

# UOFK PETRO مجلة

العنصر الأكثر وفرة في الكون،  
القادر على تسهيل التحوّل الطاقوي  
بكفاءة

ويتضمن العدد أيضًا:

- وقود النمو: كيف يُشكّل النفط ملامح الاقتصاد الحديث
- ما وراء اللهب: التكلفة الخفية لحرق الغاز في الشعلات
- داخل المكمن: المحاكاة التي تقود مستقبل الطاقة

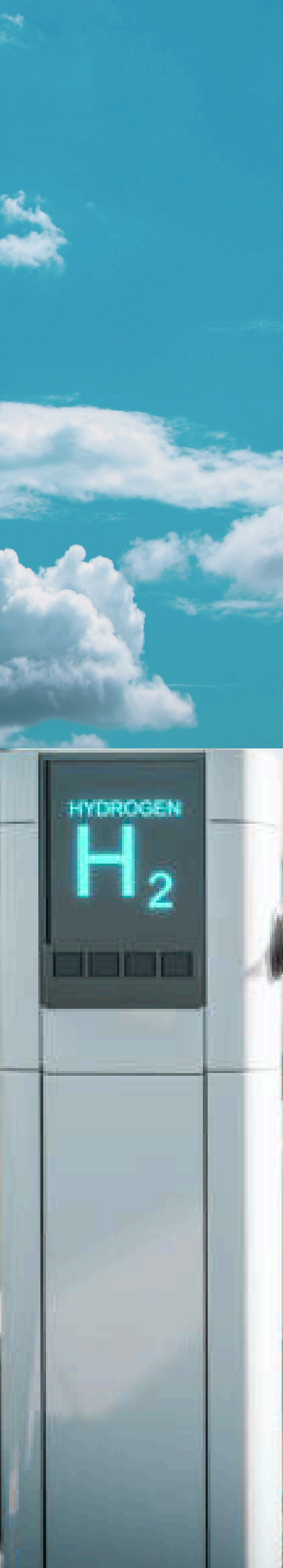
# فهرس المحتويات

- ٣      الاقتصاد والدول المنتجة للنفط
- ٥      حرق الغاز في الشعلات: الهدر الخفي  
         في إنتاج النفط
- ٧      محاكاة المكامن: التطبيقات  
         والتطورات
- ٩      الهيدروجين: وقود المستقبل؟

**المؤلفون:**

أمامة ياسبار نور الدين  
جود هاشم سلطان  
محمد متولي علي  
مصعب حسين آدم

**إعادة التصميم:**  
محمد مأمون



# الاقتصاد والدول المنتجة للنقط



**الاقتصاد  
الرأسمالي**  
ملكية القطاع الخاص  
وتحكمه في الأعمال



**الاقتصاد  
الاشتراكي**  
تملك الدولة  
وسائل الإنتاج وتديرها



**الاقتصاد  
المخطط**  
سلطة مركزية  
تخطط الإنتاج



**اقتصادات الدول  
النامية والمتقدمة**  
مراحل مختلفة  
من التنمية



**الاقتصاد  
المختلط**

**اقتصاد  
السوق الحر**  
لا توجد سلطة  
مركزية

أصل كلمة "اقتصاد" (economy) مشتق من كلمتين يونانيتين: "أويكوس" (Oikos) بمعنى المنزل، و"نيمين" (Nemein) بمعنى الإدارة. وببساطة، يصف الاقتصاد حال الدولة من حيث الإنتاج والتوزيع والتجارة، فضلاً عن استهلاك السلع. توجد أنواع عدة من الأنظمة الاقتصادية، وفيما يلي أبرزها:

## ١. الاقتصاد الاشتراكي

في هذا النظام تكون جميع الكيانات ووسائل الإنتاج، من مزارع ومصانع، مملوكة للمجتمع وتعود في جوهريها إلى الدولة (دون ملكية فردية). مثال ذلك الاتحاد السوفييتي (روسيا).

## ٢. الاقتصاد الرأسمالي

هو نقيض النظام السابق، إذ يؤدي القطاع الخاص الدور المهيمن في التحكم بالاقتصاد. وبعد انهيار الاتحاد السوفييتي، تبنت جميع الدول تقريباً هذا النظام. ومن الدول الرأسمالية المعروفة هونغ كونغ والهند والإمارات العربية المتحدة.

## ٣. الاقتصادات النامية والمتقدمة

في الاقتصادات النامية تكون الزراعة المصدر الرئيس للدخل، مع نمو سكاني سريع، وضعف في استغلال الموارد الطبيعية، وتدنٍ في متوسط دخل الفرد ومستوى المعيشة، وبنية اجتماعية واقتصادية غير متوازنة، وبنية تحتية متخلفة، وغير ذلك. أما في الاقتصادات المتقدمة فمستوى المعيشة مرتفع وتكوين رأس المال أعلى.

## ٤. اقتصاد السوق الحر

في هذا النظام توجد ديمقراطية اقتصادية كاملة، ولا توجد سلطة مركزية تنسق الأنشطة الاقتصادية أو توجهها. فهناك حرية اقتصادية دون رقابة أو قيود. وتُعد الولايات المتحدة وسنغافورة من أفضل الأمثلة على الدول التي تتبع نموذج السوق الحر.

## ٥. الاقتصاد المخطط

في هذا النظام تؤدي سلطة مركزية دوراً حاسماً في التخطيط، سواء كان الاقتصاد رأسمالياً أم اشتراكياً. وتُعد النظم الشيوعية والاشتراكية من أبرز أمثلة الاقتصادات المخططة.

## ٦. الاقتصاد المختلط

يجمع هذا النظام بين مشروعات القطاع الخاص والمشروعات الحكومية. فهو يحمي الملكية الخاصة، ويتيح في الوقت نفسه قدرًا من الحرية الاقتصادية في استخدام رأس المال، مع السماح للحكومة بالتدخل في النشاط الاقتصادي لتحقيق الأهداف الاجتماعية.

## اقتصاد النفط

يتضح من المصطلح نفسه أن اقتصاد النفط يعني اعتماد الدولة على إيرادات تصدير النفط في دعم اقتصادها. ومعظم هذه الاقتصادات رأسمالية أو مخططة.

وعلى الرغم من أن البيانات تُظهر الآثار الضارة للوقود الأحفوري، فإن معظم الدول ما زالت تعتمد على هذا المصدر للطاقة، وكثيرًا ما يصبح العمود الفقري لاقتصادها. وقد نقلت بعض الأمثلة على الدول الأكثر اعتمادًا على النفط من قائمة تضم ٢٥ دولة أعدها ستاكر (Stacker) بالاستناد إلى بيانات البنك الدولي، وهي: ربع النفط كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي، وصادرات الوقود كنسبة من الصادرات السلعية للدولة.

### ١. الكويت

إيرادات النفط كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي (٢٠١٦): ٤٤,٠٣%  
صادرات الوقود كنسبة من الصادرات السلعية (٢٠١٧): ٨٩,٦٩%  
يُعد النفط أكبر صناعة في الكويت، إذ يشكل ما يقارب نصف ناتجها المحلي الإجمالي. وتنتج شركة نفط الكويت، وهي شركة نفط حكومية، نحو ٢,٧ مليون برميل من النفط يوميًا. وكانت الكويت من الدول الخمس المؤسسة لمنظمة أوبك (OPEC) وما زالت عضوًا فيها حتى اليوم.

### ٢. العراق

إيرادات النفط كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي (٢٠١٦): ٤٢,٤١%  
صادرات الوقود كنسبة من الصادرات السلعية (٢٠١٧): ٩٩,٩٩%  
بدأ أقدم تنقيب عن النفط في منطقة العراق الحديثة في عهد الإمبراطورية العثمانية في القرن العشرين. وتقدر الأمم المتحدة أن ٩٩% من إيرادات العراق تأتي من النفط. ومع وجود ما يُقدَّر بنحو ٥٠ إلى ٢٠٠ مليار برميل من النفط لم تُكتشف بعد، يمتلك العراق أكبر سوق غير مستغلة في العالم.

### ٣. جمهورية الكونغو

إيرادات النفط كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي (٢٠١٦): ١٩,٤٢%  
صادرات الوقود كنسبة من الصادرات السلعية (٢٠١٤): ٦١,٨٦٨%  
بدأ إنتاج النفط في جمهورية الكونغو في سبعينيات القرن الماضي وما زال في توسع. فقد رفع الرئيس دينيس ساسو نغيسو الإنتاج إلى ٣٥٠ ألف برميل يوميًا في عام ٢٠١٨، بنمو بلغ ٢٥% مقارنة بعام ٢٠١٧. ويتناقض ذلك مع بعض الدول الأفريقية الأخرى التي يتراجع إنتاجها.

### ٤. السودان

إيرادات النفط كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي (٢٠١٦): ٠,٥٩%  
صادرات الوقود كنسبة من الصادرات السلعية (٢٠١١): ٩٠,٨٦٢%

تواجه الدول المعتمدة على اقتصاد النفط تحديات كبيرة، ليس بسبب تقلب أسعار النفط فحسب، بل أيضًا بسبب ضعف التنوع الإنتاجي (أي غياب تنوع المنتجات المصدرة من البلد) في معظم هذه الدول. وقد مضى الوقت دون جهد كافٍ للتنوع، ليس بسبب تدني التوقعات فقط، بل أيضًا بسبب الإهمال والانشغال بأمور أخرى صرفت الانتباه في اتجاهات خاطئة. وأبرز التحديات أمام الدول النفطية: التعامل مع الوضع الراهن، وتمويل الموازنات، وتغيير هيكل الإنفاق وكذلك الإيرادات. وهذه التحديات جسيمة لأن الوقت يمضي بسرعة، ليس بسبب العوامل الاقتصادية الملحة فحسب، بل أيضًا بسبب الوضع السياسي المتوتر في المنطقة بأسره.



# حرق الغاز في الشعلات

## الهدر الخفي في إنتاج النفط

في أنظمة إنتاج النفط، تُهدر كميات هائلة من الغاز الطبيعي أثناء الاستخراج. ويحدث ذلك حين تُخَطَّط مشروعات النفط دون توفير منفذ إلى سوق الغاز. وتُعرف هذه الممارسة بحرق الغاز في الشعلات (Gas flaring)، وتحدث لأسباب عدة، منها القيود السوقية والاقتصادية، وضعف التشريعات، وغياب الإرادة السياسية.

### ما المقصود بحرق الغاز؟

شعلة الغاز (برج الحرق) جهاز لاحتراق الغاز يُستخدم في المنشآت الصناعية مثل مصافي النفط ومواقع استخراج النفط والغاز.

وعندما يوجد الغاز الطبيعي داخل مكامن النفط، لا يملك المشغلون عادةً سوى خيارات قليلة:

1. الاستفادة من الغاز في الموقع، مثل إعادة حقنه في باطن الأرض أو استخدامه في توليد الطاقة.
2. حرق الغاز في الشعلة أو تنفيسه في الجو، علمًا بأن التنفيس أسوأ على البيئة من الحرق.

ويُعرف معظم الحرق اليوم بالحرق الروتيني، وهو يحدث أثناء عمليات الإنتاج العادية. غير أن الحرق يحدث أيضًا كإجراء لحماية المنشأة، كما في حالة تراكم ضغط الغاز نتيجة تغيّر مفاجئ في ظروف التشغيل.

### الأثر البيئي

يحتوي الغاز المحروق غالبًا على مواد ضارة، مثل كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ ) وثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) والميثان ( $CH_4$ ). ويؤدي الاحتراق غير الكامل لهذه الغازات إلى انبعاث كميات كبيرة من غازات الدفيئة، وخاصة الميثان، مما يسهم إسهامًا كبيرًا في الاحترار العالمي وتغيّر المناخ. ويؤدي ذلك إلى مشكلات بيئية مثل الأمطار الحمضية التي تضر بالزراعة والغابات. وثمة حقيقة صادمة: فالغاز المصاحب الذي يُحرق ينتج عنه أكثر من ٤٠٠ مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنويًا.

### أسباب حرق الغاز

يُحرق في العالم كل عام نحو ١٤٤ مليار متر مكعب من الغاز، وهي كمية يمكن أن تزود أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى بالطاقة بأكملها.

ومع ذلك، يظل الحرق ضروريًا في بعض الحالات:

1. دواعي السلامة: ينطوي استخراج النفط والغاز ومعالجتهما على ضغوط عالية جدًا وغير مستقرة، وقد تسبب انفجارات إذا لم تُدار بأمان.
2. الدواعي الاقتصادية: لا تُنتج بعض المكامن غازًا مصاحبًا بكميات ثابتة أو كبيرة، فيصبح التقاطه واستخدامه غير مجدٍ اقتصاديًا. وفي هذه الحالات يُحرق الغاز عادةً.



## بدائل حرق الغاز في الشعلات

لحسن الحظ، توجد عدة بدائل اقتصادية ومستدامة للحرق. ويمكن لهذه الطرق أن تقلل الانبعاثات مع رفع كفاءة الطاقة.

- **توليد الكهرباء من غاز الشعلات:** يمكن استخدام الغاز المسترجع من آبار النفط في توليد الكهرباء للاستخدام المحلي أو لتزويد المجتمعات المجاورة.

- **الغاز الطبيعي المسال (LNG):** يسهّل إسالة الغاز المصاحب وتخزينه ونقله ويجعله أكثر أمانًا. ويمكن استخدام الغاز المسال في الطهي والتدفئة والأغراض الصناعية.

- **إعادة حقن الغاز في الاسترداد الثانوي للنفط:** يمكن إعادة حقن الغاز الطبيعي المسترجع في الآبار المتقدمة للحفاظ على الضغط وتعزيز استخلاص النفط.

- **المواد الخام للمصانع البتروكيميائية:** يمكن استخدام الغاز الطبيعي مادةً خامًا لإنتاج الأمونيا ووقود الهيدروجين ومواد مثل المطاط والزجاج والصلب والدهانات.

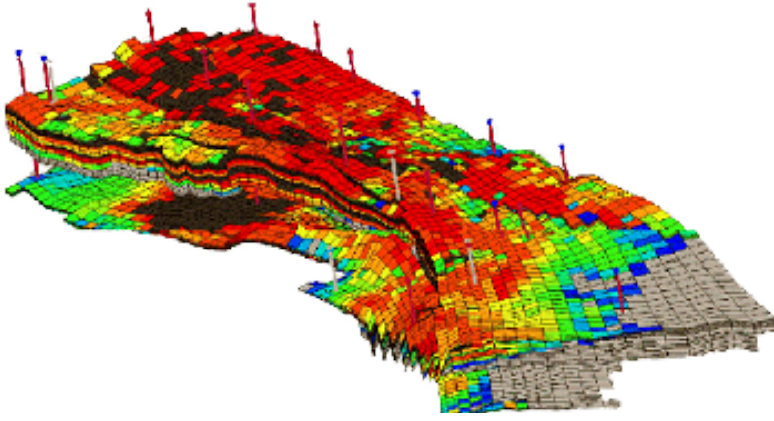
وأخيرًا، فإن إدراج تقنيات الاستفادة من الغاز وخفض الحرق في تصميم مشروعات النفط الجديدة يساعد المشغلين على تجنب الحرق بتكلفة أقل، ويقلل الأثر البيئي.

ويمكن تجنب حرق الغاز بسهولة أكبر من مصادر كثيرة أخرى لانبعاثات غازات الدفيئة. فالغاز الذي يُهدر حاليًا يمكن أن يُستخدم بدلًا من ذلك استخدامًا منتجًا، مما يقلل التلوث ويدعم احتياجات الطاقة في الوقت نفسه. وبتطبيق تقنيات فعالة وسياسات أقوى، تستطيع صناعة النفط تحويل الغاز المحروق من مصدر للضرر إلى مصدر للفرصة.



# محاكاة المكامن التطبيقات والتطورات

تناولنا في الجزء الأول من موضوعنا محاكاة المكامن. وقد تطرّق حديثنا عن أساسيات محاكاة المكامن إلى جوانب مهمة عدة، منها عناصر دراسة المحاكاة، والأساليب العددية المستخدمة في المحاكيات الحديثة، والمكوّنات الرئيسة لمحاكاة المكامن. وفي هذا الجزء سنستعرض استخدامات محاكاة المكامن وتطبيقاتها، إضافة إلى فوائدها.



تستخدم شركات النفط والغاز نماذج محاكاة المكامن لتطوير الحقول الجديدة والتنبؤ بالإنتاج في الحقول القائمة، مما يدعم قرارات الاستثمار. ولأن بناء نموذج متين وموثوق وصيانتَه يستغرقان وقتاً طويلاً ويكلفان كثيراً، فإن النماذج لا تُبنى عادةً إلا عندما تكون هناك قرارات استثمارية كبيرة. وقد أتاحَت التطورات في برمجيات المحاكاة الآن تطوير النماذج بسرعة أكبر وتشغيلها على الحواسيب الشخصية، مما يقلل الحاجة إلى محطات العمل الباهظة.

وفي تطوير الحقول الجديدة، يمكن لنماذج المحاكاة أن تساعد في تحديد عدد الآبار المطلوبة، وأمثلة تجهيزات إكمال الآبار، ومتطلبات الرفع الصناعي، ومستويات الإنتاج المتوقعة.

وفي إدارة المكامن أثناء الإنتاج، يمكن للنماذج أن تساعد في تحسين استخلاص النفط عبر التكسير الهيدروليكي، كما يمكنها تمثيل الآبار الأفقية أو شديدة الانحراف. ويمكن تصميم التكسير الهيدروليكي باستخدام برمجيات متخصصة، ثم تُدمج التحسينات الناتجة في إنتاجية الآبار ضمن نموذج الحقل.

كما تساعد المحاكاة في تقييم التحسينات المستقبلية في استخلاص النفط باستخدام الحفاظ على الضغط، مثل إعادة حقن الغاز المنتج أو حقن الماء في طبقة مائية. وتُستخدم محاكاة المكامن عادةً لتحسين استراتيجيات الغمر المائي، وزيادة كفاءة إزاحة النفط.

## استخدامات وتطبيقات محاكاة المكامن

تستخدم شركات النفط والغاز  
نماذج محاكاة المكامن لتطوير  
حقول جديدة والتنبؤ بالإنتاج



يمكن تطوير النماذج  
بسرعة أكبر باستخدام  
برمجيات المحاكاة



تساعد النماذج في تحسين  
مواقع الآبار والإنتاج

تستخدم المحاكاة في الاسترداد  
المحسن للنفط (EOR) وإنتاج  
النفط الثقيل



يتطلب الاسترداد المحسن للنفط (EOR) توافر خصائص معينة في الحقل كي ينجح، ويمكن لدراسات النماذج أن تساعد في تقييم هذه الظروف. وتطبق عمليات متعددة للاسترداد المحسن، مثل الإزاحة الامتزاجية باستخدام غازات كثاني أكسيد الكربون أو النيتروجين، والغمر الكيميائي باستخدام البوليمرات أو القلويات أو المواد الخافضة للتوتر السطحي، أو خليط منها. وتتطلب هذه العمليات إمكانات متخصصة في برمجيات المحاكاة، وفي بعض تطبيقات الإزاحة الامتزاجية قد يشكل التشتت العددي (أو "تلطخ" جبهة الغمر) تحديًا.

وتستخدم محاكاة المكامن على نطاق واسع أيضًا لزيادة إنتاج النفط من الرواسب النفطية الثقيلة. فحقن البخار أو الماء الساخن يخفف لزوجة النفط، فيتحسن الاسترداد. وهناك أسلوبان رئيسان قائمان على البخار: الغمر بالبخار، والحقن الدوري للبخار (حيث يُحقن البخار في بئر ثم يُنتج النفط منها). ويتطلب التمثيل الدقيق لهذه العمليات مراعاة انتقال الحرارة إلى الموائع والتكوين الصخري، وما يتبعه من تغير في الخصائص، والفواقد الحرارية خارج التكوين.

ومن التطبيقات الحديثة لمحاكاة المكامن نمذجة إنتاج ميثان طبقات الفحم (CBM). وتتطلب محاكاة هذا النوع من الإنتاج برمجيات متخصصة، وفضلًا عن بيانات التكوين المتشقق القياسية، فإنها تحتاج إلى محتوى الغاز عند الضغط الابتدائي، ومنحنيات الامتزاز، ومعاملات الانتشار، ومعاملات لتقدير التغير في النفاذية المطلقة الناتج عن استنزاف ضغط المسام وانزياح الغاز من الصخر.



# الهيدروجين

## وقود المستقبل؟

للإيدروجين والطاقة تاريخ طويل مشترك. فقد استحوذت أولى تجارب التحليل الكهربائي للماء وخلايا الوقود على اهتمام المهندسين في القرن التاسع عشر. واستُخدم الإيدروجين وقودًا لأول محرك احتراق داخلي قبل أكثر من ٢٠٠ عام. كما وفر قوة الرفع للمناطيد والسفن الهوائية في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، ودفع البشرية إلى القمر في ستينيات القرن العشرين. وأسهم الإيدروجين في سماء الأمونيا (المنتج من الوقود الأحفوري، وقبل ذلك من الكهرباء والماء) في إطعام سكان العالم المتزايدين. ويُستخدم الإيدروجين المنتج في إنتاج سماد الأمونيا، وهو عنصر غذائي مهم للمحاصيل.

### أسباب الاهتمام بالإيدروجين:

- طاقة نظيفة، دون تلوث.
- العنصر الأكثر وفرة في الكون.
- أخف أنواع الوقود.
- الأغنى بالطاقة لكل وحدة كتلة.
- يمكن إنتاجه من الماء.
- يتيح التحويل المباشر إلى طاقة حرارية وميكانيكية وكهربائية.

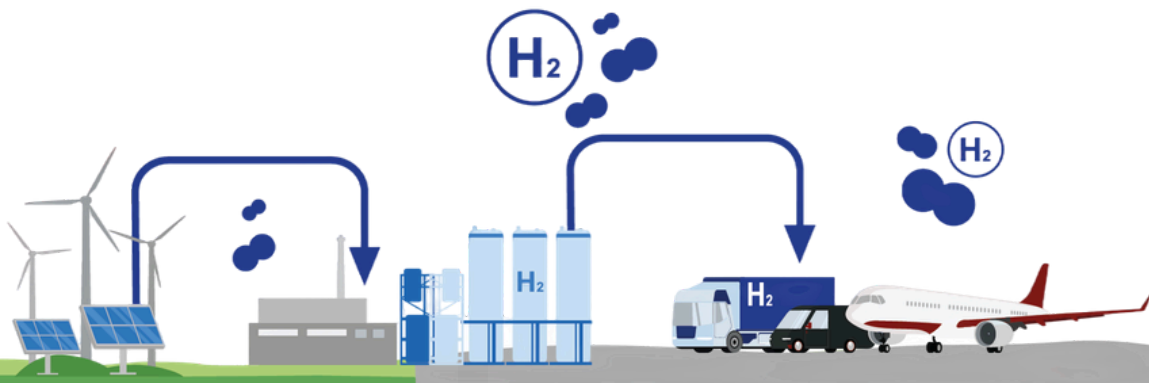
### ما الإيدروجين الأخضر والأزرق وغيرهما؟

يتطلب إنتاج الإيدروجين طاقة، لأن ذرات الإيدروجين لا توجد منفردة في الطبيعة، بل ترتبط دائمًا تقريبًا بعنصر آخر. وعلى الأرض يتوافر الإيدروجين بكثرة خاصة في صورة ماء ( $H_2O$ ). ويتطلب الحصول على إيدروجين نقي كسر هذه الروابط الجزيئية.

وفي صناعة الطاقة، يوصف الإيدروجين غالبًا بمجموعة من "الألوان" اختصارًا لطريقة إنتاجه، مثل الأزرق والأخضر والوردي والأصفر. ومن طرق إنتاج الإيدروجين عملية تسمى التحليل الكهربائي، يُمرَّر فيها التيار الكهربائي عبر الماء لفصله إلى إيدروجين وأكسجين.

- **الإيدروجين الأخضر** يُنتج عندما تأتي الكهرباء المستخدمة في التحليل الكهربائي من مصادر متجددة، مثل الرياح أو المياه أو الطاقة الشمسية.

- **الإيدروجين الأزرق** يُنتج من الغاز الطبيعي عبر عملية تسمى إصلاح الميثان بالبخر، حيث يُخلط الغاز الطبيعي ببخار شديد الحرارة ومحفز. ويحدث تفاعل كيميائي ينتج الإيدروجين وأول أكسيد الكربون. ثم يُضاف الماء لتحويل أول أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون ومزيد من الإيدروجين. وإذا تُقطعت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وحُزنت تحت الأرض، تُعد العملية محايدة كربونيًا، ويسمى الإيدروجين الناتج "الإيدروجين الأزرق".



**الهيدروجين الأخضر**  
يُنتج بالتحليل الكهربائي  
باستخدام مصادر الطاقة المتجددة



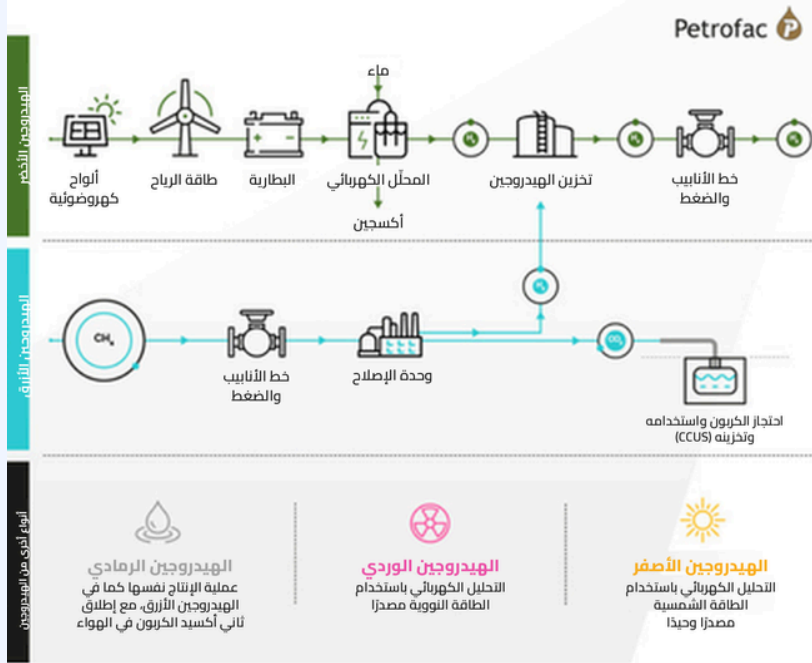
**الهيدروجين الأزرق**  
يُنتج من الغاز الطبيعي مع  
احتجاز الكربون وتخزينه



**الهيدروجين الوردي**  
يُنتج بالتحليل الكهربائي  
باستخدام الطاقة النووية



**الهيدروجين الأصفر**  
يُنتج بالتحليل الكهربائي  
باستخدام الطاقة الشمسية



غير أن هناك بعض الجدل حول الهيدروجين الأزرق، لأن إنتاج الغاز الطبيعي ينتج عنه حتمًا انبعاثات ميثان من ما يُسمّى التسريبات المنفلتة (Fugitive leaks)، وهي إطلاقات غير مقصودة للميثان أثناء الحفر والاستخراج والنقل. وعلى الرغم من أن الميثان لا يبقى في الغلاف الجوي مدة بقاء ثاني أكسيد الكربون نفسها، فهو غاز دفيئة أشد فاعلية بكثير. وعلى مدى ١٠٠ عام، يمكن أن يعادل طن واحد من الميثان ما بين ٢٨ و ٣٦ طنًا من ثاني أكسيد الكربون، بحسب وكالة الطاقة الدولية (IEA).

- **الهيدروجين الوردي** مشابه للهيدروجين الأخضر، لكنه يُنتج بالتحليل الكهربائي باستخدام الطاقة النووية.
- **الهيدروجين الأصفر** شكل آخر يُنتج بالتحليل الكهربائي، لكن باستخدام الطاقة الشمسية وحدها (على خلاف الهيدروجين الأخضر الذي قد يستخدم مزيجًا من المصادر المتجددة، مثل الرياح أو الشمس).

### هل المستقبل متعدد الألوان؟

يُتوقع أن يتحول مستقبل الهيدروجين من الرمادي، مرورًا بالأزرق، وصولًا إلى الأخضر. والواضح أن للهيدروجين دورًا مهمًا في التحوّل الطاقى العالمي.

ولنأخذ المملكة المتحدة، إحدى أسواق بتروفاك (Petrofac) الرئيسة، مثالاً. فنظام الطاقة الوطني فيها يتطور بسرعة، إذ تسعى إلى بلوغ هدفها الملزم قانوناً بصفر انبعاثات صافية بحلول عام ٢٠٥٠. ورغم أن المملكة المتحدة غير مرجّح أن تنتج كميات كافية من الهيدروجين الأخضر لتلبية الهدف والطلب معًا على المدى القريب، فمن المحتمل أن نشهد مرحلة انتقالية مدتها ٢٠ إلى ٣٠ عامًا يؤدي فيها الهيدروجين الأزرق دورًا محوريًا.

وهنا يمكن لصناعة النفط والغاز، ومنها بتروفاك، أن تسهم عبر توظيف المعرفة والقدرات القائمة القابلة للنقل لإنتاج الهيدروجين الأزرق من خلال احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه (CCUS). ويمكن استخدام البنية التحتية البحرية القائمة في المملكة المتحدة لنقل ثاني أكسيد الكربون إلى المكامن البحرية، إما للاسترداد المحسّن للنفط (EOR) للحفاظ على ضغط المكامن، أو إلى المكامن المستنزفة للتخزين الآمن طويل الأمد.

ولتلبية الطلب العالمي المتنامي على الطاقة مع تحقيق أهداف كفاءة الطاقة الوطنية والدولية، تستكشف الصناعة كل تقنية ممكنة. فللهيدروجين الأزرق والأخضر كليهما إمكانات كبيرة، وسيؤديان دورين حيويين في التحوّل الطاقى. وبفضل خبرتنا وكفاءتنا، نحن مستعدون لدعم هذا التحوّل. ومع استمرار تطور أنظمة الطاقة حول العالم، نحن على يقين بأننا سنسمع الكثير عن الهيدروجين في السنوات المقبلة.

# المراجع

## الاقتصاد والدول المنتجة للنفط

- TYPES OF ECONOMY: DEFINITION, TYPES & MORE | LEVERAGE EDU (أنواع الاقتصاد: التعريف والأنواع وغيرها)
- COUNTRIES MOST DEPENDENT ON OIL | STACKER (الدول الأكثر اعتمادًا على النفط)

## حرق الغاز في الشعلات: الهدر الخفي في إنتاج النفط

- WHAT IS GAS FLARING, WHY IS IT DONE | GEERON (ما حرق الغاز ولماذا يُنقَذ)
- GAS FLARING REDUCTION / GAS FLARING EXPLAINED | WORLD BANK (خفض حرق الغاز / شرح حرق الغاز)
- TRACKING FLARING EMISSIONS | IEA (تتبع انبعاثات الحرق)
- GAS FLARING IS A MAJOR SOURCE OF THE TWO MAJOR GREENHOUSE GASES | SCIRP (حرق الغاز مصدر رئيس لغازي الدفيئة الرئيسيين)

## الهيدروجين: وقود المستقبل؟

- IEA REPORT: THE FUTURE OF HYDROGEN (تقرير وكالة الطاقة الدولية: مستقبل الهيدروجين)
- PETROFAC (بتروفاك)
- HYDROGEN: THE FUEL FOR THE 21ST CENTURY (الهيدروجين: وقود القرن الحادي والعشرين)
- I.P. JAIN, 2009. SCIENCEDIRECT (آي. بي. جاين، ٢٠٠٩. ساينس دايركت)

## وسائل التواصل الاجتماعي

SPEUOFKCHAPTER@

## البريد الإلكتروني

UOFKSPECHAPTER@GMAIL.COM

© ٢٠٢٥ جميع الحقوق محفوظة للفرع الطلابي لجمعية مهندسي البترول (SPE) – جامعة الخرطوم.

