلك الفترة مفاوضات مكثفة بين المملكة والشركات البترولية العالمية بشأن امكانية حصول الأخيرة على فرص استثمارية في مجال التنقيب واستخراج النفط والغاز من باطن الأرض في المملكة. حيث يصف لنا المؤلف في هذا الفصل وبدقة مدى الصعوبة التي تتسم بها تلك المفاوضات، كما يتطرق إلى الانتقادات الاعلامية التي وجهت ضده في تلك الفترة من قبل بعض وسائل الاعلام غير المحايدة بسبب موقفه الراض لبعض الشروط التعاقدية مع الشركات البترولية الأجنبية، ويشير المؤلف لعبارة على لسان معالي المهندس خالد الفالح «لم يكن الوزير النعيمي بموقفه الراسخ يدافع عن أرامكو السعودية وحدها، بل كان يحمي المملكة من استنزاف ثرواتها الوطنية في تلك الصفقات». كما يتحدث المؤلف عن جوانب هامة من العلاقات بين المملكة وشركات البترول الأمريكية، حيث أطلقت المملكة في عام 2001 مبادرة الغاز، وما جرى آنذاك من تنافس كبير بين شركات النفط الدولية للفوز بالمشروع.

ويتحدث المؤلف في الفصل السادس عشر عن مجموعة من الأحداث البترولية

التي تمت في بداية العقد الأول من الألفية الثانية، ومن بينها توجه الولايات المتحدة الأمريكية للسحب من احتياطياتها النفطية الاستراتيجية لمواجهة ارتفاع أسعار وقود التدفئة في منطقة الشمال الشرقي الأمريكي. كما تطرق المؤلف لموضوع المفاوضات مع شركة النفط العربية المحدودة اليابانية بشأن امتياز التنقيب في الجزء السعودي من المنطقة المحايدة بين السعودية والكويت، مبينا بأن الاختلافات الثقافية ساهمت في حدوث سوء فهم بين المفاوضين وبالتالي فشل المفاوضات مع استمرار العلاقات الجيدة بين الجانبين السعودي والياباني. كما يتحدث عن أحداث الحادي عشر من سبتمبر 2001 وانعكاساتها على السوق النفطية العالمية وعلى العلاقات السياسية والاقتصادية بين المملكة والولايات المتحدة الأمريكية. كما يتطرق في هذا الفصل لموضوع الثروة المعدنية في المملكة وأهم المشاريع المنفذة خلال فترة توليه لمنصب وزير البترول والثروة المعدنية.

ويستعرض المؤلف في الفصل السابع عشر الانجاز العلمي المميز الذي حققته شركة أرامكو بإنشاء جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية (كاوست) والتي تم التخطيط لها بعناية لتضاهي أفضل الجامعات العالمية من حيث أعضاء هيئة التدريس والمباني والمناهج العلمية والمخرجات التعليمية، ويشير المؤلف في هذا الصدد ” ولعل أكثر ما أثار الجدل في أوساط المملكة، هو السعي إلى تأسيس مجتمع أكاديمي يضم رجالاً ونساءً من الجنسيات كافة، ذي طابع أخلاقي وقوي ومتنوع وجذاب، مبني على أعلى معايير العلم والكفاءة ليسهم في تقدم وازدهار الأجيال القادمة“.

ويتناول المؤلف في الفصل الثامن عشر وبالتحليل المتعمق التطورات التي شهدتها السوق النفطية الدولية خلال الفترة من عام 2008 والتي شهدت فيها أسعار النفط آنذاك ارتفاعاً قياسياً، استدعى على أثره تحرك دولي واسع من قبل الدول المصدرة والدول المستهلكة للنفط لمحاولة تحقيق الاستقرار في السوق النفطية، ويشير المؤلف هنا قائلاً ” أدركنا في المملكة أننا بصدد أزمة، إن استمر ارتفاع أسعار النفط فلطالما طالبنا باستقرار الأسعار لتعكس التوازن في كلفة خلق

العرض والطلب بما يقتضيه واقع النمو الاقتصادي في العالم». ويتطرق المؤلف إلى الزيارة الهامة التي قام بها الرئيس الأمريكي بوش ونائبه ديك تشيني إلى المملكة، حيث كان موضوع أسعار الطاقة من بين المواضيع التي نوقشت مع القيادة السعودية. كما يشير المؤلف إلى الاجتماع الطارئ الذي دعت له المملكة في عام 2008 للدول المنتجة والدول المستهلكة للنفط، وقد حضره ممثلون عن 36 دولة بالإضافة إلى ممثلي المنظمات الدولية المتخصصة بالطاقة وهي "أوبك، وكالة الطاقة الدولية، منتدى الطاقة العالمي". كما تحدث المؤلف في هذا الفصل عن جهود المملكة لتتبع مصادر الطاقة من خلال التوجه نحو إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة وعلى الأخص الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية، وذلك وفقاً للخطة التي أفصحت عنها الحكومة السعودية في عام 2012.

وينتهي بنا المؤلف في الفصل التاسع عشر والأخير حيث يتحدث عن رؤيته لواقع وآفاق إنتاج النفط والغاز الصخري، مبيناً تأثيرها على السوق العالمية، وأوضح المؤلف بأن «تزايد استخدام الطاقة من قبل الطبقات الوسطى المتنامية في معظم أنحاء العالم النامي في آسيا وأفريقيا وأمريكا اللاتينية سيضاعف الحاجة إلى النفط والغاز في العقود القادمة». ويشير المؤلف في هذا الجانب بأن منظمة أوبك وغيرها الكثير من المراقبين كانوا بطيئين في تقدير سرعة تطور النفط الصخري في الولايات المتحدة حيث اقتصرته طفرته الأولى على إنتاج الغاز ثم تبعه بعد ذلك بسنوات إنتاج النفط. كما يتحدث المؤلف عن انخفاض أسعار النفط بداية من منتصف عام 2014 وتأثيره على الدول المنتجة والدول المستهلكة للنفط. كما تطرق إلى لقاءاته التشاورية مع العديد من الدول المنتجة للنفط من داخل وخارج منظمة أوبك ومن بينها روسيا وفنزويلا والمكسيك وإيران ودول مجلس التعاون الخليجي، حيث يختتم هذا الفصل بعبارة ذات دلالات كبيرة، قائلاً "ورغم الانخفاض الحاد في أسعار النفط الذي تلا ذلك، إلا أنني بقيت متفائلاً. فنحن نمر بحالة مؤقتة تتم فيها إعادة تسعير أهم سلعة في العالم من أجل المستقبل، والعرض الجيد سيجد طلباً جديداً بالسعر المناسب».

تقويم الكتاب

يمثل كتاب «علي بن ابراهيم النعيمي من البداية إلى النفط» إضافة مهمة للمكتبة العربية، ويشكل الكتاب أساساً جيداً لفهم الأسس التي يتم من خلالها صنع القرار البترولي في المملكة وفي المنظمات الدولية المتخصصة بالنفط والطاقة، وكذلك من الوصول إلى فهم أكثر شمولية للمشهد الحالي والمستقبلي للصناعة البترولية العربية. ولقد وفق المؤلف في تنفيذ الكثير من المعلومات المغلوطة عن الصناعة البترولية في بلاده بشكل خاص والدول المنتجة للنفط بشكل عام. وسيتمكن القارئ لهذا الكتاب من معرفة الكثير من المواقف والأبعاد الانسانية للمؤلف والتي أظهر من خلالها بأن العمل في أهم وأصعب المناصب القيادية لا يعني بالضرورة تخلي الانسان عن ممارسة هواياته أو التأثير على ارتباطاته الأسرية ونشاطاته الاجتماعية والتي تعتبر من جانب آخر أحد المكونات الرئيسية لتكوين الشخصية ومصدراً محفزاً لبذل المزيد من الجهد والابتكار، كما أظهر المؤلف أبعاداً انسانية رائعة من خلال اثباته بأن القيادة الحقيقية تعني بأن يكون القائد ميدانياً وفي الصفوف الأمامية وليس في الصفوف الخلفية، وقد برهن المؤلف وفي بعض المواقف التي واجهته الفوائد الكثيرة التي أكتسبها من حبه للقراءة والمعرفة والالمام الجيد بمسيرة التاريخ وما يتضمنه من أحداث وعبر وقد ظهر ذلك واضحاً من خلال بعض القرارات الهامة التي اتخذها في مسيرته المهنية والتي أظهرت الحنكة وبعد النظر لدى المؤلف، الأمر الذي يجعل الكتاب واحداً من أهم دراسات تاريخ الصناعة البترولية في المملكة والدول العربية من المنظورين الاقتصادي والثقافي.

Plastic Waste Recycling, Investment Opportunities and Environmental Solutions

Yasser Mohammed Zaki Boghdadi *

It would be hard to imagine a modern society today without plastics. Plastics have found a myriad of uses in fields as diverse as household appliances, packaging, construction, medicine, electronics, automotive and aerospace components. It is widely recognized that plastics have a crucial role to play in delivering a more sustainable future.

However, challenges relating to littering and end-of-life options for certain types of plastics waste - especially packaging waste- must be addressed if the material is to achieve its fullest potential in a circular and resource efficient economy.

There is a global focus on plastics for obvious reasons: while the global recycling rate for papers is estimated at 58%, and aluminum at 69%, only 14% of all plastic packaging materials produced worldwide is collected for recycling, and 10% is actually recycled. As a result, large amounts of plastic are flowing into our natural environment, particularly our oceans, and the global economy is losing \$80-120 billion (USD) of resources each year.

New processes have emerged, i.e., advanced mechanical recycling of plastic waste as virgin or second grade plastic feedstock, and thermal treatments to recycle the waste as virgin monomer, as synthetic fuel gas, or as heat source (incineration with energy recovery). These processes avoid land filling, where the non-biodegradable plastics remain a lasting environmental burden.

The study is divided into four chapters, and provides analytical data not only for the amount of plastics produced over the past years, but also for their composition, types of additives and their quantities used in the production of plastics.

The study also dealt with the identification and classification of the types of polymers "plastic materials", their properties and uses. It also included the classification of plastic waste, its effects on humans and the environment, and modern methods for safe disposal, especially after the end of the plastic life cycle, on the other hand, the study includes a review of the experiences of some countries in plastic waste recycling , finally the study concluded with some conclusions.

Abstract

Current Status and Future Prospects of Global Energy Security and the Implications for Energy Markets and OAPEC Members

Eltaher ElZetoni

The Organization of Arab Petroleum Exporting Countries pays special attention to the issue of energy security, in its both sides security of supply and security of demand. As the consensus of oil producers and consumers on the issue of reasonable and fair prices that ensure market stability has become increasingly important in the agenda of international relations.

It's worth mentioning that the issue of energy security has different dimensions, namely the economic dimension that includes the abundance of resources and the ability to access and develop them. And the institutional dimension which represented by the presence of international organizations capable of organizing the global energy market and maintaining its stability. The environmental dimension that related to the use of energy sources and the controversy surrounding global warming issues and its relationship to energy sources and their uses.

The study deals with the historical development in the concept of energy security, the discrepancy around its definition between energy producing and consuming countries, the main dimensions of energy security and its implications on the global oil market on one hand, and on OAPEC members on the other. The study also provided an overview of potential energy market paths in a future and their implications for global energy security. One of the most important findings of the study is the importance of considering the issue of interdependence in the global energy system in order to achieve market stability.

Contents

Articles

- Current Status and Future Prospects of Global Energy Security and the Implications for Energy Markets and OAPEC Members** 7

Eltaher ElZetoni - **Abstract** 7

- Plastic Waste Recycling, Investment Opportunities and Environmental Solutions** 55

Yasser Mohammed Zaki Boghdadi - **Abstract** 8

Reports

- 7th session of the UNECE's Group of Experts on Gas (GOG)** 199

Wael Hamed A. Moati

- LAS- Japan- UNDP Roundtable Covid-19 in the Arab Region: Impact and Responses** 217

Torki H. Hemsh

Book review

- “Ali bin Ibrahim Al-Nuaimi From the Badia to the world of oil »** 223

Naser Bakheet

Oil and Arab Cooperation is an Arab journal aiming at spreading petroleum and energy knowledge while following up the latest scientific developments in the petroleum industry

Articles published in this journal reflect the opinions of their authors and not necessarily those of OAPEC.

- Articles should not exceed 40 pages (including text, tables, and figures) excluding the list of references. The full text of the article should be sent electronically as a Word document.
- Figures, maps, and pictures should be sent in a separate additional file in JPEG format.
- “Times New Roman” should be used with font size 12. Line spacing should be 1.5. Text alignment should be “justified”.
- Information sources and references should be referred to/enlisted in a clear academic method.
- When citing information from any source (digital, specific vision, or analysis), plagiarism should be avoided. Such information should be rephrased by the researcher’s own words while referring to the original source. For quotations, quotation marks (“...”) should be used.
- It is preferred to write the foreign names of cities, research centres, companies, and universities in English not Arabic.
- The researcher’s CV should be attached to the article if it was the first time he/she cooperates with the journal.
- Views published in the journal reflect those of the authors and do not necessarily represent the views of OAPEC. The arrangement of the published articles is conditioned by technical aspects.
- Authors of rejected articles will be informed of the decision without giving reasons.
- The author of any published article will be provided with 5 complementary copies of the issue containing his/her article.

**Articles and reviews should be sent to:
The Editor-in-Chief, Oil and Arab Cooperation Journal, OAPEC**

**P.O.Box 20501 Safat -13066 Kuwait
Tel: (+965) 24959000 – (+965) 24959779
Fax : (+965) 24959755**

E-mail : oapec@oapecorg.org - www.oapecorg.org

PUBLICATION RULES

DEFINITION AND PURPOSE

OIL AND ARAB COOPERATION is a refereed quarterly journal specialized in oil, gas, and energy. It attracts a group of elite Arab and non- Arab experts to publish their research articles and enhance scientific cooperation in the fields relevant to the issues covered by the journal. The journal promotes creativity, transfers petroleum and energy knowledge, and follows up on petroleum industry developments.

RESEARCH ARTICLES

The journal welcomes all research articles on oil, gas, and energy aiming at enriching the Arab economic literature with new additions.

BOOK AND RESEARCH REVIEWS

The journal publishes articles presenting analytical reviews on books or studies published on oil, gas, and energy in general. These reviews work as references for researchers on the latest and most important petroleum-industry-related publications.

REPORTS

They tackle a conference or seminar attended by the author on the condition that they are relevant to oil, gas, and energy. Also, the author should obtain the permission of the institution that delegated or sponsored him/her to attend that event allowing him/her to publish their article in our journal. The report should not exceed 10 pages including figures, charts, maps, and tables if available.

RESEARCH CONDITIONS

- Publication of authentic research articles in Arabic which observe internationally recognized scientific research methodology.



OIL AND ARAB COOPERATION

Editor - in - Chief

Ali Sabt BenSabt

Managing Editor

Naser Bakheet

Editorial Board

D. Samir El Kareish

Abdul Fattah Dandi

Emad Makki

Prices

Annual Subscription (4 issues including postage)

Arab Countries:

Individuals: KD 8 or US \$25

Institutions: KD 12 or US\$45

Other Countries:

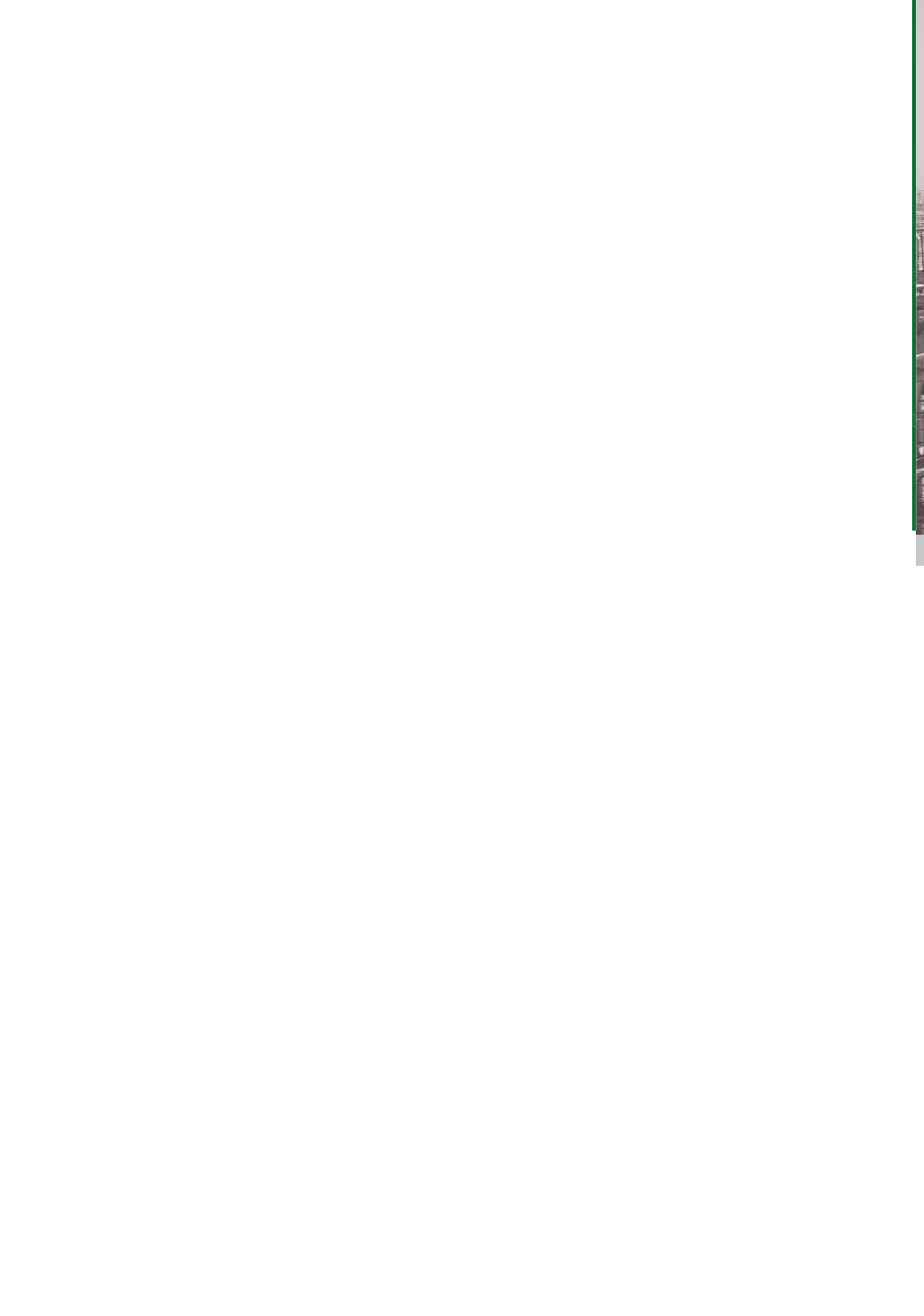
Individuals: US\$ 30

Institutions: US\$ 50

All Correspondences should be directed to:
Editor-in-Chief of Oil and Arab Cooperation Journal



OIL AND ARAB COOPERATION





ORGANIZATION OF ARAB PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES
OAPEC

OIL & ARAB COOPERATION



Volume 46 - 2020 - Issue 174

Articles

- **Current Status and Future Prospects of Global Energy Security and the Implications for Energy Markets and OAPEC Members** **Eltaher ElZetoni**
- **Plastic Waste Recycling, Investment Opportunities and Environmental Solutions** **Yasser Mohammed Zaki Boghdadi**

Reports

- **7th session of the UNECE's Group of Experts on Gas (GOG)** **Wael Hamed A. Moati**
- **LAS- Japan- UNDP Roundtable Covid-19 in the Arab Region: Impact and Responses** **Torki H. Hemsh**

Book review

- **"Ali bin Ibrahim Al-Nuaimi From the Badia to the world of oil »** **Naser Bakheet**