التحول نحو إنتاج واستهلاك الطاقات "النظيفة" في العالم

التبعات المتوقعة وتوجهات الدول المصدرة للنفط

د. علي مرزا

تشرين الثاني/نوفمبر 2021

المحتويـــات

أولاً: مقدمة. 1

ثانياً: تطورات إنتاج واستهلاك الطاقة في العالم خلال 2021/2020. 2

ثالثاً: مسارات التحول نحو طاقات أنظف. 3

(3-1) منظور وكالة الطاقة الدولية: تعظيم استخدام الطاقات المتجددة واستدناء الوقود الأحفوري. 3

(3-2) منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني واقتصاد تدوير الكربون. 8

(3-3) منظوري منظمة أوبك وإدارة معلومات الطاقة الأمريكية. 10

رابعاً: إنتاج واستهلاك النفط والغاز والحفاظ على البيئة وتوجهات الدول المصدرة. 11

خامساً: هل من الضروري استدناء انتاج واستهلاك النفط والغاز حسب منظور وكالة الطاقة الدولية لتحقيق التوازن الحراري العالمي؟ 13

(5-1) مقارنة سيناريوهات "الظروف السائدة" في المناظير الأربعة. 13

(5-2) مقارنة السيناريوهات المُلتزمة بسقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية. 16

سادساً: استنتاجات. 18

مصادر الورقة. 23

الأشكال والجداول

الشكل (1) اقتصاد تدوير الكربون في إنتاج واستهلاك النفط والغاز. 13

الشكل (2) انتاج/عرض النفط في العالم في سيناريوهات "الظروف السائدة" 2020-2050. 15

الشكل (3) إنتاج/عرض النفط في العالم في السيناريوهات المُلتزمة بسقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية 2020-2050. 17

الجدول (1) إنتاج/عرض النفط وحصته في استهلاك الطاقة الأولية *Primary Energy* في العالم حسب المناظير الأربعة. 21

التحول نحو إنتاج واستهلاك الطاقات "النظيفة" في العالم

التبعات المتوقعة وتوجهات الدول المصدرة للنفط

د. علي مرزا

أولاً: مقدمة

يقود استمرار نمط ومكونات الطاقة المستعملة حالياً والسياسات المتبعة في العالم في استهلاكها وإنتاجها، بالرغم من تحولها باتجاه "الطاقات النظيفة" بدرجة مُناسبة خلال العقدين المنصرمين، إلى مسار ينطوي على استمرار انبعاثات غاز البيت الزجاجي *Greenhouse Gas (GHG)* بمستوى يهدد بارتفاع متوسط الحرارة العالمية، بما يقترب من حوالي 3.0 درجة مئوية بحلول عام 2100 مقارنة بما قبل–التصنيع.[1] وينطوي ذلك على كوارث بيئية ومناخية تتمثل بالتصحر والحرائق والفيضانات وموجات الحرارة العالية، الخ، مما يؤدي بدوره إلى كوارث بيئية وصحية واجتماعية وجيوسياسية. لذلك، بعد سلسلة من المحاولات، تم في اتفاقية باريس *COP21*، 2015 تبني هدف تقليل الانبعاثات إلى مستوى يقود إلى حصر ارتفاع متوسط الحرارة العالمية بحلول عام 2100 بسقف يتراوح بين 1.5 و2.0 درجة مئوية مقارنة بما قبل–التصنيع. مع العلم أن الارتفاع بلغ حوالي 1.1 درجة مئوية بحلول عام 21/2020. وهذا يعني أنه لم يتبقى مدى كبير للوصول إلى السقف المستهدف. ولا شك أن تقليل استهلاك الوقود الأحفوري بشكله الحالي سيساهم بدرجة كبيرة في تحقيق هذا الهدف. غير ان معادلة تقليل الانبعاثات، في مجال الطاقة، فقط بتقليل استهلاك الوقود الأحفوري سيواجه عقبات جدية. أولها أن استهلاك الوقود الأحفوري تغلغل وتركز خلال القرن المنصرم وتشعب في استعمالات وبنى أساسية من الصعوبة إحلال الطاقات المتجددة محلها، فوق حد أقصى، خلال الثلاثة عقود القادمة. وثانيها أن الدول المختلفة، لاسيما الصاعدة/النامية، بالرغم من محاولتها الالتزام باتفاقيات المناخ في باريس 2015 وفي كَلاسكَو 2021 غير أنها في مواردها واستخداماتها وبناها الأساسية والمصالح المرتبطة بالوقود الأحفوري فيها وعلاقاتها الجيوسياسية لا زالت تعتمد وربما بعضها يفضل الاستمرار في إنتاج و/أو استهلاك الوقود الأحفوري، بالطريقة السائدة، بمستوى لا يتناسب مع الوصول إلى صفر–انبعاثات في عام 2050. وثالثها، أن من الممكن تخليص الوقود الأحفوري من نسبة ملموسة من الانبعاثات ليقترب الوقود المُخلص من "الطاقات "النظيفة". ورابعها

---

[1] يشمل غاز البيت الزجاجي ما يلي: بخار الماء، ثاني أوكسيد الكربون، الميثان، أوكسيد النيترون، الأوزون، الكلوروفلوروكاربون. وتعتبر انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون والميثان من أهم الانبعاثات المرتبطة باستهلاك الطاقة. وتعني عبارة *"قبل–التصنيع pre-industrial"* قبل أو عند منتصف القرن الثامن عشر (سنة 1750). مع العلم أن رقم 1.1 درجة مئوية ارتفاع متوسط الحرارة العالمية بحلول 21/2020 مقارنة بما قبل–التصنيع، مأخوذ من اتفاقية *COP26* في 13 تشرين الثاني/نوفمبر، 2021، *The Glasgow Climate Pact* (agreement) كما ورد نَصُّها في: Washington Post (2021).

الضرر الكبير الذي تواجهه الدول التي تعتمد على عوائد إنتاج/تصدير الوقود الاحفوري ومنها الدول المصدرة للنفط، إلى آخره.

وبالرغم من تشعب القضايا والتحليلات التي تثار وأثيرت، خلال العقد المنصرم، في مؤتمرات المناخ *COP* وكذلك في المناظير *outlooks* المستقبلية التي تعدها جهات دولية عديدة، والتي يتم تناول أربعة منها في هذه الورقة (ومن ضمنها منظور وكالة الطاقة الدولية)، وفي مراكز البحوث ووسائل الأعلام، الخ، تتناول الورقة، من بين قضايا محددة أخرى، القضية أو التساؤل التالي: هل من الضروري استدناء انتاج واستهلاك النفط والغاز بالشكل الذي يركز عليه منظور الوكالة لتحقيق التحول إلى طاقة نظيفة وتوازن حراري عالمي، أم أن من الممكن استمرار انتاجهما واستهلاكهما بأعلى مما يستهدفه منظور الوكالة، بمقدار ملموس، وفي ذات الوقت تحقيق التحول والتوازن المنشودين؟

ثانياً: تطورات إنتاج واستهلاك الطاقة في العالم خلال 2021/2020[2]

لقد كان لوباء كورونا *Covid 19* تأثير تخفيضي شديد على مختلف جوانب استهلاك وإنتاج الوقود الأحفوري في عام 2020، لا سيما النفط والغاز والفحم. على سبيل المثال، انخفض الطلب العالمي على النفط (خام وسوائل أخرى) من حوالي 100 مليون برميل/يوم، م–ب–ي، في 2019 إلى حوالي 91 م–ب–ي في 2020؛ OPEC (2021a, p. 95). في المقابل، أرتفع استهلاك الوقود المتجدد في ذلك العام عنه في 2019، وبالذات من الطاقة الشمسية والريح، مُسانداً بالانخفاض الكبير في الكلفة الاستثمارية لبناء وحدات الطاقة من هذه الموارد؛ IEA (2021b, p.15).

ولكن في عام 2021، وبالذات في النصف الثاني منه، أبتدأ العالم بالانفتاح التدريجي بعد اتساع رقعة التلقيح ضد الوباء لا سيما في العالم الصناعي المتقدم ودول صاعدة عديدة في مقدمتها الصين. ومع استمرار الانفتاح أرتفع الطلب على مختلف مكونات الطاقة لا سيما الغاز الطبيعي والفحم والنفط الخام. على سبيل المثال، بعد انخفاضه إلى حوالي 91 م–ب–ي في 2020، أرتفع الطلب العالمي على النفط إلى حوالي 98 م–ب–ي في الربع الثالث من 2021؛ OPEC (2021c, p. 27). ولقد تفاعلت عوامل عديدة لزيادة الطلب على الوقود الاحفوري، في مقدمتها ارتفاع النشاط الاقتصادي مُسانداً بحزم الإنعاش والمساعدة في العالم الصناعي المتقدم ودول صاعدة ونامية (التي وصلت حوالي 16 ترليون دولار بحلول تشرين الأول/أكتوبر 2021). كما أدت عوامل إضافية أخرى لزيادة الطلب على الوقود الاحفوري لم تكن متوقعة سابقاً. فلقد قادت الظروف المناخية في الشتاء والصيف إلى زيادة الطلب على الكهرباء في العالم الصناعي والصاعد ومن ضمنها الصين. ولقد قاد ذلك، بدوره، إلى زيادة الطلب على الغاز الطبيعي والفحم.

ومن ناحية العرض، ساهم التزام دول *أوبك+* بتقنين الإنتاج ، من ناحية، ومقيدات الطاقة الإنتاجية وظروف تعطيل الإنتاج في *دول أوبك+* ودول أخرى، من ناحية ثانية، وغيرها، إلى تحديد العرض. كما لعب

[2] في كتابة هذه الفقرة تمت الاستفادة من: World Bank (2021)، OPEC (2021c)، IEA (2021a).

نقص الاستثمارات في قطاع النفط والغاز الطبيعي من قبل شركات النفط العالمية منذ انخفاض الأسعار في 2015 إلى عدم نمو الطاقة الإنتاجية فيهما بما يتماشى مع زيادة الطلب. كما ساهمت ظروف استثنائية، كإعصار *Ida* في الولايات المتحدة، بتقييد إنتاج/عرض الغاز (بما فيه المسال *LNG*) والفحم من مقابلة الطلب، مما قاد إلى أحلال جزء منه بزيادة الطلب على النفط الخام في مجال التدفئة وحتى في مجال توليد الكهرباء. لقد دفع تفاعل هذه العوامل الأسعار إلى الارتفاع بشكل كبير. فلقد ازداد سعر الغاز الطبيعي (متوسط الولايات المتحدة، أوربا، اليابان) من 4.5 دولار/*MMBtu* في 2020 إلى 6.6 دولار في النصف الأول من 2021 وإلى 12.1 دولار خلال تموز/يوليو–تشرين الأول/أكتوبر 2021.[3] وسعر النفط الخام (متوسط برنت، *WTI*، دبي) من 39.4 دولار/برميل إلى 63.2 دولار وإلى 74.3 دولار، لنفس الفترة، وسعر الفحم (متوسط استراليا، جنوب أفريقيا) من 62.1 دولار/طن إلى 96.6 دولار وإلى 168.8 دولار، لنفس الفترة.[4]

ثالثاً: مسارات التحول نحو طاقات أنظف

كما في السنوات السابقة، ظهرت في عام 2021 عدة مناظير *Outlooks* تستطلع التوجهات المستقبلية لاستهلاك وإنتاج وتكنولوجيا الطاقة ومكوناتها على المستوى العالمي، تمتد في مداها الزمني إلى السنوات 2045–2050. ففي أواخر أيلول/سبتمبر 2021 ظهر منظور منظمة أوبك ثم في شهر تشرين الأول/أكتوبر ظهر على التتابع منظوري إدارة معلومات الطاقة الأمريكية ووكالة الطاقة الدولية. وقبل ذلك في تشرين الأول/أكتوبر 2020 ظهر منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني 2021، ثم ظهر في منتصف تشرين الثاني/نوفمبر 2021 عرض للمعهد الياباني (سلايدات) يلخص منظور 2022. وجميع هذه المناظير تتناول التحول نحو طاقات أنظف تساهم، بدرجة أو بأخرى، في تخفيض انبعاثات غاز البيت الزجاجي *GHG*. بعضها يلتزم بسقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية، كما تم اقراره في مؤتمر باريس *COP21* في 2015 وما بعده، وأخرى بدرجة حرارة أعلى من السقف. وفي الحقيقة كان هدف مؤتمر باريس تحقيق سقف 2.0 درجة مئوية لارتفاع متوسط الحرارة العالمية بحلول عام 2100 ولكن عُدِّل السقف في ما بعد إلى 1.5 درجة مئوية؛ مرزا (2016). وفي عرض مسارات المناظير في هذه الفقرة سأبدأ بمنظور وكالة الطاقة الدولية.

(3–1) منظور وكالة الطاقة الدولية: تعظيم استخدام الطاقات المتجددة واستدناء الوقود الأحفوري

ظهر منظور وكالة الطاقة الدولية في منتصف تشرين الأول/أكتوبر 2021 وليس منتصف تشرين الثاني/نوفمبر وهو موعد صدوره لكل سنة، وأعقب إطلاقه ندوات إنترنت *webinars* يومية على مدى أسبوع، وذلك بغية الترويج لمنهاج التحول السريع نحو الطاقات المتجددة بعيداً عن الوقود الأحفوري، للمساهمة في التأثير، بهذا

[3] تعني *MMBtu* مليون وحدة حرارية بريطانية.

[4] أرقام متوسطات الأسعار في المتن محتسبة من بيانات البنك الدولي: World Bank Data: *Commodity Prices, Pink Sheet*، https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets.

الاتجاه، في نتائج مؤتمر المناخ الدولي *COP26* في كَلاسكو، اسكتلندا، خلال 31 تشرين الأول/أكتوبر – 13 تشرين الثاني/نوفمبر 2021. أنظر: IEA (2021b-2021h).

ويحتوي منظور الوكالة على ثلاثة سيناريوهات رئيسية واحد معياري *normative* وهو سيناريو *صفر–انبعاثات* *zero-emissions* وهو فعلياً السيناريو "المعياري/الإشارة" في المنظور، وسيناريوهين استكشافيين *exploratory* هما *سيناريو التعهدات–الوطنية* *announced pledges* *وسيناريو السياسات–المعلنة* *stated policies*. هذا بالإضافة لسيناريو رابع بعنوان *سيناريو التطور–المستدام* *sustainable development*، الذي يقترب من سيناريو *صفر–انبعاثات* في ما يخص تأثيره على متوسط الحرارة العالمية. وخلافاً للمناظير الأخرى، فأن منظور الوكالة، لا سيما في السيناريو المعياري/الإشارة *(صفر–انبعاثات)*، يماثل "أجندة" أو "خارطة طريق" طويلة الأمد بمراحلها الزمنية والقطاعية والعالمية.[5] فهو لا يقتصر على القضايا المتعلقة باستهلاك الطاقة وإنتاجها وبناها الأساسية والسياسات المتعلقة بها وإنما يمتد إلى ما يتعلق بالصناعات المستخدِمة للطاقة كالحديد والأسمنت، الخ، وكيفية زيادة كفاءة واستبدال الوقود فيها. كما يتطرق لمتطلبات إسناد التوسع في استهلاك الكهرباء بما في ذلك الحاجة المستقبلية للمهندسين والفنيين والكهربائيين، الخ من القضايا. فهو مصمم لبيان خطوات وسياسات هدفها تحقيق التحول إلى عصر الطاقات المتجددة. كما أنه يبين لمؤتمر *COP26* في كلاسكو، الخطوات التي حققتها مختلف الدول في طريق هذا التحول، وما تبقى عليها فعله، ودور السياسات الحكومية في تحقيق هذا التحول بتجنب العثرات السابقة وإيجاد طرق جديدة. كل ذلك تنفيذاً لهدف تبني *سيناريو صفر–انبعاثات* أو *سيناريو التطور–المستدام* والذي صممتهما الوكالة لتحقيق سقف حوالي 1.4–1.6 درجة مئوية ارتفاع في متوسط الحرارة العالمية بحلول عام 2100، والذي يبدو فيهما، أن الوكالة تعادل تحقيق هذا السقف بمسار تعظيم استخدام الطاقات المتجددة وفي ذات الوقت استدناء استخدام الوقود الأحفوري.

---

[5] ورد ما يلي في منظور الوكالة والذي يبين بشكل واضح أنه يمثل خارطة طريق أو أجندة وليس اسقاطات مستقبلية: *"إن طريق [التحول] صعب وضيق، لا سيما إذا استمر الاستثمار [في الطاقات المتجددة] بأقل مما هو مطلوب، ولكن الرسالة الأساسية لمنظور WEO-2021 هي رسالة متفائلة. إن التحليل الوارد في المنظور يبين بوضوح ما ينبغي عمله خلال العقد الحرج التالي: تركيز دقيق laser-like focus لتحقيق كهربة نظيفة وتحسين الكفاءة وتقليل انبعاث الميثان وإطلاق إمكانية الاختراعات وتطبيقاتها innovations مصاحبة باستراتيجيات لإطلاق تدفق رأس المال لإسناد الانتقال للطاقة النظيفة وتأمين الاعتمادية والقابلية الاقتصادية affordability. إن العديد من الإجراءات المعروضة ذات كلفة–فعالة [مقارنة بالبدائل]. أما كلفة الإجراءات المتبقية فهي منخفضة مقارنة بكلفة عدم تنفيذها. إن تحقيق الأجندة agenda الواردة في هذا المنظور تمثل فرصة هائلة لتغيير منظومة الطاقة العالمية بشكل يُحَسِّن من مداخيل الناس وحياتهم. إن موجات من الاستثمار في المستقبل المستدام ينبغي أن توجه من خلال اشارات واضحة من كَلاسكو Glasgow"، أنظر:* IEA (2021b, p. 22) والموقع التالي:
https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021/executive-summary.

وبينما كانت الوكالة في مناظيرها السابقة، وبالذات في *سيناريوهات الإشارة* فيها، تتطلع إلى دور مهم ومتنامي للطاقات المتجددة ولكن مكمل لمكونات الطاقة الأخرى، فأنه تَحَوَّل في منظور 2021 إلى دور رئيسي غالب يبدأ تطوره من الآن فصاعداً. وفي هذا السياق، في الوقت الذي كانت مناظيرها السابقة تدعو لاستثمارات كافية في قطاع النفط والغاز لتأمين توفرهما خلال فترة التحول من الوقود الأحفوري إلى المتجدد، فأن منظور 2021 يرى آن الاستثمار الحالي والمخطط للمستقبل الآن في هذا القطاع كاف ويتلاءم مع الانخفاض المتوقع/المؤمل للطلب على النفط والغاز، نتيجة للتوسع المتوقع، خلال الأمد المتوسط، لإحلال السيارات الكهربائية محل السيارات (الصغيرة) ذات الاحتراق الداخلي، ونتيجة للتوسع في أحلال الطاقات المتجددة محل الغاز الطبيعي في قطاع توليد الكهرباء. هذا بالإضافة لتوقع انخفاض استهلاك الفحم بنسبة ملموسة.

من ناحية أخرى، تُبَيِّن الوكالة أن سيناريوهي *السياسات–المعلنة* و*التعهدات–الوطنية* في منظورها 2021 لا يلتزمان بالسقف المذكور لارتفاع متوسط الحرارة العالمية، بسبب قصورهما في تحقيق تغيير جوهري في مكونات الطاقة باتجاه الطاقات المتجددة:

(1) فسيناريو *السياسات–المعلنة* ينطوي على تخفيض نصيب الوقود الأحفوري في العرض الكلي للطاقة الأولية في العالم من حوالي 79% في 2020 إلى حوالي 66% في 2050. وهذا لا يعتبر تغييراً جوهرياً، من وجهة نظر الوكالة.[6]

(2) أما *سيناريو التعهدات–الوطنية*، مع أنه أفضل من *سيناريو السياسات–المعلنة* في تخفيض ارتفاع متوسط الحرارة العالمية، ولكنه لا يحقق إلا 20% من التخفيض المنشود. وهو بهذا غير كافٍ، بالرغم من أنه سيقود إلى وصول العرض/الطلب للنفط (والغاز الطبيعي) إلى ذروته في 2025.[7]

لذلك فأن تعويل الوكالة هو على *سيناريوهي صفر–انبعاثات* و*التطور–المستدام*، بحيث يؤمل أن تتضافر العوامل المُساندة المتمثلة بالجدوى الاقتصادية والتطورات التكنولوجية وسياسات الدول المحابية التالية للتَقَيُّد بسقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية:

---

[6] وردت هذه النسب في ملف اكسيل WEO2021_Free_Data.xlsx ملحق بمنظور الوكالة 2021: IEA (2021b)، وهي تمثل مجموع حصص النفط والغاز الطبيعي والفحم في العرض *supply* الكلي للطاقة الأولية في العالم.

[7] يبين منظور الوكالة اختلاف الدول في التعهدات *pledges* الوطنية ويشير إلى أن التوتر بين الدول في مجال تجارة السلع كثيفة–محتوى–الطاقة واختلاف قابلياتها المالية يفرض قيوداً على تحقيق التحول المرغوب نحو الطاقات المتجددة وتحقيق انخفاض كاف في الانبعاثات. مع العلم أن حوالي 70% من الاستثمار الإضافي في الطاقات النظيفة حتى سنة 2030 لسد الفجوة في الانبعاثات بين *سيناريو التعهدات–الوطنية* و*سيناريو صفر–انبعاثات* ينبغي أن يكون في الدول الصاعدة/النامية. وسيبلغ الاستثمار المطلوب في الطاقة النظيفة والبنى الأساسية حوالي 4 ترليون دولار سنوياً بحلول 2030، IEA (2021b, p. 18).

(1)إن تحقيق هذا المستهدف حتى سنة 2030 يتسم بما يلي:

(أ) يبين منظور الوكالة IEA (2021b, p. 18) أن التكنولوجيا اللازمة متاحة حتى سنة 2030 لإضافة الطاقة الكهربائية بالحجم المؤمل من الموارد المتجددة بدلاً من الوقود الأحفوري، والتي ستحقق الانخفاض المؤمل بغاز البيت الزجاجي *GHG*، لاسيما في انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون والميثان، حسب *سيناريو صفر–انبعاثات*.[8]

(ب) إن الاستثمار وفقاً لهذه التكنولوجيا سيكون مربحاً بسبب الانخفاض الكبير في كلفة بناء الطاقات الشمسية والريح والخزن في البطاريات.

(ج) وبذلك ليس هناك كلفة إضافية على المستهلك من التحول نحو الطاقات المتجددة.

(د) كما يمكن الالتزام بسقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية المستهدف (بحلول عام 2100) وفي ذات الوقت تحقيق نمو مناسب في الناتج المحلي الإجمالي العالمي حتى عام 2050.

(2) بعد سنة 2030 ستثار الحاجة إلى تكنولوجيا أكثر تطوراً وأوسع تطبيقاً لتسهيل الاستثمار في الطاقات المتجددة بشكل يتوافق مع سيناريوهي *التطور–المستدام وصفر–انبعاثات*.

(3) وبالإضافة لتنامي استهلاك الوقود المتجدد، تشمل فترة التحول زيادة كفاءة استخدام الوقود عموماً، الأحفوري وغير الأحفوري، وكذلك استخدام تكنولوجيا مسك الانبعاثات في محطات الكهرباء التي تستخدم الفحم والغاز الطبيعي، الخ.

(4) يرى التقرير أن يُستكمل النقص في عرض أو إنتاج الطاقات المتجددة من خلال بناء و/أو زيادة الطاقات الإنتاجية للمحطات النووية لتوليد الكهرباء.

(5) تبقى مشكلة تمويل الدول الصاعدة والنامية لمساعدتها في عبور مرحلة التحول من الوقود الأحفوري إلى المتجدد.[9] وينطوي التمويل ليس فقط في تحقيق وعود المساعدات لهذه الدول، من قبل الدول المتقدمة، وإنما أيضاً في برامج تقليل المخاطر *De-risking*.

ومن الجدير بالإشارة إلى أنه في عرض هذه السيناريوهات، وبالرغم من التطرق للأخطار التي يمكن أن تعرقل تحقيق توقعاتها غير إنها فعلياً تُعْرض في منظور الوكالة 2021 كما لو انها، في المتوسط، ستتحقق

---

[8] "*إن التكنولوجيا اللازمة لتحقيق تخفيض عميق في الانبعاثات حتى عام 2030، متوفرة حالياً. ولكن حوالي نصف تخفيض الانبعاثات، بعد ذلك، في 2050 حسب سيناريو صفر–انبعاثات، يأتي من تكنولوجيات هي في مراحل استطلاعية أو تجريبية*"، *'All the technologies needed to achieve deep emissions cuts to 2030 are available. But almost half of the emissions reductions achieved in the NZE in 2050 come from technologies that today are at the demonstration or prototype stage.',* IEA (2021b, p. 18).

[9] يُستشهد بتجربة المملكة المتحدة في التحول من الوقود الأحفوري للمتجدد من خلال التحول من الفحم إلى الغاز ثم إلى الطاقات المتجددة؛ أنظر:(IEA (2021d.

بدون تقلبات أو انحرافات وأزمات جوهرية. على سبيل المثال، حسب *سيناريو صفر–انبعاثات* ستنخفض حصة عرض النفط من العرض العالمي للطاقة الأولية من 29% في 2020 إلى 8% في 2050 وحصة الغاز الطبيعي من 24% إلى 11% والفحم من 26% إلى 3%. أي ينخفض مجموع حصص هذه الأنواع من الوقود (الأحفوري) من 79% في 2020 إلى 22% في 2050. في ذات الوقت سترتفع حصة الوقود المتجدد من 12% في 2020 إلى 67% في 2050.[10] وبالرغم من جدية منظور الوكالة وسعة تحليلاته واستطلاعاته غير إن هذا عرض ينطوي على شيء من التبسيط، الذي لا يأخذ بالاعتبار، بدرجة كافية، تفاوت سياسات الدول وأثر اختلاف المصالح والعلاقات الجيوسياسية، من ناحية، وتأثير تمترس البنى الأساسية للوقود الأحفوري، لا سيما النفط والغاز في الاستهلاك، من ناحية أخرى، مما يجعل تحقق مسار *سيناريو صفر–انبعاثات* أو *سيناريو التطور–المستدام* ينطوي على درجة عالية من عدم اليقين. لذلك، في هذا السياق، فأن دعوة الوكالة للاكتفاء بالاستثمار الحالي والمخطط في قطاع النفط والغاز في العالم، المذكورة آنفاً، لو طُبِقَت، في ظل عدم اليقين من تحقق مسار *سيناريو صفر–انبعاثات* أو *سيناريو التطور–المستدام*، ستثير أزمات ومشاكل تنبع من نقص الإنتاج والطاقات الإنتاجية مستقبلاً، لهذين الوقودين، تتخطى تلك التي حدثت في النصف الثاني من عام 2021، التي أشير أليها في الفقرة *ثانياً*، أعلاه.

من ناحية أخرى، فلقد رَشَح ما يبين تفاوت سياسات الدول وأثر اختلاف المصالح والعلاقات الجيوسياسية، من محاولات دول متقدمة وصاعدة/نامية وشركات ومؤسسات "التأثير" على توصيات لتقارير الأمم المتحدة حول تغير المناخ العالمي، لا سيما ذلك الذي نوقش في مؤتمر المناخ *COP26* في كَلاسگو. فلقد تبين أن العديد من الدول والجهات حاول التأثير بالاتجاهات التالية في ما يتعلق باستهلاك الطاقة:[11]

(أ) التهوين من الحاجة للابتعاد عن استهلاك الوقود الأحفوري، والتعويض، قدر الإمكان، عن تخفيض استهلاكه من خلال استعمال أوسع لتكنولوجيا مسك وتخزين الكربون *(CCS) carbon capture and storage*.

(ب) التشكيك بضرورة زيادة المساعدات المالية للدول الصاعدة والنامية للتحول نحو طاقات أكثر "نظافة".

(ج) اعتراضات أخرى.

---

[10] النسب من ملف اكسيل WEO2021_Free_Data.xlsx ملحق بمنظور وكالة الطاقة الدولية 2021: IEA (2021b).

[11] انظر:

BBC (2021) 'COP26: document leak reveals nations lobbying to change key climate report', https://www.bbc.com/news/science-environment-58982445, 21 October.

والدول المُعْتَرِضة المذكورة في هذا المصدر هي: سويسرا وأستراليا واليابان والنرويج والأرجنتين والمملكة العربية السعودية والهند والصين والبرازيل والتشيك وبولندا وسلوفاكيا، وشركات ومؤسسات كأوبك، وهي لا تشمل كل الدول أو الجهات المعترضة. أما تقرير الأمم المتحدة المشار أليه فهوا معد من قبل *الفريق الحكومي المشترك حول تغير المناخ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*". أنظر: https://www.ipcc.ch.

وفي هذا السياق، جاء جانب من اتفاقية مؤتمر كَلاسكَو *COP26*، ليُظهر التوجه في إطالة أمد استخدام الفحم لا سيما من قبل الهند والصين وتأخير تاريخ إيقاف إنتاج سيارات الاحتراق الداخلي إلى 2035–2040 بدلاً من 2025–2030. كما أصبح هدف تخفيض انبعاثات غاز البيت الزجاجي بحلول 2050 نصف مستواها الآن، في حين كان يؤمل من الدول المجتمعة في كَلاسكَو تحقيق انخفاض إلى النصف في الانبعاثات بحلول 2030 وصفراً بحلول 2050.[12] ولكن، من ناحية أخرى، تم في الاتفاقية الحفاظ على هدف سقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية 1.5–2.0 درجة مئوية بحلول عام 2100 واستمرار توجه التحول للطاقات النظيفة وإحلال السيارات الكهربائية محل سيارات الاحتراق الداخلي وتخفيض استخدام الفحم في توليد الطاقة الكهربائية وكمادة أولية، الخ؛ ولو بمدى زمنى أطول مما كان متأملاً. Washington Post (2021).[13]

(3–2) منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني واقتصاد تدوير الكربون[14]

بالإضافة لسيناريو *الإشارة*، هناك ثلاث سيناريوهات أخرى في منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني. واحد يتعلق بإسقاط تأثير وباء كورونا باتجاه تقليل التفاعل العالمي والتأثير في احلال الطاقات المتجددة وتغير أنماط العمل والتعامل في المستقبل. والاثنين الباقيين واحد يتعلق بتغير المسارات حسب تغير تكنولوجيات الطاقة، *سيناريو التكنولوجيات–المتقدمة*، والآخر يتعلق باستخدام أساليب مسك وخزن الكربون وإعادة استخدامه، الخ، في انتاج الوقود الأحفوري لا سيما النفط والغاز: *سيناريو اقتصاد–تدوير–الكربون/4Rs*. وكلاهما يتعلق بكيفية التوصل إلى مشهد حراري أكثر توازناً يجمع بين تحقيق أهداف التوازن البيئي/الحراري العالمي وفي ذات الوقت يتسم بالواقعية والبرغماتية، حسب ما يشير اليه تقرير المنظور. وفي سيناريو *الإشارة* يستمر إنتاج النفط (النفط الخام وسوائل الغاز *NGLs*) في العالم في تصاعده من حوالي 90 م–ب–ي في 2020 إلى 116 م–ب–ي في 2050؛ الجدول (1) أدناه. وفي *سيناريو التحول–بتأثير–وباء–كورونا* يصل انتاج النفط ذروته في 2040 ثم ينخفض بعد ذلك، ولكن إلى مستوى في عام 2050 أعلى من مستوى 2020/2019؛ IEEJ (2020, p.4). أما في سيناريوهي *التكنولوجيات–المتقدمة واقتصاد–تدوير–الكربون*، بعد أن يصل ذروته في 2030 يأخذ انتاج النفط العالمي بالانخفاض حتى 2050 ليصل إلى مستويات أقل من مستوى عام 2020. وفي ظل سياسات اقصى تخليص للكاربون عند استخدام الوقود الأحفوري، لا سيما النفط والغاز، فإن إنتاج النفط في

---

[12] ورد ذلك في *BBC News*، 10 تشرين الثاني/نوفمبر، 2021.

[13] كما أن هناك تجمع *"التحالف ما بعد النفط والغاز"* هدفه الإسراع بتخفيض استهلاك النفط والغاز. والدول والمناطق المنضوية في هذا "التحالف" هي: الدانمارك وكوستاريكا وفرنسا وغرينلاند وايرلندا والسويد وكوبيك الكندية وويلز البريطانية.

[14] كُتبت هذه الفقرة اعتماداً على منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني 2021 الصادر في تشرين الأول/أكتوبر 2020؛ أنظر: IEEJ (2020). ولقد صدر منظور بعنوان *IEEJ Outlook 2022* في 16 تشرين الثاني /نوفمبر 2021، بشكل سلايدات للعرض (11 سلايد). ومن النظر لهذه السلايدات بالرغم من محدودية الأرقام والشروح فيها فهي تبين أن توجه منظور 2022 فيها لا يختلف كثيراً عن منظور 2021. أنظر: IEEJ (2021).

سيناريو اقتصاد–تدوير–الكربون هو أقل من *سيناريو التكنولوجيات–المتقدمة*؛ الجدول (1). لذلك في الوقت الذي يقترب *سيناريو اقتصاد–تدوير– الكربون* من المسار الذي يحقق سقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية 2.0 درجة مئوية بحلول عام 2100 وهي متوافقة (كحد أعلى) مع هدف مؤتمر باريس *COP21* ومؤتمر كَلاسكُو *COP26* فأن *سيناريو التكنولوجيات–المتقدمة* يحقق ارتفاع متوسط حرارة أعلى من ذلك؛ IEEJ (2020, pp. 5, 31-Slides).[15]

ولقد ورد في منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني حول تبعات استخدام وتطوير تكنولوجيات اقتصاد تدوير الكربون *Circular Carbon Economy* ما يلي، IEEJ (2020, pp. 4, 5):

- *"بغية تقليل انبعاثات غاز البيت الزجاجي من الضروري ليس فقط تطوير تكنولوجيا كفاءة الطاقة واستخدام الطاقات المتجددة وإنما أيضاً تطوير تكنولوجيا زيادة تخليص استخدام الوقود الأحفوري من الكربون.*
- *تُخَلِّص تكنولوجيات اقتصاد تدوير الكربون استخدام الوقود الاحفوري نهائياً من ثاني أوكسيد الكربون [وإعادة استخدام الكربون المخلص: ضمن آلية 4Rs: تخفيض، إعادة استخدام، تدوير، إزالة، Reduce, Reuse, Recycle, Remove؛ أنظر الشكل (1) أدناه].*
- *لقد اصبحت بعض تكنولوجيات اقتصاد تدوير الكربون/4Rs مجزية تجارياً. وإذا ما تم تطبيق عدة تكنولوجيات مناسبة في هذا المجال بحلول عام 2050 فسينخفض انبعاث ثاني أوكسيد الكربون بنسبة 20% مقارنة بسيناريو التكنولوجيات–المتقدمة البالغ 25.2 كيكا طن. ويقترب هذا المستوى [حوالي 20 كيكا طن = 80%×25.2 كيكا طن] من 17 كيكا طن ضمن مسار تخفيض كلفة 2.0 درجة مئوية، والذي يخفض الكلفة الكلية في ظل شرط تقييد ارتفاع متوسط الحرارة العالمية بحلول عام 2150 بأقل من سقف 2.0 درجة مئوية.*
- *في سيناريو اقتصاد–تدوير–الكربون/4Rs في هذا المنظور، يبقى استهلاك الطاقة الأولية العالمية تقريباً مساوياً لمستواه في سيناريو التكنولوجيات–المتقدمة. إن تخليص الوقود الأحفوري من الكربون يمكن أن يُخَفِّض انبعاثات غاز البيت الزجاجي بشكل جوهري اثناء استخدام الوقود الأحفوري. وعند إنتاج/إدخال الهيدروجين الأزرق في توليد الكهرباء وفي النقل فستنخفض حصة النفط والفحم [في إنتاج/استهلاك الطاقة الأولية]. وسيتحقق معظم الطلب على الهيدروجين الأزرق في الدول الصاعدة والنامية، التي سيتوسع فيها الطلب بشكل كبير.*

[15] في منظور اقتصاد الطاقة الياباني يُحَدد سقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية بحلول عام 2150 ولكن في: IEEJ (2020, p. 31-Slides) يظهر مسار ارتفاع متوسط الحرارة لسيناريوهات متعددة من 2015 حتى عام 2150 بحيث يمكن قراءتها لعام 2100 أيضاً.

- *يُنتج حوالي 80% من الهيدروجين الأزرق من الغاز الطبيعي، مما سيقود لزيادة استهلاك الغاز. ومع ذلك لا يصل استهلاك الغاز الطبيعي مستواه في سيناريو الإشارة. وهناك مصادر كافية لتوسيع استخدام الهيدروجين الأزرق."*

وفي كل سيناريوهاته الأربعة، في الوقت الذي يُرَكِّز منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني على التحول إلى مشهد أنظف في انتاج واستهلاك الطاقة العالمي، وبالذات التوسع في تبني الطاقات المتجددة، ولكنه لا يهدف إلى تعظيم احلالها محل الوقود الأحفوري بذات اندفاع منظور وكالة الطاقة الدولية 2021.

(3-3) منظوري منظمة أوبك وإدارة معلومات الطاقة الأمريكية

أُعد منظوري منظمة أوبك *OPEC* وإدارة معلومات الطاقة الأمريكية *EIA* بسيناريو *إشارة* لكل منهما تَضَمَّن مساراً ينطوي على أهم الاتجاهات في التصور المتوقع لمدى إحلال الطاقات المتجددة محل الوقود الأحفوري إضافة إلى سيناريوهات أخرى لكل منهما؛ أنظر: EIA (2021a, 2021b), OPEC (2021a, 2021b). ولا تتعلق السيناريوهات الأخرى في كل منظور بظروف التغير الحراري في العالم أو أحلال الطاقات المتجددة تحديداً وإنما بمتغيرات أخرى. ففي منظور إدارة معلومات الطاقة الأمريكية تنصرف السيناريوهات الأخرى إلى مدى تغير مؤشرات المنظور تبعاً لتغير سعر النفط الخام (سعر أدنى وسعر أعلى). وفي ضوء افتراض التوجه نحو إحلال الطاقات المتجددة محل الوقود الأحفوري قد يكون من الصعب تبرير سيناريو يتوقع أسعاراً أعلى للنفط مستقبلاً. ولكن من ناحية أخرى، يمكن تبرير هذا السيناريو في ظل احتمال حدوث أزمات عرض في النفط (والغاز) نتيجة لنقص الاستثمار فيهما، ومن ثم نقص الطاقة الإنتاجية لمقابلة الطلب، بالإضافة لعوامل أخرى، كما لوحظ في النصف الثاني من 2021 والتي تمت الإشارة أليها في الفقرة *ثانياً* أعلاه، مما قاد ومن الممكن أن يقود إلى ارتفاع في أسعار النفط والغاز مستقبلاً.[16] ولقد انصرفت السيناريوهات الأخرى في منظور منظمة أوبك إلى مدى تغير مؤشرات المنظور تبعاً لتغير نسبة نمو الناتج المحلي الإجمالي العالمي (نسبة نمو أدنى ونسبة نمو أعلى). وحول إنتاج أو عرض النفط (الخام والسوائل الأخرى) في *سيناريوهي الإشارة* لهذين المنظورين يتضح أن إنتاج/عرض النفط يرتفع في سيناريو *الإشارة* في منظور أوبك من 94 م-ب-ي في 2020 إلى 108 م-ب-ي في 2045 ويرتفع في *سيناريو الإشارة* لإدارة معلومات الطاقة الأمريكية من 92 م-ب-ي في 2020 إلى 126 م-ب-ي في 2050؛ الجدول (1) أدناه.[17]

---

[16] أنظر الصندوق 4.1 في: OPEC (2021a, pp. 145-148).

[17] كما أُشير أليه في الملاحظة (ب) في الشكل (2) تختلف المناظير في مستوى "إنتاج *production*" أو "عرض *supply*" النفط في عام 2020 نتيجة لاختلاف تعريف ما يدخل من سوائل في "النفط" مع النفط الخام، ومدى شمول مكتسبات التكرير

رابعاً: إنتاج واستهلاك النفط والغاز والحفاظ على البيئة وتوجهات الدول المصدرة[18]

للحفاظ على دور مناسب للنفط والغاز في إنتاج واستهلاك الطاقة العالمي لا بد للدول المصدرة للنفط من أن تساهم جدياً في تخليص النفط والغاز بأكبر ما يمكن من انبعاثات غاز البيت الزجاجي للحفاظ على البيئة، لا سيما وأن إنتاج واستهلاك الوقود الأحفوري يعتبر من المصادر الأساسية لانبعاث هذ الغاز، بالذات ثاني أوكسيد الكربون والميثان. ولقد دفع ذلك لظهور توجه، لا سيما في الدول الصناعية المتقدمة، ينطوي على أقصى تخفيض ممكن في إنتاج واستهلاك النفط (وحتى الغاز الطبيعي) والفحم على الأمد 2030– 2050، كما هو واضح في منظور وكالة الطاقة الدولية وتحليلات العديد من مراكز البحوث ووسائل الأعلام في هذه الدول.

ولحد الآن ليس هناك توجهات شاملة/متكاملة، في مجال تخفيض الانبعاثات المرتبطة بالنفط والغاز، في جهود الدول المصدرة للنفط في ما عدا توجهات يتم تداولها من قبل بعض الدول الخليجية المنتجة للنفط. فلقد أُعلن عن عدد محدود من مبادرات لدول مصدرة للنفط في الشرق الأوسط في أوائل 2021 لرسم طريق للمساهمة في تقليل الانبعاثات، وفي ذات الوقت معالجة التصحر وتدهور التربة وتلوث الهواء والحفاظ على الأحياء البحرية. وفي ذات السياق يأتي اعلان السعودية في 24/23 تشرين الأول/أكتوبر عن تبنيها هدف صفر–انبعاثات بحلول 2060، تأكيداً لاتجاه مرغوب، للقيام بما من شأنه الاستمرار في إنتاج واستهلاك النفط (والغاز) ولكن في ظل تخفيض الانبعاثات. ولقد انتظمت هذه الجهود في إطار اقتصاد تدوير الكربون بهيكله الرباعي *4Rs* والذي أشرنا له أعلاه عند عرض منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني. أنظر الشكل (1) أدناه.[19]

وفي دول الشرق الأوسط يشمل تبني آلية اقتصاد تدوير الكربون التوجهات التالية:

(أ) زراعة واسعة للأشجار في العقود القادمة.

(ب) زيادة نسبة المناطق المحمية.

(ج) تخفيض انبعاث ثاني أوكسيد الكربون (والميثان)، من خلال إنشاء مشاريع في مجال التكنولوجيات الهيدروكربونية النظيفة، بما في ذلك استخدام وتطوير تكنولوجيا مسك الكربون وتخليصه وتخزينه واستخدامه في مجالات واسعة، وأنشاء وحدات لإنتاج وقود الهيدروجين (الأزرق) من الغاز الطبيعي.

---

processing gains، بالإضافة لاختلاف العرض عن الإنتاج بمقدار تغير الخزين. أما اختلاف أرقام العرض عن الطلب *ex post* فيمكن أن يعود لاختلاف طرق التقدير.

[18] في كتابة هذه الفقرة استُخدم صندوق 7.1 في منظور الأوبك 2021؛ OPEC (2021a, pp. 239, 240) والفقرة (7) في منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني: IEEJ (2020, pp. 126-137).

[19] في سبيل تخفيض غاز البيت الزجاجي *GHG* صادق وزراء الطاقة لمجموعة *G20* في 2021 على "منصة *platform لاقتصاد تدوير الكربون*" بهيكله الرباعي *4Rs*.

(د) العمل على تبني حزمة من منتجات الطاقة المتجددة والتقليدية نظيفة وخالية من الانبعاثات.

(هـ) دعوة دول الأوبك لتتبنى في المستقبل المنظور سياسة واضحة حول إنتاج النفط النظيف واتباع طرق تَحَوّل *transition* مستدامة نحو الطاقات النظيفة.[20]

وفي اقتصاد تدوير الكربون، تساعد آلية الهيكل الرباعي *4Rs* في تطوير استراتيجية للتعامل مع الكربون (والميثان) المنبعث في عمليات النفط والغاز: إيقاف الحرق غير الأساسي للغاز الطبيعي، استخدام طاقة نظيفة في العمليات النفطية/الغازية، إيقاف الانبعاثات إثناء النقل. وفي مرحة الإنتاج: تقليل استخدام الوقود في مرحلة التنقيب/الاستكشاف والاستخراج.[21] وتساهم الموارد الحيوية، مثل الأشجار والحقول، في إعادة تدوير الكربون من خلال امتصاصه من الغلاف الجوي *atmosphere* في الوقت الذي تساعد تكنولوجيات مسك الكربون والمسك الهوائي المباشر (*carbon capture and direct air capture DAC*) أيضاً في تخليص الغلاف الجوي من الكربون. إضافة لذلك يمكن إعادة استخدام الكربون، على سبيل المثال، في تطوير مشاريع تجريبية لإنتاج وقود الطيران والبنزين من مزيج لانبعاث ثاني اكسيد الكربون والطاقات المستدامة. كما يمكن تحويله إلى لقيم *feedstock* في الصناعات الكيماوية/البتروكيماوية وفي الكونكريت ومواد البناء الأخرى، وحتى كوقود. من ناحية أخرى يمكن أن تمتد مبادرات ومساهمات الدول المصدرة للنفط إلى تطوير وتمويل تكنولوجيات تساهم في تصعيد كفاءة استهلاك النفط والغاز بالإضافة لاستدناء الانبعاثات في مراحل الاستهلاك عموماً. أنظر الشكل (1) أدناه.

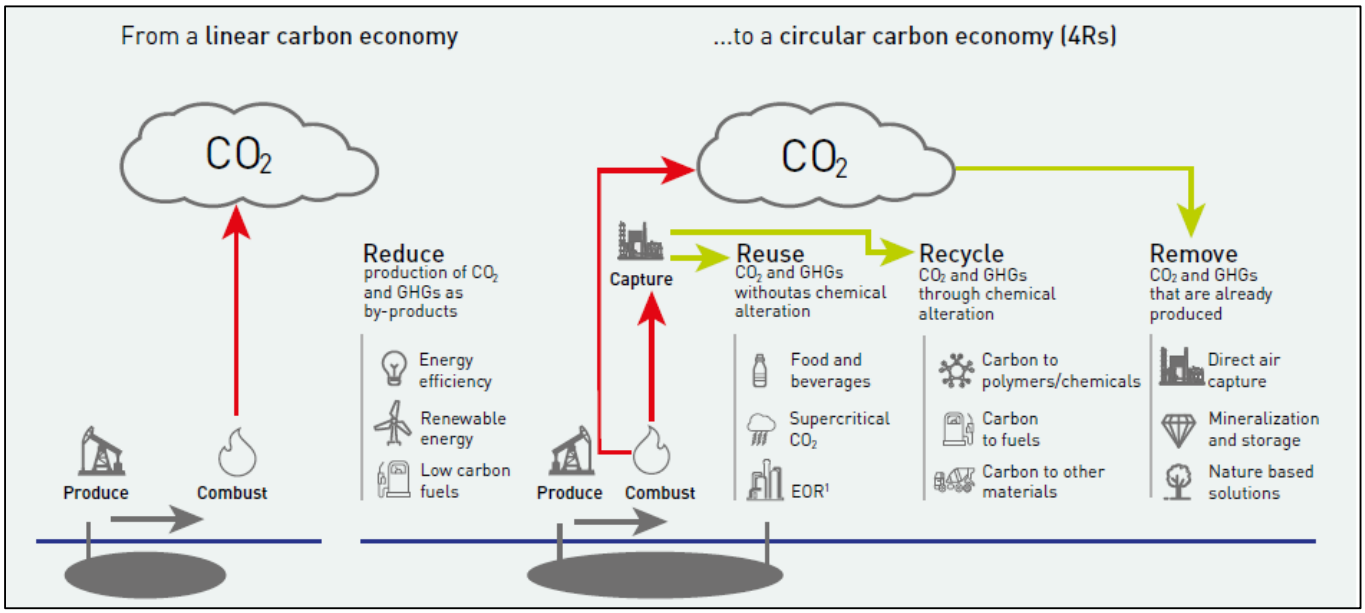
---

[20] وليد خدوري (2021) "الآثار المترتبة على السياسة السعودية لتصفير الانبعاثات"، صحيفة الشرق الأوسط، 2 تشرين الثاني/نوفمبر. وسكاي نيوز عربية، 23 و25 تشرين الأول/أكتوبر.

[21] يبين منظور وكالة الطاقة الدولية 2021 أن نسبة انبعاث الميثان من عمليات انتاج النفط والغاز والفحم وغيرها ضمن الوقود الاحفوري تربو على 10% من انبعاث غاز البيت الزجاجي *Green House Gas Emissions* من (إنتاج واستهلاك) الطاقة في العالم. وفي سنة 2050 سيساهم انخفاض انبعاث الميثان من عمليات إنتاج الوقود الأحفوري بحولي 22% من الانخفاض المتوقع للانبعاثات في انتاج الوقود الأحفوري، حسب *سيناريو صفر–انبعاثات* (IEA (2021b, p. 154. لذلك ينبغي استخدام تكنولوجيات معروفة في التفتيش والإصلاح *LDAR* وهذه تكنولوجيات تمنع التسرب (من الأنابيب *fugitive emissions*، على سبيل المثال) ومنع الحرق غير الأساسي أو المبرر للغاز، من خلال استخدام تكنولوجيات متعددة من ضمنها مسك الغاز وإعادة حقنه وزيادة استخدامه، وتطبيق معايير تكنولوجيات معروفة. ويقدر منظور الوكالة بأنه بالإضافة إلى إجراءات أخرى فإن هذه الخطوات قادرة على تخفيض 70% من انبعاث الميثان (IEA (2021b, p. 156. *كما* يقترح المنظور استخدام سعر للميثان 450 دولار للطن المنبعث (على غرار سعر الكربون). هذا بالإضافة لسياسات الدول في مراقبة نقاط انبعاث الميثان وفرض تطبيق تكنولوجيات تخفيضه واستخدام الحوافز السعرية وغير السعرية؛ (IEA (2021b, pp. 154-157.

الشكل (1) اقتصاد تدوير الكربون في إنتاج واستهلاك النفط والغاز

The Circular Carbon Economy, 4Rs



المصدر: OPEC (2021a, p. 240)، نقلاً عن وزارة الطاقة السعودية.

رموز ومختصرات:

EOR: الاستخلاص المُحَسَّن للنفط: *Enhanced Oil Recovery*.

GHG: غاز البيت الزجاجي *Greenhouse Gas*.

Supercritical CO_2: حالة سائلة لثاني أوكسيد الكربون تتحقق من تعريضه لحرارة وضغط مساويان أو أعلى من حرارته الحرجة وضغطه الحرج. لقد أصبحت هذه المادة مُذَيِّب *solvent* تجاري وصناعي مهم بسبب دورها في الاستخلاص *extraction* الكيمياوي بالإضافة للانخفاض النسبي للزوجتها ووقعها البيئي.

خامساً: هل من الضروري استدناء انتاج واستهلاك النفط والغاز حسب منظور وكالة الطاقة الدولية لتحقيق التوازن الحراري العالمي؟

لمحاولة الإجابة على هذا التساؤل من المناسب استطلاع مسارات استهلاك الطاقة بمكوناتها المتعددة، بما فيها النفط والغاز، وما تنطوي عليه من ارتفاع محتمل في متوسط الحرارة العالمية في المناظير المُسْتَطْلعة في هذه الورقة.

(5-1) مقارنة سيناريوهات "الظروف السائدة" في المناظير الأربعة

لعل من المناسب المقارنة أولاً بين السيناريوهات التي تعكس "الظروف السائدة" في دول العالم. وتفترض هذه السيناريوهات، عموماً، استمرار السياسات العامة والمشاريع الحالية والمصادق عليها لغرض التطبيق والإنشاء مستقبلاً، في التحول نحو طاقات أقل ضرراً على البيئة. وهذه السيناريوهات، في ما عدا توقعها تطور ملموس

في استهلاك الطاقات المتجددة، وبالذات في توليد الطاقة الكهربائية وتوسع استخدام السيارات الكهربائية، لا تفترض هبوطاً حاداً في حصة النفط والغاز في الاستهلاك المستقبلي للطاقة، لا سيما في الدول الصاعدة والنامية (دول *Non-OECD*). وتشمل سيناريوهات الظروف السائدة *سيناريو السياسات–المعلنة* في منظور وكالة الطاقة الدولية و*سيناريوهات الإشارة* في مناظير منظمة أوبك وإدارة معلومات الطاقة الأمريكية ومعهد اقتصاد الطاقة الياباني.

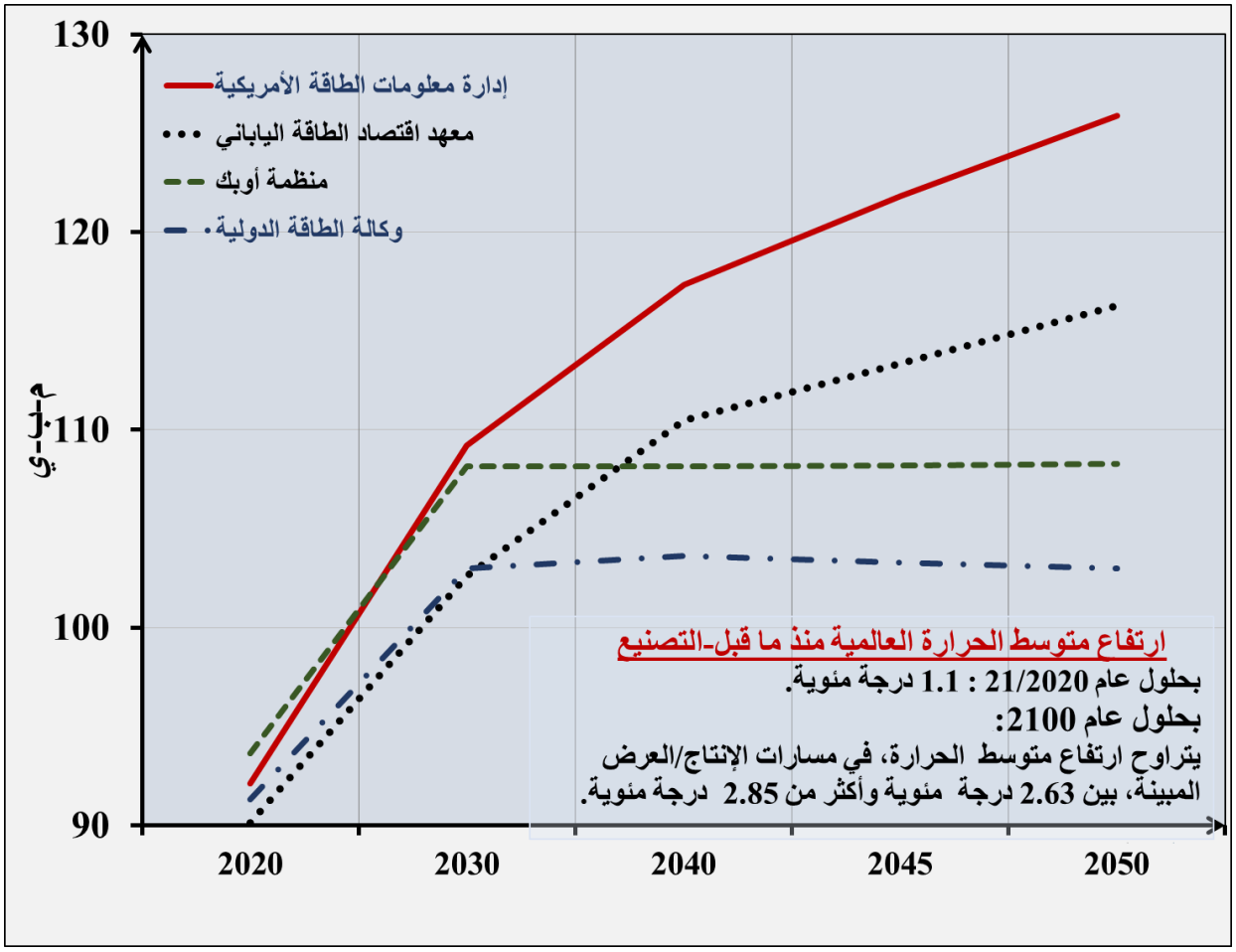
وتبين مسارات هذه السيناريوهات ارتفاعاً مستمراً في إنتاج النفط حتى 2050 في كل من منظوري إدارة معلومات الطاقة الأمريكية ومعهد اقتصاد الطاقة الياباني، من ناحية، ووصول إنتاج النفط، بعد ارتفاعه خلال هذا العقد، ذروته في أواخر العشرينيات/أوائل الثلاثينيات في منظوري منظمة أوبك ووكالة الطاقة الدولية، من ناحية ثانية. وبالرغم من انخفاض حصة النفط والغاز في الاستهلاك الكلي للطاقة الأولية في العالم، في هذه السيناريوهات، يبقى مستواهما أعلى من مستوى 2020 في منظوري منظمة أوبك ووكالة الطاقة الدولية وأعلى من ذلك في منظوري إدارة معلومات الطاقة الأمريكية ومعهد اقتصاد الطاقة الياباني؛ الشكل (2) والجدول (1) أدناه.

وينطوي مسار إنتاج النفط لسيناريو المعهد، المبين في الشكل (2)، على ارتفاع في متوسط الحرارة العالمية بحوالي 2.85 درجة مئوية بحلول عام 2100 و3.75 درجة مئوية بحلول عام 2150. أما مسار سيناريو الوكالة فهو ينطوي على ارتفاع مقداره 2.63 درجة مئوية بحلول عام 2100. وكلاهما يتخطى السقف المستهدف للتوازن الحراري في العالم بحلول عام 2100. ولا يبين *سيناريوهي الإشارة* لمنظمة أوبك ولإدارة معلومات الطاقة الأمريكية مقدار الارتفاع في متوسط الحرارة العالمية الذي يسببه مسارهما. على سبيل المثال، بالرغم من أن منظور منظمة أوبك يتطرق لاقتصاد تدوير الكربون وإجراءاته، OPEC (2021a, pp. 239-241)، ولكنه لا يربط بين الإجراءات المقترحة لتخليص النفط والغاز من الكربون (والميثان) ومستوى إنتاجهما المتوقع في سيناريو *الإشارة* فيه، من ناحية، ومدى التأثير على ارتفاع متوسط الحرارة العالمية، من ناحية أخرى. وفي غياب هذا المؤشر من الصعب معرفة تأثير المسار على البيئة. لذلك من حسابات الوكالة الدولية والمعهد الياباني يمكن القول أن مسار سيناريو منظمة أوبك يقترب من الارتفاع في متوسط الحرارة العالمية التي يسببها مسار سيناريو الوكالة الدولية للطاقة في حين يتخطى مسار سيناريو إدارة معلومات الطاقة الأمريكية ارتفاع متوسط الحرارة العالمية التي يسببها مسار المعهد الياباني. وبالنتيجة فإن جميع هذه السيناريوهات، لمستوى إنتاج/استهلاك النفط الذي يتصاعد أو يستقر بعد 2030، حتى 2050، تقود إلى وضع مخل بالبيئة العالمية. وفي ظل غياب برامج وإجراءات واسعة محددة "لتنظيف" النفط (والغاز) في مرحلتي الإنتاج والاستهلاك فهي سيناريوهات/مسارات ينظر لها بسلبية من الناحية البيئية.

الشكل (2) انتاج/عرض النفط في العالم في سيناريوهات "الظروف السائدة" 2020-2050

مليون برميل/يوم، م-ب-ي

(2020 فعلي، 2030-2050 مستقبلي)



المصادر: (1) رُسم الشكل على أساس بيانات الجدول (1).

(2) رقم ارتفاع متوسط الحرارة العالمية بحلول 21/2020: مأخوذ من اتفاقية *COP26: The Glasgow climate pact* كما ورد نَصُها في: Washington Post (2021).

(3) أرقام ارتفاع متوسط الحرارة العالمية بحلول عام 2100: أُحتسب الرقم 2.63 درجة مئوية كمتوسط موزون بالاحتمالات لتوزيع احتمالي ورد في الجدول (1.1) في: IEA (2021b, p. 35)، والرقم 2.85 من: IEEJ (2020, p. 31-Slides).

ملاحظات: (أ) سيناريوهات "الظروف السائدة" تشمل *سيناريو السياسات-المعلنة* في منظور وكالة الطاقة الدولية و*سيناريوهات الإشارة* في مناظير منظمة أوبك وإدارة معلومات الطاقة الأمريكية ومعهد اقتصاد الطاقة الياباني.

(ب) هناك اختلاف في مستوى إنتاج/عرض النفط في 2020 بين المناظير بسبب اختلاف ما يشمله "النفط" من سوائل إضافة للنفط الخام، ومدى شمول مكتسبات التكرير *processing gains*. من ناحية أخرى، في الوقت الذي يبين منظور أوبك "عرض *supply*" النفط فأن المناظير الأخرى تبين "إنتاج *production*" النفط، أي أن منظور أوبك يشمل "تغير الخزين" في العرض. أنظر الملاحظة (1) في "ملاحظات" الجدول (1) ادناه.

(ج) تعني عبارة *"قبل-التصنيع pre-industrial"* قبل أو عند منتصف القرن الثامن عشر (سنة 1750).

(5-2) مقارنة السيناريوهات المُلتزمة بسقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية

إن الالتزام بسقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية 2.0 درجة مئوية فأقل بحلول عام 2100 يتطلب مساراً للتحول إلى نمط مستدام لاستهلاك الطاقة، من وجهة نظر الحفاظ على توازن البيئة العالمية. ويمكن، في هذا المجال، مقارنة سيناريوهات محددة لمنظور وكالة الطاقة الدولية 2021 ومنظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني 2021، تلتزم بسقف ارتفاع متوسط الحرارة المذكور. وينصرف ذلك إلى المقارنة بين *سيناريوهي صفر-انبعاثات والتطور-المستديم*، في منظور الوكالة، من ناحية، و*سيناريو اقتصاد-تدوير-الكربون* في منظور المعهد، من ناحية أخرى. أما منظوري منظمة أوبك وإدارة معلومات الطاقة الأمريكية فأن السيناريوهات في كل منهما غير مقسمة في ضوء تبعاتها على الحرارة العالمية. وفي ما يبدو فأنها لا تلتزم صراحة بسقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية، تحديداً، كما أُشير أليه سابقاً.

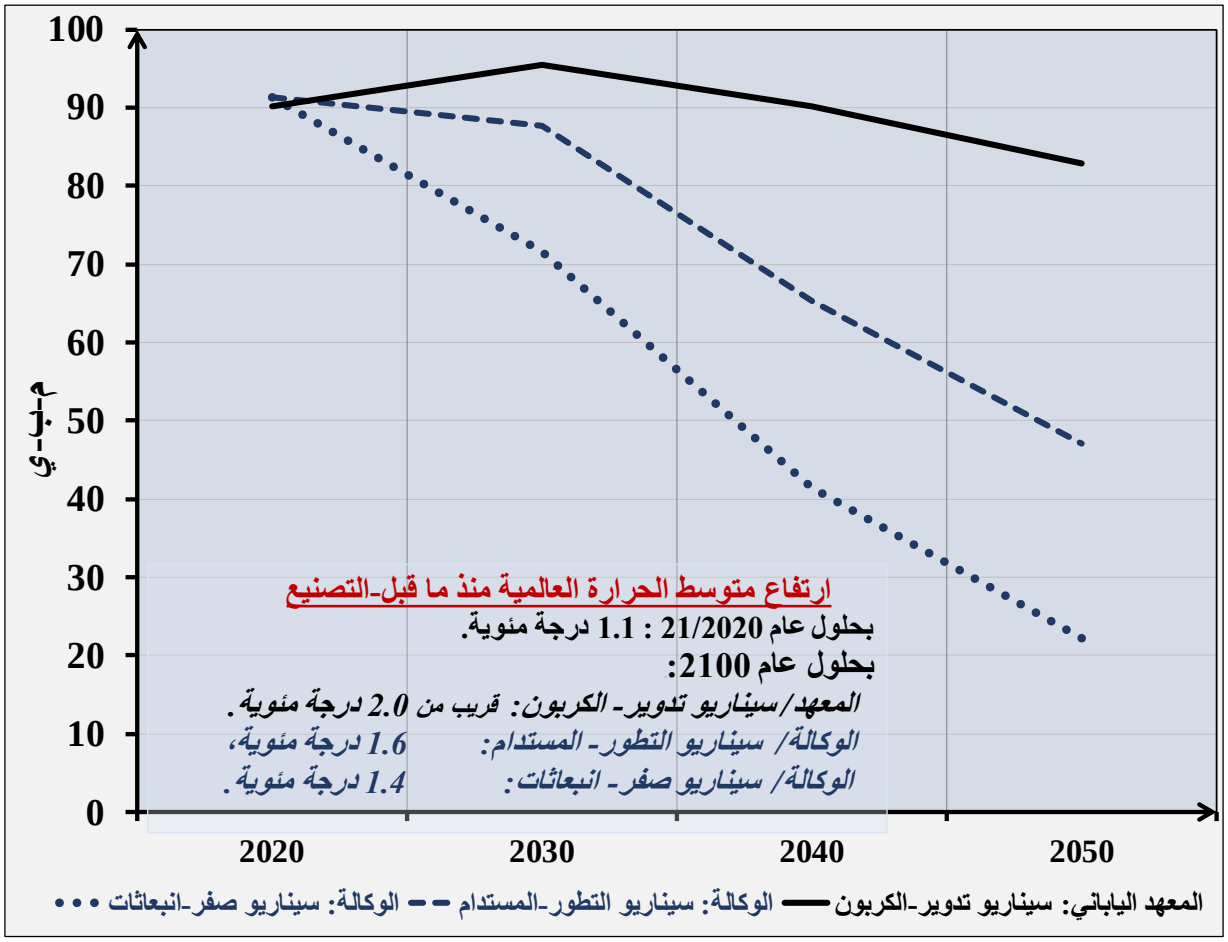
يقود سيناريوهي الوكالة إلى ارتفاع متوسط الحرارة العالمية بما يتراوح بين 1.4 و1.6 درجة مئوية بحلول عام 2100، (IEA (2021b, p. 36، في حين يقارب سيناريو المعهد الياباني سيناريو ارتفاع متوسط الحرارة العالمية بحوالي 2.0 درجة مئوية بحلول عام 2100، (IEEJ (2020, pp. 5, 31-Slides. وبالرغم من أن سيناريوهي وكالة الطاقة أقرب إلى هدف مؤتمر باريس *COP21* وبالطبع مؤتمر كَلاسكو، اسكتلندا *COP26* غير أن سيناريو المعهد الياباني لا يبتعد عنهما كثيراً.

ويلاحظ انه بالرغم من أن سيناريوهي وكالة الطاقة ينطويان على إجراءات لمسك وتخزن الكربون وإعادة استخدامه ومن ثم استمرار استهلاك/إنتاج الوقود الأحفوري غير أنهما يُعَظِّمان تخفيض هذا الاستهلاك/الإنتاج بدرجة كبيرة. في المقابل، فإن سيناريو معهد اقتصاد الطاقة الياباني في اتجاهه "لواقعية" أكبر، كما يشير لها منظوره، يُعَظِّم إجراءات تخليص الوقود الأحفوري، وبالذات النفط والغاز، من الكربون وإعادة استخدامه. ولقد انعكست هذه التوجهات لكلا المنظورين في مسار إنتاج واستهلاك النفط (خام وسوائل أخرى) في سيناريوات كل منهما خلال السنوات 2020-2050 كما يبدو من الشكل (3) والجدول (1)، أدناه.

الشكل (3) إنتاج/عرض النفط في العالم في السيناريوهات المُلتزمة بسقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية

2020–2050، مليون برميل/يوم، م–ب–ي

(2020 فعلي، 2030–2050 مستقبلي)



المصادر: (1) رُسم الشكل على أساس بيانات الجدول (1).

(2) رقم 1.1 درجة مئوية لسنة 21/2020 كما في الشكل (2).

(3) أُحتسب ارتفاع متوسط الحرارة العالمية المذكور في هذا الشكل لسيناريوهي وكالة الطاقة الدولية كمتوسطات موزونة بالاحتمالات لتوزيع احتمالي ورد في الجدول (1.1) في: IEA (2021b, p. 35).

(4) يقترب *سيناريو اقتصد تدوير الكربون* في منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني من المسار الذي يحقق ارتفاع متوسط الحرارة العالمية بمقدار 2.0 درجة مئوية بحلول عام 2150؛ IEEJ (2020, p. 5). ولكن رسماً بيانياً فيه يبين أرتفاع متوسط الحرارة لهذا المسار ما بين ما قبل–التصنيع وعام 2100 بحوالي 2.05 درجة مئوية؛ IEEJ (2020, p. 31-Slides).[22]

---

[22] لا زال هدف الوصول إلى ارتفاع في متوسط الحرارة العالمية إلى أقل من 2.0 درجة مئوية قائماً بالرغم من التركيز مؤخراً على 1.5 درجة مئوية. على سبيل المثال ورد في اتفاقية *COP26* ما يلي:

'20. Reaffirms the Paris Agreement temperature goal of holding the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and pursuing efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels;' Washington Post (2021).

فكما يلاحظ من الشكل (3) والجدول (1)، أنه بالرغم من تناقص إنتاج النفط بعد عام 2030 في كل السيناريوهات، ولكن *سيناريو اقتصاد–تدوير–الكربون* في منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني ينطوي على مسار أعلى في إنتاج النفط، خلال الفترة، من سيناريوهي وكالة الطاقة بفارق ملموس. فبعد وصوله إلى 96 م–ب–ي في 2030 ينخفض تدريجياً حتى يصل إلى 83 م–ب–ي في 2050. وفي هذا يرى منظور المعهد أن الاعتبارات الاقتصادية والجيوسياسية والتوجه لاستخدام أساليب مسك وخزن الكربون، وإعادة استخدامه، الخ، ستقود إلى مشهد لاستهلاك الطاقة العالمي يتنامى فيه استهلاك الطاقات المتجددة ولكن يبقى نصيب مهم (بالرغم من أنه متناقص) لاستهلاك الوقود الاحفوري لا سيما النفط والغاز. في المقابل، فإن إنتاج النفط ينخفض بشكل حاد إلى حوالي 47 م–ب–ي وحوالي 22 م–ب–ي في 2050، في سيناريوهي الوكالة، *التطور–المستدام* و*صفر–انبعاثات*، على التوالي. وفي هذا كأنما تعمم الوكالة حجم تقليل الطلب المتوقع مستقبلاً على النفط والغاز في الدول الصناعية المتقدمة (أعضاء الوكالة) على الدول أخرى، من ناحية، وعادلته بهدف تقليل انبعاثات غاز البيت الزجاجي، من ناحية أخرى. وربما يساهم في هذا التوجه المتوقع في الدول الصناعية المتقدمة اعتبارات تطبيق سياسات أمان أمدادات النفط التاريخية التي كانت من دوافع إنشاء الوكالة في 1974.

وبالنتيجة، وجواباً على التساؤل المثار في مقدمة هذه الورقة والمكرر في عنوان هذه الفقرة، يتبين من *سيناريو اقتصاد–تدوير–الكربون* في منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني أن من الممكن تحقيق مستوىً أعلى لإنتاج/استهلاك النفط (والغاز) وبفارق ملموس من المستوى المبين في سيناريوهي وكالة الطاقة الدولية (مع أن جميعها تتناقص بعد عام 2030)، وفي ذات الوقت تحقيق درجة عالية من التوازن البيئي والحراري في العالم بما يتوافق مع أهداف *COP21* في باريس 2015 و*COP26* في كلاسكو 2021. ومسار سيناريو المعهد هو ربما أكثر واقعية وأكثر احتمالاً للتحقيق من مسار سيناريوهي الوكالة.

سادساً: استنتاجات

(1) مع الانفتاح التدريجي في العالم بعد عام 2020، أساساً نتيجة لانتشار التلقيح ضد وباء كورونا *Covid 19*، أرتفع الطلب على مختلف مكونات الطاقة لا سيما الغاز الطبيعي والفحم والنفط الخام. ومن ناحية العرض، ساهم التزام دول *أوبك+* بتقنين الإنتاج، من ناحية، ومقيدات الطاقة الإنتاجية وظروف تعطيل الإنتاج في دول *أوبك+* ودول أخرى، من ناحية ثانية، وغيرها من العوامل، من ناحية ثالثة، في تقييد العرض. كما لعب نقص الاستثمارات في قطاعي النفط والغاز الطبيعي من قبل شركات النفط العالمية منذ

انخفاض الأسعار في 2015 إلى عدم نمو الطاقة الإنتاجية في هذين الوقودين بما يتماشى مع زيادة الطلب. لقد دفع تفاعل هذه العوامل أسعار الغاز الطبيعي والنفط والفحم إلى الارتفاع بنسب كبيرة في النصف الثاني من 2021 مقارنة مع 2020.

(2) في هذا السياق، فأن دعوة وكالة الطاقة الدولية للاكتفاء بالاستثمار الحالي والمخطط في قطاع النفط والغاز في العالم، لو طُبِقَت، في ظل عدم اليقين من تحقق مسار التحول الجذري نحو الطاقات المتجددة الذي ينطوي عليه منظور الوكالة 2021، سيثير أزمات ومشاكل تنبع من عدم كفاية الإنتاج والطاقات الإنتاجية مستقبلاً، لهذين الوقودين، تتخطى تلك التي حدثت في النصف الثاني من عام 2021.

(3) في ما بين سيناريوهات المناظير الأربعة المعروضة في هذه الورقة، هناك ثلاثة سيناريوهات تلتزم صراحة بسقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية 2.0 درجة مئوية فأقل بحلول عام 2100، وهي: *سيناريو صفر–انبعاثات* و*سيناريو التطور–المستدام* في منظور وكالة الطاقة الدولية و*سيناريو اقتصاد–تدوير–الكربون/4Rs* في منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني. ومن خلال المقارنة بين هذه السيناريوهات الثلاثة يتبين أن *سيناريو اقتصاد–تدوير–الكربون* في منظور المعهد الياباني، والذي ينطوي على مسار لإنتاج النفط (والغاز) أعلى بفارق ملموس منه في سيناريوهي وكالة الطاقة الدولية (بالرغم من انخفاض مسارات الإنتاج في السيناريوهات جميعاً بعد عام 2030) ربما هو أكثر واقعية وأكثر احتمالاً للتحقيق.

(4) ليس هناك توجهات شاملة/متكاملة، في مجال تخفيض انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون والميثان المرتبطة بإنتاج النفط والغاز، في جهود الدول المصدرة للنفط في ما عدا توجهات يتم تداولها من قبل بعض الدول الخليجية المنتجة للنفط. لذلك بالارتباط بالنقطة السابقة، فأن الدول المصدرة للنفط تستطيع، من خلال جهود مُبادِرة لتطبيق آلية اقتصاد تدوير الكربون/*4Rs* في الإنتاج والاستهلاك وتطوير وتمويل تكنولوجياتها، الحفاظ على مستوىً مناسب ملموس (ولكنه متناقص) لإنتاج/تصدير النفط (والغاز)، وفي ذات الوقت تحقيق درجة عالية من التوازن البيئي والحراري في العالم بما يتوافق مع أهداف *COP21* في باريس 2015 و*COP26* في كَلاسكَو 2021.

(5) بافتراض التزام مسارات استهلاك وإنتاج مكونات الطاقة مستقبلاً بسقف ارتفاع متوسط الحرارة العالمية، من ناحية، والتطبيق الواسع لآلية اقتصاد تدوير الكربون/*4Rs*، من ناحية أخرى، فإن من المتوقع ركود الطلب في السوق النفطية (والغاز) في المدى المتوسط وانخفاضه في المدى الطويل. وفي المدى المتوسط

سيدفع ذلك إلى اشتداد المنافسة، بين منتجي النفط والغاز في مناطق العالم المختلفة، ومن ثم انخفاض الأسعار. وباستمرار هذا الوضع، بالنسبة للنفط، سيخرج من السوق المنتجون والمناطق ذات الكلفة العالية، لإنتاج برميل النفط، ويستمر ذوي الكلفة المنخفضة، لا سيما دول الشرق الأوسط ومن ضمنها العراق، مما يقود لزيادة حصتها في السوق. وربما سترتفع الاسعار نتيجة ذلك في فترات متقطعة خلال هذا المسار المستقبلي. غير ان هذا الارتفاع سيكون مقيداً باحتمال عودة دخول المنتجين ذوي الكلفة العالية، لإنتاج برميل النفط، مما يقود مجدداً لانخفاض الأسعار، وبالنتيجة تقلب ومن ثم اتجاه عوائد الدول المصدرة للنفط، عموماً، للتناقص على المدى الطويل. وفي هذا السياق، فأن ميزة انخفاض كلفة إنتاج البرميل في دول الشرق الأوسط تستمر طالما كان استخدامها لآلية اقتصاد تدوير الكربون لا يقل كفاءة عن الدول المنتجة الأخرى.

(6) ويثير ذلك مسألة استمرار الاقتصاد الأحادي واستمرار انخفاض المستوى المعيشي لدول نفطية لم تستطيع تحقيق درجة يعتد بها من درجات التنويع الاقتصادي لاسيما العراق. وفي غياب التنويع، مع استمرار انخفاض العوائد النفطية، فأن هذه الحالة هي وصفة لاستمرار الأزمات والكوارث في ظل نمو سكاني ومن ثم عرض عمل عالي، من ناحية، وعدم كفاية فرص العمل، من ناحية أخرى.

(7) وبصورة عامة، فأن المسارات المستقبلية صعبة التوقع وأن التجربة بينت أن معظمها، في حقيقتها، مسارات غير خطية تتسم بالتقدم والتراجع وظهور انحرافات ليست متوقعة. وبالرغم من أن طريق التحول لطاقات نظيفة يبدو هو الغالب الآن في العالم ولكن النكوص عنه لفترة تطول أو تقصر محتمل الحدوث كما هو حال احتمال التسريع فيه. وتلعب الحوادث غير المنظورة دوراً أساسياً في هذه الاحتمالات كالاختراعات الجديدة والاختراعات غير المألوفة وتطبيقاتها *innovations* والتغير المناخي والاضطرابات والنزاعات الداخلية والدولية، الخ.

الجدول (1) إنتاج/عرض النفط وحصته في استهلاك الطاقة الأولية *Primary Energy* في العالم حسب المناظير الأربعة

	إنتاج/عرض النفط مليون برميل/يوم، م-ب-ي							حصة النفط في استهلاك الطاقة الأولية %						
	فعلي		مستقبلي					فعلي		مستقبلي				
	2018	2020	2025	2030	2040	2045	2050	2018	2020	2025	2030	2040	2045	2050
وكالة الطاقة الدولية، *IEA* *World Energy Outlook 2021*														
السيناريو المعياري/الإشارة، صفر-انبعاثات ***Zero Emissions***		91.3		71.5	41.4		22.2		29.1		25.1	14.8		7.8
سيناريو التطور-المستدام ***Sustainable Development***		91.3		87.6	65.3		47.0		29.1		28.1	21.5		15.5
سيناريو التعهدات-الوطنية Announced Pledges		91.3		96.1	84.4		76.7		29.1		28.4	24.2		21.9
سيناريو السياسات-المعلنة Stated Policies		91.3		103.0	103.6		103.0		29.1		29.6	27.9		26.7
إدارة معلومات الطاقة الأمريكية، *EIA* *International Energy Outlook 2021*														
سيناريو الإشارة Reference Case		92.1	105.7	109.2	117.3	121.8	125.9		30.3	31.3	30.6	29.1	28.5	28.0
سيناريو أسعار نفط عالية High Oil Prices		92.1	105.6	110.8	123.2	130.2	137.0		30.3	30.5	29.5	27.4	26.6	25.7
سيناريو أسعار نفط منخفضة Low Oil Prices		92.1	105.2	106.6	110.5	112.7	114.5		30.3	31.8	31.3	30.4	30.1	29.9
منظمة أوبك، OPEC *2021 World Oil Outlook 2045*														
سيناريو الإشارة Reference Case	99.0	93.6	103.8	106.7	108.1	108.2		31.5	30.0	31.1	30.5	28.7	28.1	
سيناريو High World GDP Growth	99.0	93.6	104.8	108.7	112.6	114.5								
سيناريو Low World GDP Growth	99.0	93.6	102.0	103.5	102.6	101.8								
معهد اقتصاد الطاقة الياباني، IEEJ *IEEJ Outlook 2021*														
سيناريو الإشارة Reference Scenario	95.3	*90.1*		102.6	110.5		116.3	31.5	*30.0*		30.0	29.9		30.2
سيناريو التكنولوجيات-المتقدمة ***Advanced Technologies***	95.3	*90.1*		96.5	95.7		92.4	31.5	*30.0*		29.8	29.0		28.3
سيناريو اقتصاد-تدوير-الكربون/4Rs ***Circular Carbon Economy/4Rs***	95.3	*90.1*		95.5	90.2		82.8	31.5	*30.0*		29.5	27.1		24.4

يتبــع

المصادر:

(1) 2018:

(أ) منظمة أوبك: OPEC (2019).

(ب) معهد اقتصاد الطاقة الياباني: IEEJ (2020).

(2) 2020–2050/2045:

IEA (2021b), OPEC (2021a), EIA (2021a), IEEJ (2020)، وملفات اكسيل *Excel* الملحقة بمناظير منظمة أوبك ووكالة الطاقة الدولية وإدارة معلومات الطاقة الأمريكية.

(3) في منظور معهد اقتصاد الطاقة الياباني فأن سنة الأساس هي 2018 وليس 2020، التي لا يتوفر لها أرقام في المنظور. لذلك أُسقطت سنة 2020 *(projected)* لإنتاج النفط ولحصة استهلاكه في الطاقة الأولية في العالم لمنظور المعهد، في الجدول أعلاه، بنفس نسبة تغيرها في 2020 عن 2018 في أرقام منظور منظمة أوبك.

ملاحظات:

(1) إنتاج/عرض النفط في العالم:

(أ) وكالة الطاقة الدولية *IEA*: إنتاج النفط في العالم *World oil production* (النفط الخام وسوائل الغاز ومكتسبات التصنيع *processing gains*).

(ب) إدارة معلومات الطاقة الأمريكية *EIA*: إنتاج البترول والسوائل الأخرى في العالم *World petroleum and other liquids production* (نفط خام ومنتجات وسوائل أخرى، ومكتسبات التصنيع).

(ج) منظمة أوبك: عرض النفط والسوائل في العالم *Long-term global liquids supply* (بما فيها مكتسبات التصنيع والتغير في الخزين)،

(د) معهد اقتصاد الطاقة الياباني: إنتاج النفط الخام وسوائل الغاز في العالم، *Crude oil & NGLs production*.

(2) نسبة استهلاك النفط من استهلاك الطاقة الأولية في العالم:

(أ) وكالة الطاقة الدولية: نسبة عرض النفط من العرض العالمي للطاقة الأولية *Oil of world total primary energy supply*.

(ب) إدارة معلومات الطاقة الأمريكية: نسبة استهلاك النفط من الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية *Oil of world total primary energy consumption*.

(ج) منظمة أوبك: نسبة الطلب على النفط إلى الطلب العالمي على الطاقة الأولية *Oil of world primary energy demand*.

(د) معهد اقتصاد الطاقة الياباني: نسبة استهلاك النفط من الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية *Oil of world primary energy consumption*.

مصادر الورقة

مرزا، علي (2016) "اتفاقية المناخ الدولية والطلب المستقبلي على النفط"، الموقع *الإلكتروني للمركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات*، 4 شباط/فبراير. أعيد النشر في مرزا، علي (2021) *اوراق اقتصادية ونفطية – العراق والعالم*، كتاب إلكتروني مجاني، منشورات شبكة الاقتصاديين العراقيين، شباط/فبراير.

Hascakir, B (2020) 'Environmental Impact of Oil and Gas Production: Gas Emission'. *University of Belgrade SPE Student Chapter*. YouTube video, December. https://www.youtube.com/watch?v=6ZzDNmNm2MA.

International Energy Agency, IEA (2021a) *Global Energy Review*, April.

_____ (2021b) *World Energy Outlook 2021*, October 13.

_____ (2021c) *World Energy Outlook 2021: Launch Event*, 13 October, Streamed live on October 13, 2021, https://www.youtube.com/watch?v=rnum4VH6sh0.

_____ (2021d) WEO Week: Hopes for COP26 and beyond, Streamed live on October 18, 2021, https://www.youtube.com/watch?v=2FKT4mW7Q3M.

_____ (2021e) WEO Week: Energy security in transition - orderly or disorderly? Streamed live on October 19, 2021, https://www.youtube.com/watch?v=FAp5lfGaQhg.

_____ (2021f) WEO Week: Electricity sector transitions: policy and finance. Streamed live on October 20, 2021, https://www.youtube.com/watch?v=ZHrI_lGj5H0,

_____ (2021g) WEO Week: Sectoral transitions to new energy industries. Streamed live on October 21, 2021, https://www.youtube.com/watch?v=gtzZCHqYBxE.

_____ (2021h) WEO Week: How can social and economic dimensions be core elements of transitions? Streamed live on October 22, 2021, https://www.youtube.com/watch?v=YG0Ip9iQ-gM.

Energy Information Administration, EIA (2021a) *International Energy Outlook 2021*, October 6.

_____ (2021b) *International Energy Outlook 2021*, *Launch Event*, Center for Strategic & International Studies, *CSIS*, October 6, https://www.youtube.com/watch?v=kbVtfYwqlqc.

Institute of Energy Economics, Japan, IEEJ (2020) *IEEJ Outlook 2021: Energy transition in the post corona world*, October.

_____ (2021) *IEEJ Outlook 2022: Energy Supply and Demand Outlook by 2050,* Slides Presentation, November 16, https://eneken.ieej.or.jp/data/9937.pdf.

OPEC (2019) *2019 World Oil Outlook 2040*, November.

_____ (2021a) *2021 World Oil Outlook 2045*, September 28.

_____ (2021b) *2021 World Oil Outlook 2045*, *Launch Event*, September 28, https://www.opec.org/opec_web/en/multimedia/videoDetail.htm#6274611050001,1712183807983840543.

_____ (2021c) *Monthly Oil Market Report November*, November.

Washington Post (2021) 'The Glasgow climate pact, annotated', the final agreement of COP26, Glasgow, Scotland, UK, 13 November, https://www.washingtonpost.com/climate-environment/interactive/2021/glasgow-climate-pact-full-text-cop26/.

World Bank (2021) *Commodity Markets Outlook October 2021: Urbanization and Commodity Demand*, October.