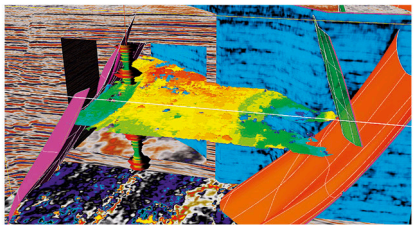
energy4me
energy4me.org



النفط والغاز الطبيعي

اكتشف قصة النفط
والطرق العديدة التي
شكل بها وجه الحياة
في عالمنا المعاصر

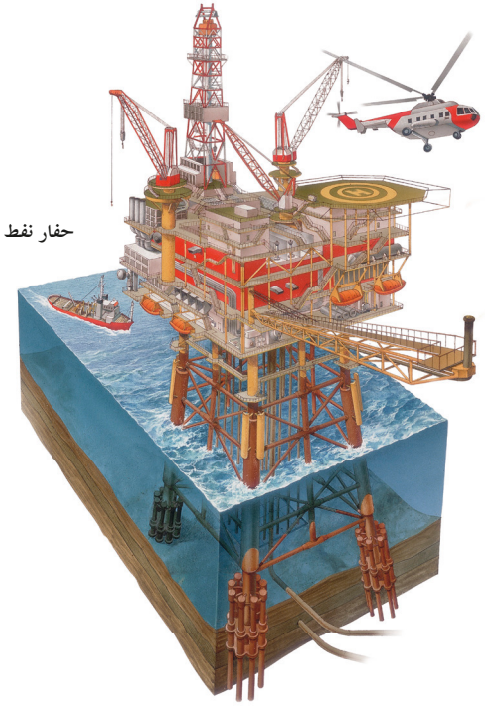
SPE International
Society of Petroleum Engineers

الإصدار الثالث

يشتعل موقد المخيمات
اعتمادًا على حرق البيوتان المشتق
من الغاز الطبيعي

النفط والغاز الطبيعي

لقمة مثقاب في
حفار نفط



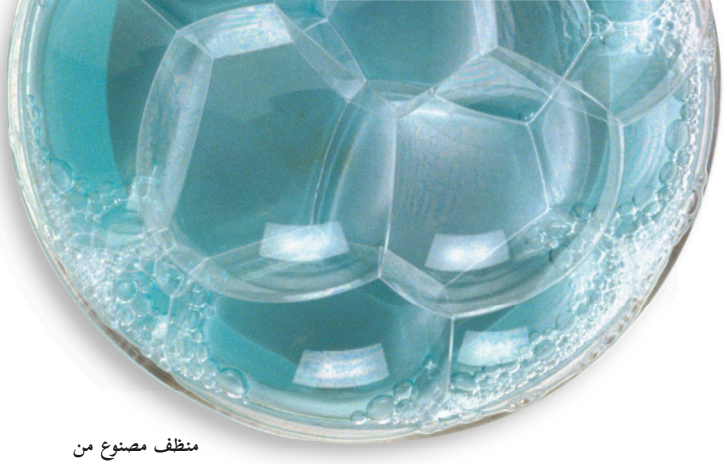
حفار نفط بعيد عن الشاطئ

مقدمة من جمعية مهندسي البترول

SPE International
Society of Petroleum Engineers

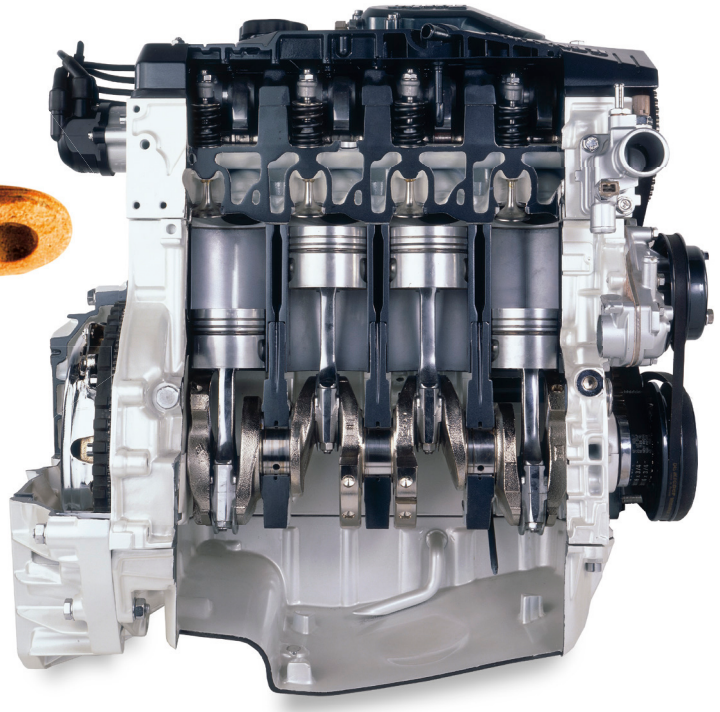
DK

energy4me®
energy4me.org



منظف مصنوع من
البتروكيماويات

مصباح زيتي
روماني

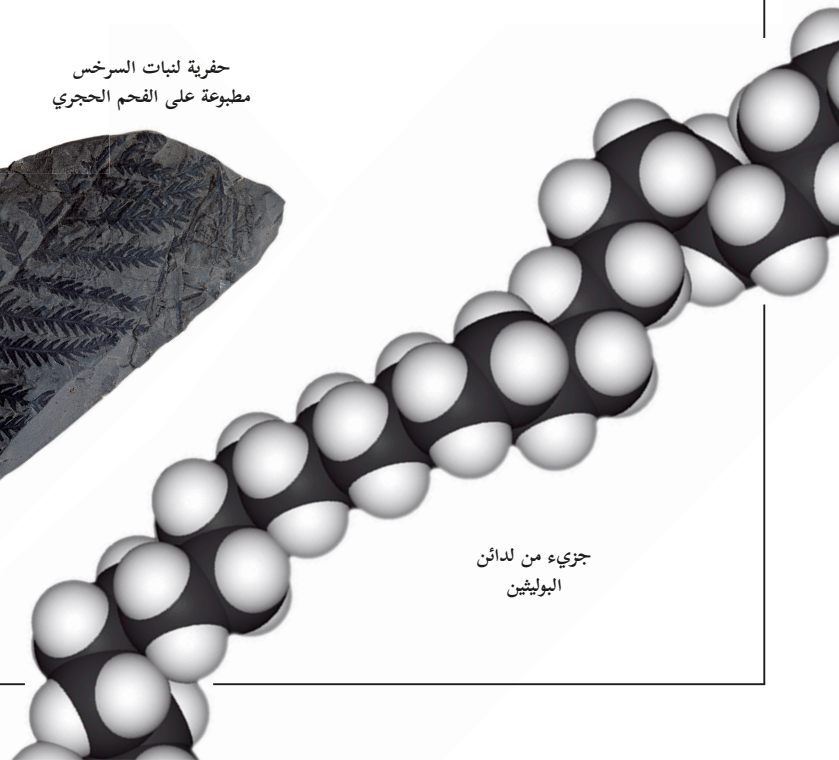


محرك احتراق داخلي

شاحنة تعمل
بمحرك ديزل

حفرية لنبات السرخس
مطبوعة على الفحم الحجري

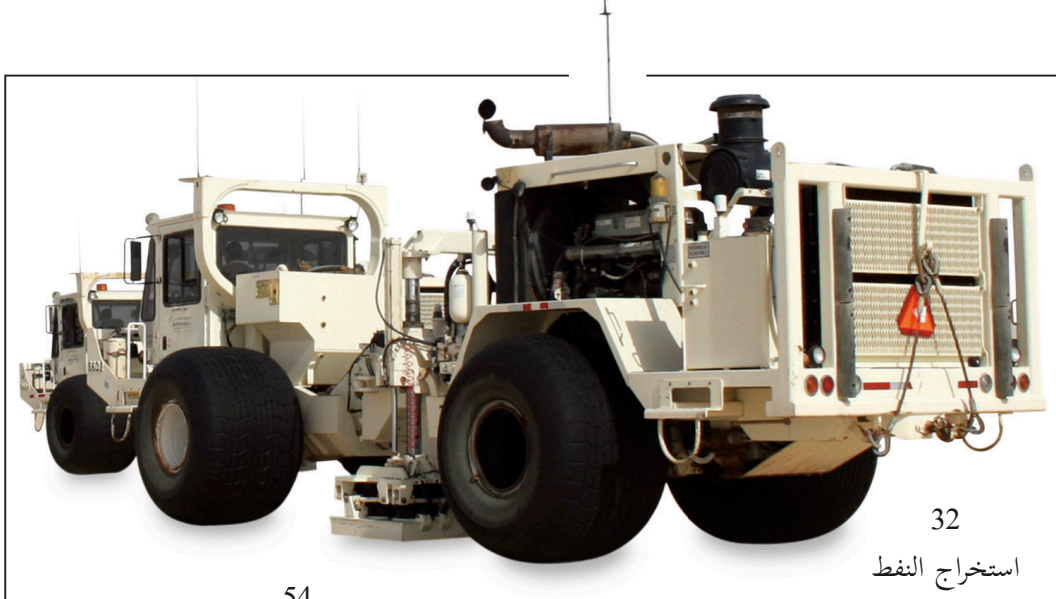
سلة من عناصر التغليف
القابلة لإعادة التدوير



جزيء من لدائن
البوليثين

المحتـــويات

6
النفط... الملك المتوج
8
النفط في الماضي
10
استخدام النفط في الإضاءة
12
فجر عصر النفط
14
احتياطيات النفط الضخمة
16
ما هو النفط؟
18
من أين يأتي النفط؟
20
الغاز الطبيعي
22
الغاز الطبيعي غير التقليدي
24
مصائد النفط
26
النفط الصلب
28
كيف يُعثر على النفط؟
30
التقنيات المتقدمة



شاحنة المسح الزلزالي

32
استخراج النفط
34
حفارات النفط البحرية
36
تقنيات أعماق البحار
38
خطوط أنابيب النفط
40
نقل النفط فوق مياه المحيط
42
تكرير النفط
44
الطاقة ووسائل المواصلات
46
مواد مصنوعة من النفط
48
اللدائن والبوليمرات
50
الثروات النفطية
52
الآثار السلبية للنفط
54
النفط والبيئة
56
الطلب والاستهلاك
58
الحفاظ على النفط
60
بدائل النفط
62
وقود توليد الكهرباء
64
عالم من فرص العمل
66
خدمة المجتمع
68
الخط الزمني
71
اكتشف المزيد
72
الكشاف

دُمى لبطات
بلاستيكية

نفط طافٍ على سطح الماء

Penguin Random House

This edition published in 2019
First published in the United States in 2007
by DK Publishing, 1450 Broadway, Suite 801,
New York, NY 10018

ISBN 978-0-7440-2280-3

Copyright © 2014, 2016, 2019 Dorling Kindersley Limited
A Penguin Random House Company

10 9 8 7 6 5 4 3 2
001-320543-Dec/19

All rights reserved under International
and Pan-American Copyright Conventions.
No part of this publication may be reproduced, stored
in a retrieval system, or transmitted in any form or by
any means, electronic, mechanical, photocopying,
recording, or otherwise, without the prior written
permission of the copyright owner.

Printed and bound in Dubai

A WORLD OF IDEAS:
SEE ALL THERE IS TO KNOW

www.dk.com

مجلات طُبعت بأحبار
مشتقة من النفط

DK
Managing editor Camilla Hallinan
Managing art editor Martin Wilson
Publishing manager Sunita Gahir
Category publisher Andrew Macintyre
DK picture library Myriam Megharbi
Pre-production Gillian Reid
Production Nancy-Jane Maun
Jacket designer Andy Smith
Custom publishing manager Michelle Baxter

Consultant Mike Graul

Revised edition Produced by Dynamo Limited

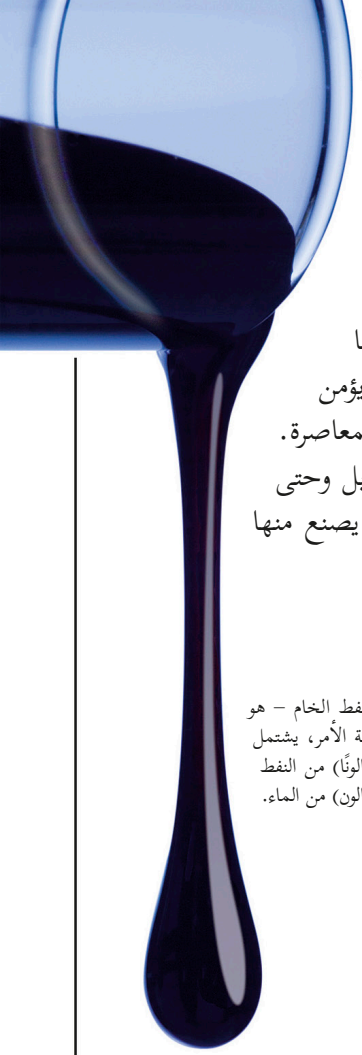
For Cooling Brown Ltd.:
Creative director Arthur Brown
Project editor Steve Setford
Art editor Tish Jones
Picture researcher Louise Thomas

هاتف قرصي

مصباح الكيروسين

النفط... الملك المتوج

مما لا شك فيه أن النفط هو عصب الحياة في عالمنا هذا، فقد استخدم الناس النفط منذ آلاف السنين، لكننا بدأنا خلال القرن الماضي في استهلاكه بكميات ضخمة، ارتفع استهلاك النفط في أمريكا، على سبيل المثال، من بضع عشرات آلاف برميل عام 1900 إلى قرابة 20 مليون برميل عام 2017 – أي ما يزيد على 840 مليون جالون (3.2 مليار لتر) في اليوم. النفط هو مصدر الطاقة الأكثر اعتمادية لدينا، فهو يؤمن الوقود اللازم لتشغيل وسائل النقل، والغاز الطبيعي المستخدم لتوليد الكهرباء التي تقوم عليها أنماط حياتنا المعاصرة. إن النفط هو مصدر الطاقة الأهم الآن، فهو يزودنا بالوقود اللازم لاستمرار عمل وسائل النقل والمواصلات، بل وحتى ببعض الحرارة المطلوبة لتوليد الكهرباء التي عليها يعتمد نمط حياتنا العصري. كما أن النفط هو مادة أوليةٌ يصنع منها الكثير من المواد الرئيسية، بما في ذلك معظم اللدائن.



أسرار السوق التجاري المركزي

يتناول الناس في بلدان العالم النامية مجموعة متنوعة من الأغذية أكثر من ذي قبل – والفضل في هذا يعود بشكل كبير إلى النفط، الذي هو مصدر الوقود الرئيسي الذي يشغل الطائرات والسفن والشاحنات التي تجلب الأغذية إلى المتاجر المحلية من جميع أنحاء العالم، كما أنه يزود سياراتنا التي نقودها إلى السوق التجاري بالوقود. وهو أيضًا العنصر الأساسي في صناعة أدوات التغليف البلاستيكية والطاقة التي تشغل المبردات، التي تحفظ الأغذية طازجةً.

تحمل الصهاريج الضخمة ما بين 15000 إلى 30000 لتر (4000 إلى 8000 جالون) أو أكثر من النفط

يحمي الصندوق الصلب المصنوع من لدائن البوليكربونات الأجهزة الإلكترونية الرقيقة بالداخل

الطاقة السائلة

النفط السائل غير المعالج – ما يطلق عليه النفط الخام – هو صورة من صور الطاقة شديدة التركيز. في حقيقة الأمر، يشتمل البرميل الواحد (الذي يعادل 159 لترًا / 42 جالونًا) من النفط على طاقة كافية لغلي حوالي 2700 لتر (700 جالون) من الماء.

النفط والغاز في عصر المعلومات

يبدو للمرء أن ثمة مسافة طويلة تصل إلى مليون ميل تفصل بين جهاز الكمبيوتر المحمول الأنيق صغير الحجم هذا وبين النفط الخام. مع هذا فبدون النفط ما كان لهذا الكمبيوتر أن يظهر للوجود. فالنفط لا يزودنا فقط بالمادة الأولية الأساسية لتشكيل لدائن البوليكربونات التي منها يُصنع صندوق الكمبيوتر، لكنه أيضًا يوفر لنا الطاقة اللازمة لصناعة معظم الأجزاء الداخلية له. قد يكون الغاز الطبيعي قد استخدم لتوليد الكهرباء المستخدمة لشحن بطاريات الكمبيوتر.

حرية التنقل

البنزين المستخرج من النفط الخام يستخدم لتشغيل السيارات التي تتيح لنا السفر والتجوال دون عناء وبسرعة لم نحلم بها فيما مضى. كما أن الكثير من الأشخاص يقودون سياراتهم إلى أماكن عملهم لمسافات كان قطعها يأخذ في الماضي أيامًا على ظهور الجياد. ولكن في ظل وجود أكثر من 1.2 مليار مركبة تعمل بالمحركات على الطرق في العالم أجمع، وهذا الرقم في ازدياد مستمر، فإن كمية النفط المحترق اللازمة للوصول إلى هذه الحركية وصلت إلى مستويات مذهلة، تقارب 2 مليار برميل كل شهر.

مدن لا تنام

إذا نظرنا إلى العالم من الفضاء ليلاً، فسنرى أن مدنه تتلألأ في الظلام مثل النجوم في السماء. وسطوع مدننا هذا لا يتحقق إلا باستهلاك كمية هائلة من الطاقة – التي يتم الحصول على الكثير منها من النفط. كل هذه الإضاءة تجعل المدن أكثر أمانا وتتيح القيام بالأنشطة الضرورية بشكل صحيح أثناء الليل.

صورة بالأقمار الصناعية لقارة آسيا ليلًا

ألواح التزلج

للنفط أيضًا دوره الذي يلعبه حتى في أبسط الأنشطة وأكثرها بدائيةً، فألواح التزلج – على سبيل المثال – لم تظهر إلا مع تطور العجلات المصنوعة من لدائن ذات قاعدة نفطية تعرف بالبولي يوريثان، التي تجمع ما بين القوة والانسيابية. لكن أهمية النفط لا تنتهي عند ذلك الحد. فثمة نوع آخر من اللدائن يُعرف باسم البولي ستايرين المتمدد وهو الذي يوفر المطاط القوي الذي تُصنع منه الخوذة التي يرتديها راكب لوح التزلج. وتتميز هذه المادة بأنها تُسحق بسهولة لتمتص أثر الصدمة. وهناك نوع ثالث من اللدائن ذات القاعدة النفطية وهو البولي إثيلين عالي الكثافة، الذي يُستخدم في صناعة واقيات الركبتين والمرفقين.

خوذة ماصة لتأثير الصدمات

واقٍ سميك للركبة مصنوع من لدائن البولي إثيلين عالي الكثافة

عجلات انسيابية ومتينة مصنوعة من البولي يوريثان

صهريج من الألومنيوم

القمح

النفط في المزرعة

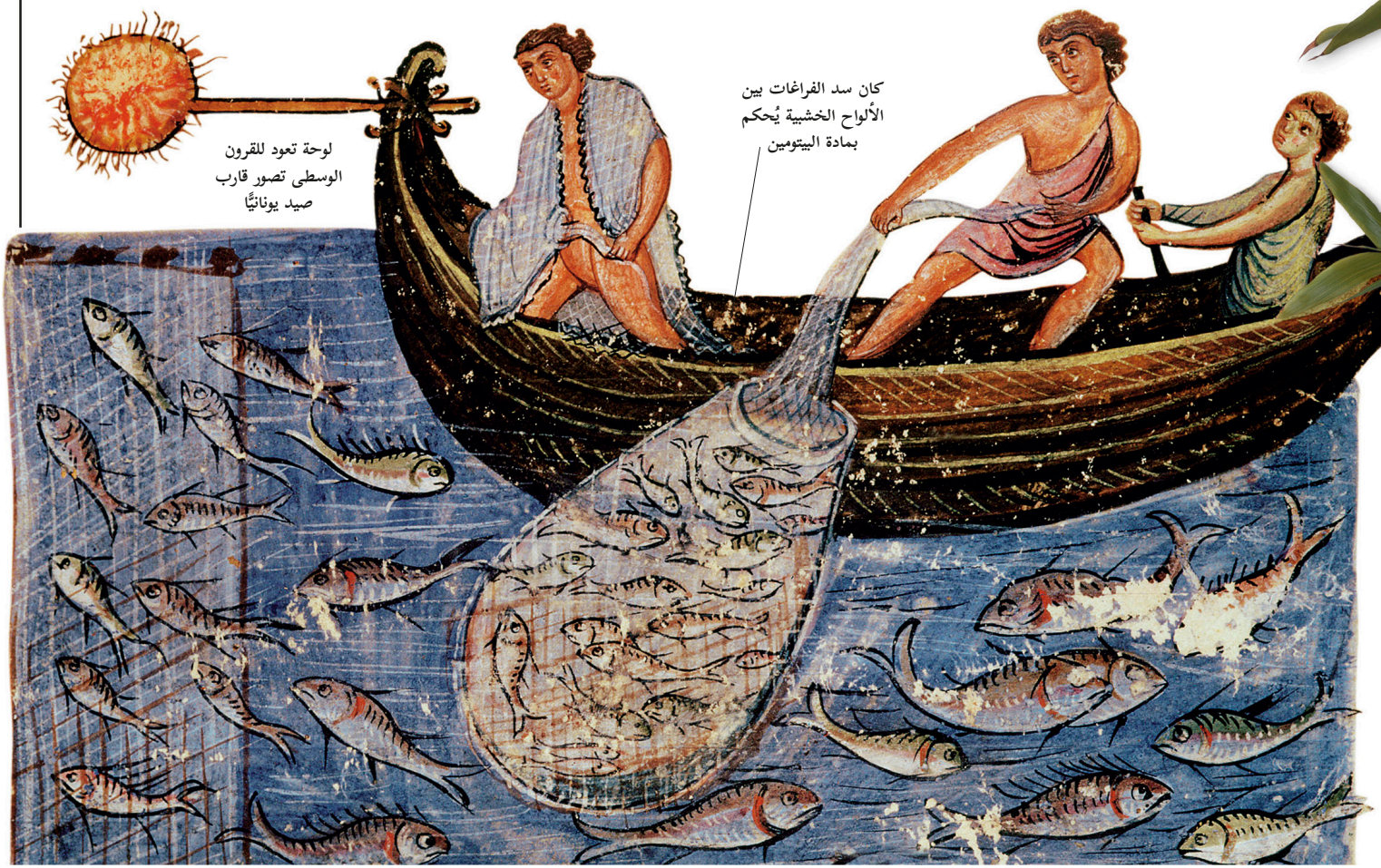
شهدت الزراعة في العالم النامي ثورةً حقيقيةً بفضل النفط. فباستخدام الجرارات وآلات الحصد التي تعمل بطاقة النفط، أصبح في إمكان المزارع فلاحة الأرض بالحد الأدنى من العمل اليدوي. وباستخدام الطائرة التي تعمل بطاقة النفط أيضًا، صار في استطاعة فرد واحد رش حقل شاسع بمبيد الآفات والحشرات أو مبيد الأعشاب. بل حتى هذه المبيدات – التي تزيد من إنتاجية المحصول – قد تكون مصنعة من مواد كيميائية مشتقة من النفط.

شاحنات النفط

للحفاظ على نمط حياتنا القائم على النفط، لابد من نقل كميات ضخمة من النفط حول العالم كل يوم – ونعني هنا ملايين البراميل من النفط. ويمكن القول إن بعضه يُنقل عبر البحر في ناقلات عملاقة، وبعضه الآخر يُضخ خلال خطوط أنابيب طويلة. إلا أن غالبية محطات البنزين تُزود بالبنزين من خلال ناقلات كبيرة مثل تلك الموجودة على اليسار. وبدون هذه الناقلات التي تؤمن إمداد المركبات بالبنزين بصفة مستمرة، ستتوقف الحركة في البلاد في غضون أيام قليلة.منذ قرن مضى كان أبعد مكان يقصده معظم الناس لتمضية عطلاتهم يصلون إليه عبر ارتياد القطار بعيدًا لفترة زمنية قصيرة. أما الآن، فملايين الأشخاص يقطعون المسافات الشاسعة جوًّا، حيث يسافرون في الكثير من الأحيان إلى النصف الآخر من الكرة الأرضية من أجل قضاء عطلة تمتد لبضعة أسابيع أو أقل. ومثلها مثل السيارات والشاحنات، تستمد الطائرات وقود محركاتها من النفط. هذا، ويمكن أن نقول إن كمية النفط التي تستهلكها الطائرات في تزايد مستمر.

النفــط فــي المـاضــي

في أجزاء كثيرة من الشرق الأوسط، تتسرب احتياطيات النفط الضخمة القابعة في باطن الأرض في هذه المنطقة من العالم إلى سطح الأرض في شكل برك وكتل سوداء لزجة. وقد علم الناس منذ زمن طويل كيف يمكن لهذه المادة السوداء – المعروفة بالبيتومين (أو الزفت أو القار) – أن تكون مفيدةً. فقد استخدمها صائدو العصر الحجري في لصق رؤوس السهام المصنوعة من حجر الصوان بسهامهم. ومنذ ما لا يقل عن 6500 سنة مضت، تعلمت الشعوب التي سكنت ذات يوم منطقة المستنقعات فيما يعرف الآن بدولة العراق إضافة البيتومين إلى القرميد والأسمنت وذلك بهدف تدعيم منازلهم ضد مياه الفيضانات. وسرعان ما أدرك الناس إمكانية استخدام البتومين في الكثير من الأغراض – من سد صهاريج المياه وإحكام غلقها إلى لصق القدور المكسورة. وقد شهدت العصور البابلية تجارةً واسعةً في هذا «الذهب الأسود» عبر أرجاء منطقة الشرق الأوسط، وتم تشييد مدن بأكملها باستخدامه.



أول مثقاب للنفط

لم يُعثر على كل النفط في العصور العتيقة على سطح الأرض، فمنذ ما يزيد على 2000 عام وفي منطقة سيشوان بالصين، شرع الصينيون في حفر الآبار باستخدام أعواد الخيزران ذات الرءوس الحديدية للوصول إلى المياه شديدة الملوحة تحت سطح الأرض. فقد كانوا في حاجة إلى المياه المالحة من أجل استخراج الملح منها، لما له من أهمية صحية ولاستخدامه في حفظ الأطعمة. وعندما حفروا إلى أعماق بعيدة، لم يعثروا فقط على المياه المالحة، لكنهم عثروا أيضًا على النفط والغاز الطبيعي. وليس من المعروف لدينا إذا كان الصينيون قد استفادوا من النفط أم لا، لكن الغاز الطبيعي كان يُحرق أسفل أوانٍ كبيرة تحتوي على مياه مالحة، لغليها وتبخيرها ومن ثم الحصول على الملح.

موانع التسرب

منذ ما يقرب من 6000 سنة مضت أدرك شعب حضارة العبيد الذي سكن الأراضي السبخة جنوبي ما يُعرف الآن بالعراق ما تتمتع بها مادة البتومين من خصائص عازلة للماء جعلت منها خيارًا مثاليًّا للاستخدام في صناعة القوارب. فقد قاموا بطلاء قواربهم المصنوعة من أعواد القصب بالبتومين من الداخل والخارج لعزلها ضد تسرب المياه. وفي نهاية المطاف أخذ بناءو القوارب الخشبية بهذه الفكرة عبر مختلف أنحاء العالم. *استُخدم* هذا الأسلوب – المعروف باسم جلفطة السفن – في عزل القوارب وتحصينها ضد المياه إلى أن ظهرت هياكل السفن الحديثة المصنوعة من المعدن والألياف الزجاجية في العصر الحديث. وغالبًا ما كان يطلق على البحارة اسم "tars" والتي تعني «القار» البيتومين، وذلك لأن ملابسهم كانت ملطخة بهذه المادة نتيجة الجلفطة.

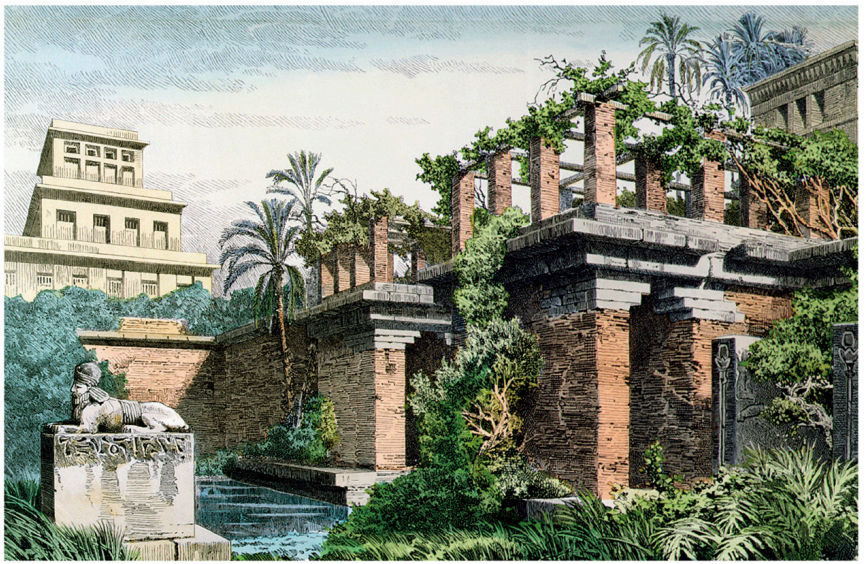
المومياوات السوداوات

رأس محنط

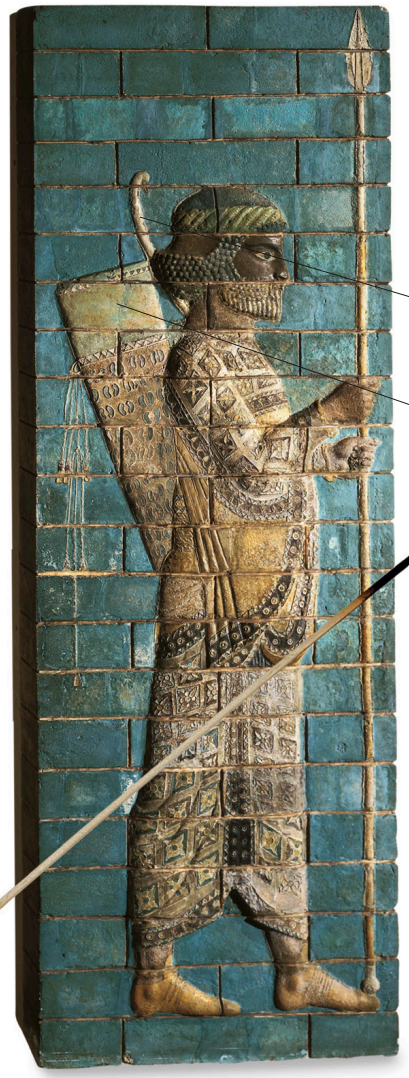
حفظ المصريون القدماء أجساد موتاهم في شكل مومياوات وذلك من خلال نقعها في سائل مخمر مكون من مواد كيميائية مثل الملح وشمع النحل وراتينج (مادة صمغية تسيل من الأشجار عند قطعها) شجر الأرز والبيتومين. ولعل الكلمة مومياء بالإنجليزية "mummy" تكون مشتقةً من الكلمة العربية «مومياء»، نسبةً إلى اسم جبل في بلاد فارس حيث اكتشف البتومين. وحتى وقت قريب، كان الباحثون يعتقدون أن البيتومين لم يُستخدم مطلقًا في عملية التحنيط وأن لون المومياوات هذا ناتج عن تعرضها للهواء. أما الآن فقد أوضح لنا التحليل الكيميائي أن البتومين قد استخدم بالفعل في المومياوات المصرية، لكن ذلك لم يتم إلا خلال العصر «البطلمي» المتأخر (من 323 إلى 30 ق.م). وكان البتومين يُشحن إلى مصر من منطقة البحر الميت حيث كان يُعثر عليه طافيًا على الماء.

البتومين البابلي

تم الاعتماد على البيتومين في تشييد معظم المباني العظيمة في بابل القديمة. وكانت هذه المادة في نظر الملك نبوخذ نصر (الذي حكم من عام 604 إلى 562 ق.م) أهم مادة في العالم – فقد كانت بمثابة إشارة واضحة إلى الإنجازات العلمية لمملكته، إذ استخدمت في كل شيء من الحمامات إلى ملاط القرميد. مع هذا، فلم يلعب البيتومين دورًا أكثر أهميةً وحسمًا في أي مكان من العالم منه في حدائق بابل المعلقة – وهي عبارة عن سلسلة رائعة من حدائق السطح الوارفة بالأزهار والأشجار. لقد أُستخدم البيتومين على الأرجح كمادة تبطين عازلة في أحواض النباتات وكذلك في الأنابيب التي حملت المياه إليها.



إفريز يعرض لصورة رام فارسي – سنة 510 ق.م



قوس معلقة فوق الكتف

كنانة لحمل السهام

قطعة قماش مشبعة بالنفط ملفوفة حول رأس السهم

السهام المشتعلة

في بداية الأمر، كان الناس مهتمين بالهيئة الغليظة اللزجة للبيتومين، الذي كان مفيدًا في أغراض اللصق وتحصين الأسطح ضد المياه. وكان البيتومين يُعرف باسم إيدو على اسم مدينة هيت أو إيد (في العراق حاليًّا) حيث عُثر على البيتومين. على الجانب الآخر، انبجست صورة أقل كثافةً من البتومين عُرفت باسم *النفط* (ومنها اشتقت الكلمة الحديثة النفثالين) في شكل شعلات من اللهب مما أوضح أن في الإمكان الاستفادة منه بسهولة فائقة. ومع حلول القرن السادس ق.م، أدرك الفرس أن *النفط* يمكن أن يكون سلاحًا مهلكًا في المعارك. وهكذا كان رماة السهام من الفرس يضعونه على سهامهم لإطلاق القذائف المشتعلة على أعدائهم. وفي عصر أحدث كثيرًا، طورت البحرية البيزنطية في القرن السادس الميلادي هذه الفكرة بشكل أكبر. حيث استخدموا قنابل النيران المميتة التي عرف باسم «النيران اليونانية» المصنوعة من البتومين الممزوج بالكبريت والجير الحي.

حريق قرطاج

يتميز البيتومين بكونه مادة شديدة الاشتعال، لكنها في الوقت نفسه سريعة الالتصاق وهو مفيد للغاية في صد وطرد المياه حتى إنه استُخدم على نطاق واسع على أسطح المنازل في المدن القديمة مثل قرطاج. كانت مدينة قرطاج الواقعة عل ساحل شمال إفريقيا – (تونس حاليًّا) – مدينةً قويةً للغاية في أوج عظمتها حتى أنها كانت ندًّا منافسًا لمدينة روما. وقد غزا القرطاجيون تحت إمرة القائد العظيم هانيبال إيطاليا. لكن سرعان ما استعادت روما قوتها وهاجمت قرطاج 146 ق.م. وعندما أضرم الرومان النيران في قرطاج، ساعد البتومين الذين طليت به الأسطح في انتشار النيران سريعًا. ومن ثم دمرت النيران المدينة تمامًا.

حصار قرطاج

عملة فضية من قرطاج

ترحيب حار

في العصور الوسطى عندما كان الأعداء يحاولون تسلق جدران قلعة أو مدينة محصنة، فثمة وسيلة ذاعت شهرتها كانت القوات المدافعة تتبناها لصد المهاجمين؛ تمثلت هذه الوسيلة في سكب النفط المغلي فوق رءوسهم. ويعود أول استخدام معروف للنفط المغلي في المعارك إلى اليهود الذين كانوا يدافعون عن مدينة يوتاباتا ضد الرومان في عام 67 م. وفيما بعد، استخدمت هذه الفكرة في الدفاع عن القلاع ضد أي هجوم في العصور الوسطى. مع هذا، فإن هذا الأسلوب لم يستخدم في أحيان كثيرة للغاية؛ وذلك نظرًا لأن النفط كان باهظ التكلفة.

استخدام النفط في الإضاءة

لملايين السنين لم يشق ظلمة الليل الطويلة (باستثناء ضوء القمر والنجوم) إلا حرائق مشتعلة أو أعواد محترقة. ثم اكتشف الناس في عصر ما قبل التاريخ في عهد يعود إلى حوالي 70000 سنة مضت أن الزيوت تشتعل مكونةً لهبًا ساطعًا ومستمرًّا. وهكذا تمكنوا من عمل أول مصابيح زيتية وذلك من خلال تجويف أحد الأحجار وملئه بالطحلب أو الألياف النباتية المنقوعة في الزيت، ثم إشعال النيران فيها. وفيما بعد اكتشفوا أن في الإمكان جعل المصباح يشتعل لفترة أطول ويعطي ضوءًا أكثر سطوعًا إذا هم أشعلوا نسيجًا ليفيًّا (فتيلة) مغموسة في صحن من الزيت. هذا، وقد كان الزيت المحترق عبارة عن الدهون الحيوانية أو شمع النحل أو الزيوت النباتية المستخلصة من ثمار الزيتون أو بذور السمسم. وفي بعض الأحيان، كان هذا الزيت بالفعل عبارة عن نفط اكتشفه أناس حقبة ما قبل التاريخ في البرك التي كان النفط الخام يتسرب منها إلى سطح الأرض. وهكذا، ظلت المصابيح الزيتية المصدر الأساسي للاضاءة إلى أن اخترعت مصابيح الغاز في العصر الفيكتوري.

سيدات المصباح

خلال تسعينيات القرن الـ 19، أصبح بيع الكيروسين المستخدم في مصابيح الإضاءة تجارةً رائجة، لهذا شرع مصنعو الكيروسين في إعطاء منتجهم صورةً جذابةً. وهكذا حصلت شركة ساكسولين 1836–1932 الفرنسية على حق استغلال سلسلة من الملصقات مازالت تحظى بالشهرة إلى اليوم. وتعرض هذه الملصقات للعديد من النساء الباريسيات الفاتنات في حالة من الطرب والنشوة على أضواء المصابيح الزيتية المعبأة بوقود ساكسولين، الذي ذكرت الشركة أنه نظيف وآمن وعديم الرائحة.

مصباح الكيروسين

اعتمدت معظم المصابيح الزيتية في اشتعالها على زيت الحوت وذلك لمدة 70 عامًا تلت اختراع إيميه أرجاند لمصباحه (انظر الصورة بالأسفل). لكن الحال بدأ في التغير مع إنتاج وقود أرخص ثمنًا عُرف بالكيروسين، المشتق من النفط في منتصف القرن التاسع عشر. ومع أوائل ستينيات القرن الـ 19، كانت الغالبية العظمى من المصابيح الزيتية تشتعل بمادة الكيروسين. وعلى الرغم من أن هذا المصباح شبيه تمامًا بتصميم مصباح إيميه أرجاند، فإن مصباح الكيروسين كان مزودًا بخزان للوقود في الجزء السفلي منه – أسفل الفتيل – بدلاً من وضعه في أسطوانة منفصلة. وكان التحكم في اللهب يجري من خلال ضبط قدر امتداد الفتيلة خارج خزان الوقود.

الإضاءة في مصر القديمة

كان من الممكن صنع المصباح في مصر القديمة ببساطة بواسطة فتيلة فوق حافة طاسة حجرية. ونظرًا لأن الحاجة استدعت نحت الطاسة يدويًّا من الحجر، فإن هذه المصابيح كانت على الأرجح نادرة الاستخدام. وفيما بعد، تعلم الناس صنع الطاسات والأوعية على نطاق واسع من الفخار. وسرعان ما طوروا تصميم هذه المصابيح من خلال تضييق وسحب الحواف وذلك بهدف عمل عنق ضيق يمكن وضع الفتيلة فيه. وتوضح الصورة مصباحًا من الفخار من مصر القديمة يعود إلى ألفي سنة مضت.

الليالي الرومانية

طور اليونانيون المصابيح من خلال وضع غطاء على الطاسة (الوعاء) مع وجود فتحة صغيرة للزيت وأنبوب للفتيلة. وقد زاد الغطاء من صعوبة انسكاب الزيت وقيد تدفق الهواء، مما جعل الزيت يدوم لفترة أطول. وفي عصر الرومان، كان لدى كل بيت مجموعة من المصابيح الفخارية والبرونزية، التي كانت في الكثير من الأحيان مزينةً بالزخارف المتقنة. ويصور غطاء هذا المصباح الروماني مشهد حرق مدينة قرطاج ديدو.

مصباح أرجاند

توصل الفيزيائي السويسري إيميه أرجاند (1750-1803) في الثمانينيات من القرن الثامن عشر إلى ابتكار أعظم اختراع في عالم الإضاءة منذ عصر اليونان. فقد أدرك أنه من خلال وضع فتيلة مستديرة في منتصف مصباح زيتي وتغطيتها بمدخنة لتحسين تدفق الهواء، يمكن للمصباح أن يشتعل بدرجة سطوع أفضل بمقدار عشر مرات من الشمعة وبطريقة جد نظيفة. وهكذا، سرعان ما حل مصباح أرجاند محل جميع المصابيح الزيتية الأخرى. إذ أحدث هذا المصباح ثورةً في نمط الحياة المنزلية، جاعلاً إضاءة الحجرات ليلاً في المنزل أمرًا ممكنًا لأول مرة في التاريخ.

صيد الحيتان

ظل الإنسان يصطاد الحيتان لمدة 2000 سنة طلبًا للحومها لكن الناس في أوروبا وأمريكا أدركوا في القرن 18 أنه من الممكن أيضًا استخلاص زيت للاضاءة من الدهن الوفير للحيتان – خاصةً حيتان العنبر – يمكن أن يشتعل بصورة أسطع ودون تلويث. ومن ثم، ازداد الطلب كثيرًا على زيت الحيتان لاستخدامه في مصابيح الإضاءة فجأةً. وصار إقليم نيو إنجلاند، الساحل الشمالي للولايات المتحدة مركزا لصناعة صيد الحيتان الضخمة، التي ذاع صيتها بفضل رواية *موبي ديك* للروائي هرمان ملفيل التي صدرت عام 1851.

المشاعل المتوهجة

نجد في الأفلام التي تنتجها مدينة هوليود أن قلاع العصور الوسطى كانت تُضيء ليلاً بواسطة المشاعل ذات اللهيب المتقد المثبتة في دعامات جدارية يُطلق عليها اسم حاملات المصابيح الجدارية. وكانت هذه المشاعل عبارة عن حزم من العصي المغموسة في الراتينج أو القار لجعلها تشتعل بصورة أكثر سطوعًا. في حقيقة الأمر، كانت المشاعل تُستخدم على الأرجح فقط في الأوقات التي تشهد عقد مأدبة طعام خاصة، كما في هذا الرسم، الخاص برقصة المشاعل الواردة في كتاب الجولف من تأليف سيمون بينينج أوف بروج في عام 1500 تقريبًا (يظهر حاملو المشاعل في أقصى يسار اللوحة). وهكذا نجد أن الناس في مختلف العصور قد استخدموا مصابيح مثل تلك التي استخدمها المصريون القدماء – أو شموع الأسل أو السمار – وكانت عبارة عن شموع صغيرة للغاية مصنوعة من لب الأسل أو السمار المغموس في الدهن الحيواني – في الحصول على الضوء في حياتهم اليومية.

فجر عصر النفط

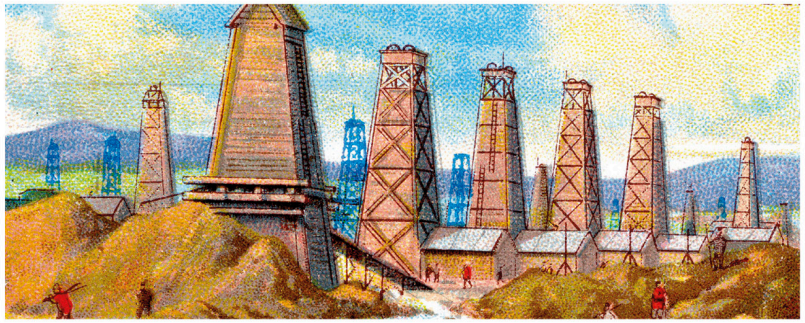
لآلاف السنين ظلت شعوب منطقة الشرق الأوسط تقطر النفط للحصول على الكيروسين من أجل مصابيح الإضاءة، مستخدمةً في ذلك قوارير تُعرف باسم الإنبيق. مع هذا فقد بدأ عصر النفط الحديث في عام 1853، عندما اكتشف الكيميائي البولندي إجناسي لوكاسفيز (1822-1882) كيفية القيام بهذه العملية على نطاق صناعي. وفي عام 1854، أنشأ هذا العالم أول معمل لتكرير النفط الخام عرفها العالم وذلك في بولندا. من ناحية أخرى، عمل الكندي أبراهام جيسنر (1797-1864) على استخلاص الكيروسين من الفحم الحجري في عام 1846، لكن النفط كان يدر هذه المادة بكميات أضخم وبتكلفة أقل. وقد حل الكيروسين سريعًا محل زيت الحوت الأعلى تكلفةً كوقود أساسي لإنارة المصابيح في أمريكا الشمالية وأوروبا. وقد نتج عن الطلب المتزايد على الكيروسين تكالب وهوس شديدان لإيجاد مصادر نفط جديدة – خاصةً في الولايات المتحدة.

«الأمريكي اكتشفَ النفط!»

كان المحامي الأمريكي جورج بيسل (1821-1884) على يقين من إمكانية الوصول إلى النفط السائل أسفل سطح الأرض عن طريق ثقب الأرض. وقد قام بتأسيس شركة سينيكا أويل وقام بتوظيف إدوين إل. دريك (1819-1880) محصل تذاكر السكة الحديدية المتقاعد – للذهاب إلى تيتوسفيل بولاية بنسلفانيا، حيث كانت آبار المياه في أغلب الأحيان ملوثةً بالنفط. وفي الثامن والعشرين من شهر أغسطس من عام 1859، قام رجال دريك بالحفر تحت الأرض لعمق 21 مترًا (70 قدمًا) – وبالفعل وصلوا إلى النفط ليؤسسوا أول بئر نفطية في الولايات المتحدة الأمريكية.

شهادة ملكية أسهم في شركة سينيكا أويل

إدوين إل. دريك



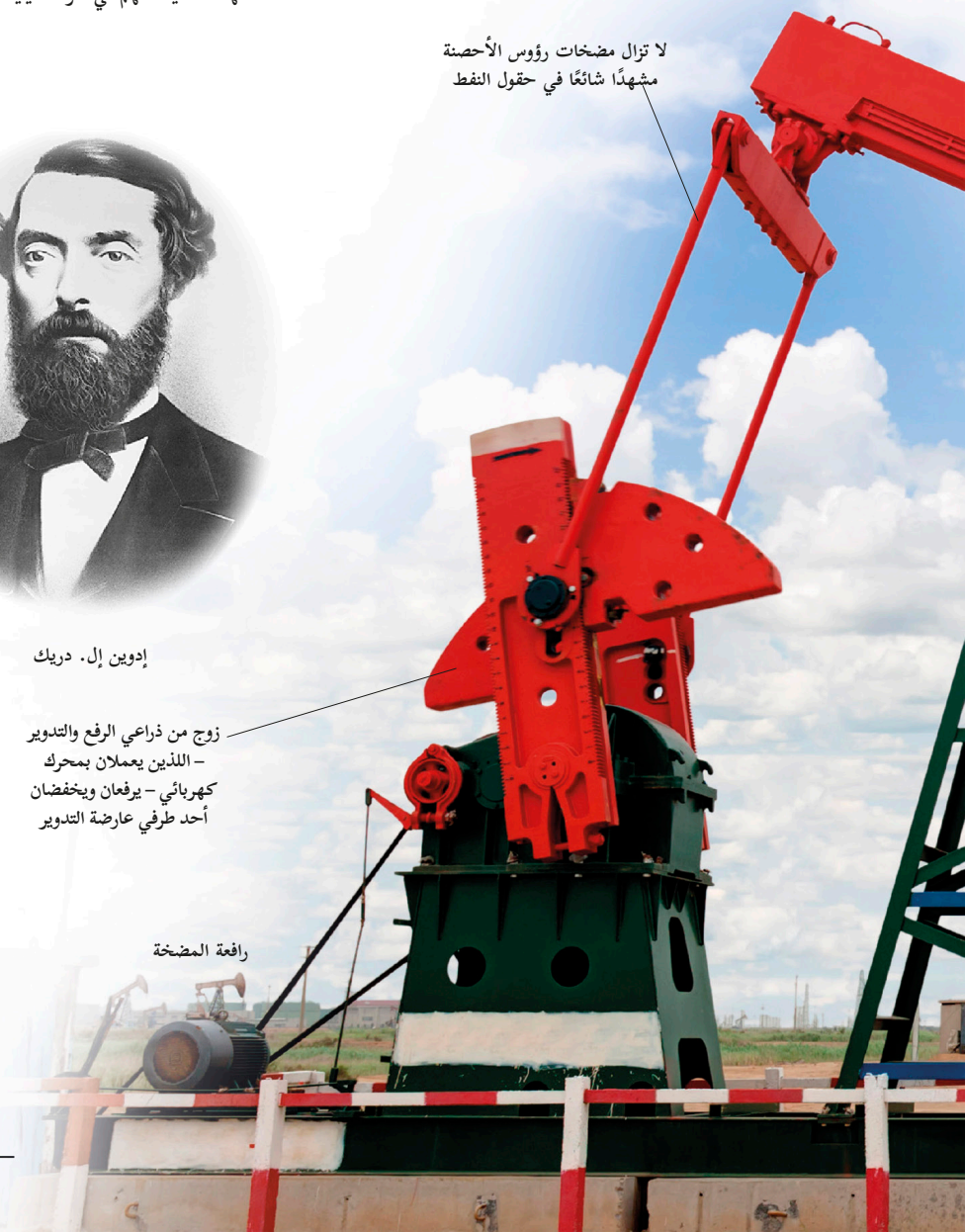
المدينة السوداء

حُفرت أول بئر للنفط ميكانيكيًا في العالم في عام 1847 وذلك في مدينة باكو على بحر قزوين، الواقعة الآن في دولة أذربيجان. وسرعان ما ازدهرت مدينة باكو مع الطلب الحديث على النفط. وكان المئات من الأشخاص يشاركون في حفر الآبار لاستخراج الاحتياطيات الهائلة من النفط الكامنة أسفل سطح الأرض على أعماق قريبة. وكانت باكو – التي اشتهرت باسم المدينة السوداء – تنتج 90 بالمائة من النفط العالمي خلال ستينيات القرن الـ 19. وتوضح هذه اللوحة التي رسمها «هيربرت رولاند» مدينة باكو عام 1960 من القرن المنصرم. ولا تزال باكو مركزًا رئيسيًّا لإنتاج النفط.

استخراج النفط بالدلو

في عام 1858، أدرك جيمس ويليامز (1818-1890) أن المستنقعات السوداء المشبعة بالزيت في منطقة لامبتون كاونتي في مقاطعة أونتاريو بكندا قد تكون مصدرًا للنفط الذي يمكن استخلاص الكيروسين منه. وبالفعل قام ويليامز بشق حفرة في الأرض ووجد النفط يتدفق بغزارة حتى إنه كان يحدث صوت خرير، وبصورة سريعة للغاية حتى إنه كان في استطاعته ملء دلو تلو الآخر منه. وكانت تلك هي أول بئر نفطية في الأمريكيتين. وأصبحت هذه المنطقة معروفةً باسم ينابيع النفط، وخلال سنوات قلائل مُلئت المنطقة بـ «هياكل الآبار» البسيطة – هياكل لتدعيم معدات الحفر.

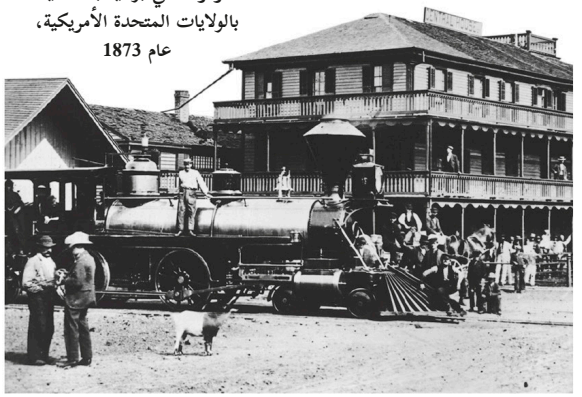
ينابيع النفط في مقاطعة أونتاريو «كندا» عام 1862



عمال الحفر في سبيندلتوب

كانت الغالبية العظمى من آبار النفط الأولى ضحلةً، وكان في الاستطاعة ضخ النفط لأعلى بكميات صغيرة. وحدث أنه أثناء قيام عمال النفط في عام 1901 بمنطقة سبيندلتوب في ولاية تكساس الأمريكية بالحفر في الأرض لعمق أكثر من 300 متر (1000 قدم) أن غمرتهم نافورة من الوحل والنفط، انفجرت من حفرة المثقاب. وكانت هذه هي أول بئر نفطية غزيرة التدفق تعرفها ولاية تكساس، حيث اندفع النفط لأعلى من باطن الأرض بفعل ضغطه الطبيعي. وعندما يُضغط النفط بصورة طبيعية كهذه، يمكن أن يندفع بكميات هائلة إلى سطح الأرض. وتمنع نظم التحكم الحالية، تدفق النفط بهذه الكيفية.

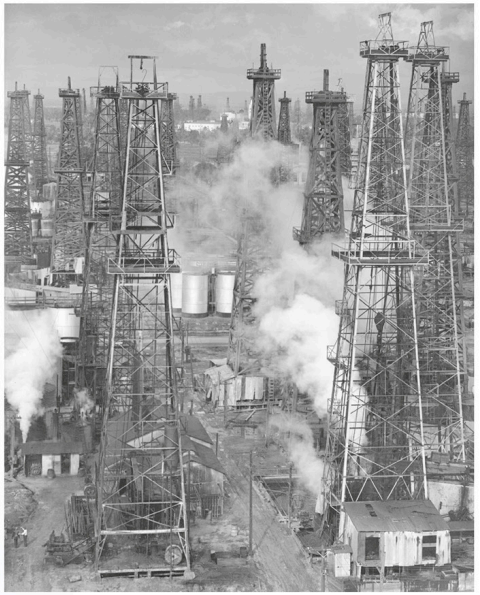
مركز نفطي بولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية، عام 1873



مدن الانفجارات

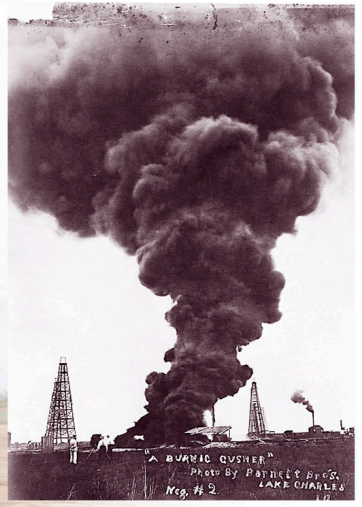
مع حفر المزيد والمزيد من الآبار النفطية، كانت ثمة مدن حديثةٌ تنشأ لإيواء الجيوش دائمة التوافد من عمال النفط. وكانت المدن النفطية أماكن ذات طبيعة قاسية ومتداعية للسقوط تهجر بين عشية وضحاها تقريبًا. لقد كانت زخمة بأدخنة البنزين وسوداء من مخلفات النفط. وكان بعضها «مدن انفجارات» بكل معنى الكلمة، حيث إن التخزين الطائش والمهمل للنيتروجليسرين المستخدم في تفجير الآبار كان يعني ببساطة أن الانفجارات أمر مألوف الحدوث.

حقل نفط سيجنال هيل بولاية كاليفورنيا، عام 1935



مثقاب النيران

كانت صناعة النفط في بدايتها محفوفةً بالمخاطر، بل وأودت بحياة الكثيرين من عمال النفط. ولعل أخطر هذه التهديدات كانت النيران. حيث تنفجر معامل التكرير وتشتعل صهاريج النفط، كما أن رءوس الآبار تشتعل فيها النيران بصفة مستمرة. ويمكن القول إنه ما إن تمسك النيران بأحد الآبار النفطية ذات الإنتاج الغزير، حتى يصبح من الصعوبة للغاية إخمادها وذلك لأن النيران تُغذى بشكل متواصل بالنفط من أسفل البئر. تم تصوير هذه البئر النفطية المشتعلة في مدينة جينينجز بولاية لويزيانا الأمريكية في عام 1902.



غابة النفط

في بداية الأمر، كان السعي للوصول إلى النفط تنافسا شارك الجميع فيه، وذلك في ظل وجود ألوف مؤلفة من الأشخاص الذين يخاطرون بكل شيء من أجل محاولة الوصول للنفط ومن ثم الثراء. ومع مطالبة كل منقب لنصيب من الغنائم، سرعان ما أصبحت حقول النفط (مناطق احتياطيات النفط الموجودة تحت سطح الأرض) مغطاةً بغابات من آبار النفط وبهياكلها التي تشبه الأبراج.

رأس الحصان

كانت المصادر الرئيسية للنفط في الأيام الأولى هي فقط تلك الواقعة تحت سطح الأرض. وفي بعض الأحيان، كان النفط يتدفق إلى سطح الأرض بفعل الضغط الطبيعي له في بداية الأمر. ولكن ما أن تم استخراج القدر الكافي من النفط حتى انخفض معدل الضغط وصار ضخ النفط إلى سطح الأرض أمرًا لا بد منه. وكانت المضخة التقليدية تُكنى باسم «الحمار ذو الرأس المتأرجح» وذلك نظرًا لطريقة تأرجح عارضة التدوير ببطء للأعلى والأسفل. ومع سقوط الطرف «رأسي الشكل» من العارضة، يغوص مكبس المضخة إلى أسفل البئر. وعند ارتفاع الرأس، يسحب المكبس النفط إلى سطح الأرض.

احتياطيات النفط الضخمة

كان لاختراع السيارة ذات المحرك في الولايات المتحدة دور رئيسي أكثر من غيره في تغيير وجه صناعة النفط. ففي عام 1900، كانت هناك 8000 سيارة فقط تسير على طرق الولايات المتحدة. وقد وصل عدد مالكي السيارات إلى 125000 عام 1908، وارتفع هذا العدد كثيرًا ليصل إلى 8.1 مليون بحلول عام 1920. ووصل عدد السيارات في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1930 إلى 26.7 مليون سيارة – كانت جميعها في حاجة إلى الوقود، الذي تمثل في البنزين المستخلص من النفط. وسرعان ما بدأ المنقبون المعروفون باسم «منقبي النفط المغامرين» (الذين يبحثون عنه في مناطق غير معروفة بإنتاجه) يحفرون الأرض في كل مكان في أمريكا بحثًا عن النفط، وذلك حيثما ظهرت إشارات تدل على احتمال وجوده في حالة كمون. لقد أفلس الكثيرون، لكن المحظوظين منهم تمكنوا من تحقيق الثروات من خلال توصلهم لآبار النفط غزيرة الإنتاج. وقد ساهم النفط المستخرج من ولايات كاليفورنيا وأوكلاهوما وبشكل خاص تكساس في تحقيق نمو اقتصادي هائل سرعان ما جعل من أمريكا الدولة الأغنى في العالم. ومع ازدهار أحوال شركات تصنيع السيارات وشركات النفط، غيرت الاحتياطيات الضخمة من النفط الخام وجه أمريكا للأبد.

سيارة بوردينو البخارية، 1854

السيارات البخارية

كان لبعض السيارات الأولى محركات تعمل بالبخار، لا محركات احتراق داخلي مثل معظم السيارات حاليًا. وكانت هذه السيارة الموضحة في الصورة – والتي ابتكرها فيرجينيو بوردينو (1804-1879) عام 1854 – تعمل بواسطة حرق الفحم من أجل غلي المياه وتحويلها إلى بخار. وفيما بعد صارت السيارات التي تعتمد على حرق البنزين أو الكيروسين أكثر كفاءةً وفاعليةً، إلا أنها كان يلزمها من الوقت حوالي 30 دقيقةً للحصول على البخار الكافي وذلك قبل أن تتمكن من السير. ومع ظهور السيارات ذات محركات الاشتعال الداخلي، أصبح في إمكان السائق «تشغيل سيارته والانطلاق بها» – خاصةً بعد اختراع المحرك الكهربائي عام 1903.

السيارة طراز T

كان هنري فورد (1863-1947) يحلم بصنع «سيارة للجماهير الغفيرة» – سيارة رخيصة الثمن بحيث يكون في استطاعة أي شخص يحصل على راتب جيد الحصول عليها. وكانت النتيجة النهائية لهذا الحلم هي السيارة طراز T، وهي أول سيارة تم إنتاجها على نطاق واسع في العالم. طُرحت السيارة في الأسواق عام 1908، وقد لاقى هذا الطراز نجاحًا فوريًّا. وخلال خمس سنوات، كان هناك ربع مليون سيارة من هذا الطراز قيد الاستخدام، مثلت 50 بالمائة من إجمالي عدد السيارات في أمريكا. وفي عام 1925، كان لا يزال نصف عدد السيارات الأمريكية من الطراز T، لكن عددها وصل في ذلك الوقت إلى 15 مليون سيارة. وفي حقيقة الأمر، أن السيارة طراز T حقَّقت أول ازدهار ضخم في استهلاك النفط.

كان من الممكن تثبيت الأجزاء الجانبية ببساطة في ثوانٍ مع مرور السيارة على خط الإنتاج

كانت العجلات تُعد مسبقًا في عملية الإنتاج، بحيث يمكن تحريك هيكل السيارة بسهولة على امتداد خط الإنتاج

كان الهيكل المعدني القوي المصنوع من صلب الفاناديوم العنصر الرئيس في إنتاج الطراز T

الإنتاج الكمي

كانت السيارات بمثابة الدمي للأثرياء في القرن الـ 20. فقد كانت كل سيارة تُصنع يدويًّا بواسطة العمال الحرفيين، وهو ما جعلها باهظة التكلفة. لكن كل ذلك تغير مع ابتكار الإنتاج الكمي. وفي هذا النوع من الإنتاج، لا تُصنع السيارات فرادى. لكن عوضًا عن ذلك تقوم مجموعات كبيرة من العمال بإضافة المكونات، حيث كانت السيارات جزئية التجميع تُسحب على خطوط الإنتاج بالمصنع. وبهذه الطريقة، أصبح من الممكن إنتاج السيارات بتكلفة رخيصة وبكميات كبيرة. لقد حول الإنتاج الكمي السيارة إلى وسيلة انتقال يومية للمواطنين الأمريكيين العاديين.

محطات البنزين

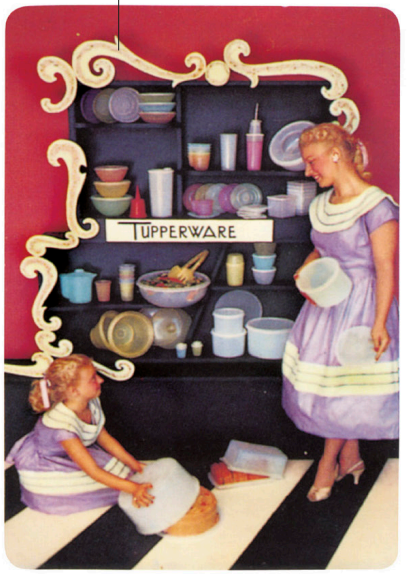
مع إقبال المزيد والمزيد من الأمريكيين على شراء السيارات في عشرينيات القرن الماضي، انتشرت محطات البنزين على جانبي الطرق في طول البلاد وعرضها وذلك لإطفاء ظمأ السيارات الذي لا يُشبع من الوقود. وكان للسيارات في تلك الأيام خزانات وقود أصغر حجمًا من مثيلاتها اليوم، ولم يكن في استطاعتها السفر لمسافات بعيدة جدًّا بين مرات التزود بالوقود. ونتيجة لهذا، كان لكل قرية وحي ومدينة صغيرة تقريبًا محطة البنزين الخاصة بها، التي حظيت كل منها بمضخاتها المميزة والتي جرى تصميمها حسب الأسلوب الذي ارتأته كل شركة من شركات النفط. وتُعد الآن محطات البنزين التي عرفتها حقبة العشرينيات من القرن الماضي جزءًا عزيزًا من تراث صناعة السيارات الأمريكي.

كان لكل مضخة جزء علوي مضيء يسهل رؤيتها ليلًا

تعظيم حركة المبيعات

من الواضح أن النفط ذا اللون الأسود والملمس الزلق ليس بالمادة الجذابة. لهذا، فقد انطلقت شركات النفط على غير المألوف في إكساب نفطها صورةً جذابةً وذلك بهدف تعظيم مبيعاتها. ولذا، فقد استخدمت الإعلانات الألوان البراقة وأماكن التصوير الأنيقة، وجرت الاستعانة ببعض من أفضل الفنانين صغار السن في ابتكار ملصقات رائعة المنظر. هذا، ويعود هذا الملصق لشركة شل إلى عام 1926. أما النفط نفسه فلا يظهر في الملصق.

إعلان يعرض لصورة مثالية عن الحياة المنزلية



إعلان عن صناديق «تابروير»، خمسينيات القرن الماضي

أقمشة النايلون

في الثلاثينيات من القرن الماضي، كانت الشركات تبحث عن أساليب للاستفادة من بقايا ومخلفات النفط بعد استخلاص زيت السيارات. وفي عام 1935، استخدم والاس كاروزرز الكيميائي في شركة دوبونت DuPont™ النفط في إنتاج نسيج صناعي مطاطي وقوي عُرف باسم النايلون. ومع ظهورها في الأسواق في عام 1939، حظيت جوارب النايلون بنجاح كبير على الفور من قبل النساء الشابات.

جوارب النايلون

اللدائن الأولى

تعود الأصول الأولى للكثير من اللدائن الشائعة اليوم إلى بدايات ازدهار استهلاك النفط، حيث اكتشف العلماء أن في إمكانهم صناعة لدائن مثل البي في سي والبوليثين من النفط. وعندما تعافت صناعة النفط من كبوتها بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية، شهدت الأسواق ظهور مجموعة متنوعة من المنتجات البلاستيكية الرخيصة ذات الاستخدام اليومي في المنزل. وكانت صناديق تخزين الطعام «تابروير» هي أشهر هذه المنتجات، والتي ابتكرها إيرل تابر الكيميائي في شركة دوبونت في عام 1946.

العلامات التجارية لشركات النفط

مع تنافس شركات النفط للحصول على حصة أكبر من السوق في هذا المجال الجديد، سعت كل شركة لابتكار العلامة التجارية الخاصة بها. وقد كانت هذه العلامة في أغلب الأحيان لا تمت بصلة للنفط. لكنها عوضًا عن ذلك كانت بمثابة فكرة جعلت النفط يبدو منتجًا أكثر جاذبيةً وإثارةً للاهتمام. وكانت هذه المضخة لشركة جيلمور والتي تعود إلى الثلاثينيات من القرن الماضي – نموذجًا تقليديًّا لمضخات البنزين في ذلك الوقت. وتُعد هذه العلامات التجارية في أيامنا هذه أمرًا شائعًا، لكنها كانت شيئًا جديدًا في عشرينيات القرن الماضي.

ما هو النفط؟

يشكل النفط والغاز الطبيعي معًا البترول، وهو المرادف اللاتيني لمطلح «النفط الصخري». إن النفط عبارة عن مادة زيتية قاتمة اللون توجد في حالة سائلة في العادة، وإن كان من الممكن أن تكون في حالة صلبة أو غازية. وعندما تتدفق هذه المادة من باطن الأرض مباشرة في الصورة السائلة، فإنها تُعرف بالنفط الخام وذلك إذا كانت قاتمة اللون ولزجة، وتتكثف إذا كانت شفافةً وتتبخر بسهولة. وتجدر الإشارة هنا إلى أنها تُعرف بالأسفلت إذا كانت في الحالة الصلبة، بينما تُسمى بالبتومين إذا كانت في حالة شبه صلبة. ومن الممكن أن يوجد الغاز الطبيعي مصاحبًا للنفط أو بمفرده. يتكون النفط بصورة طبيعية تمامًا من البقايا المتحللة للكائنات الحية في الأساس. وبالرغم من كونه يبدو ككتلة لزجة عادية، فإنه في حقيقة الأمر مزيج مركب من المواد الكيميائية. وفي الإمكان فصل المجموعات الكيميائية المختلفة في مصافي التكرير ومصانع البتروكيماويات، ثم استخدامها في تكوين مجموعة متنوعة من المواد.

الأسفلت

المادة اللزجة

يتسرب النفط إلى سطح الأرض في بعض الأماكن من مكمنه الأصلي في باطن الأرض. ونظرًا لتعرضه للهواء الجوي، فإن معظم المكونات المتطايرة به تتبخر مخلفةً وراءها رواسب سوداء أو حتى كتلة كالموضحة في الصورة. وعندما يكون في حالة مشابهة لدبس السكر (مادة لزجة تفصل عن السكر الخام عند صنعه) الغليظ فإنه يُسمى بالبتومين، وعندما يشبه الطوفي اللزج فإنه يُسمى بالأسفلت. هذا، وغالبًا ما يُشار إلى أشكال النفط هذه باسم الزفت أو القار.

الغاز الطبيعي

يحتوي النفط على بعض المركبات شديدة التطاير لدرجة أنها تتبخر بسهولة وتكون الغاز الطبيعي. ويشتمل كل خزان نفط طبيعي تقريبًا على ما يكفي من هذه المركبات لتكوين بعض الغاز الطبيعي على الأقل. وتحتوي بعض الحقول على نسبة مرتفعة من هذه المواد حتى إنها تكون جميعها غازًا تقريبًا.

شعلة الغاز الطبيعي

نفط خام بني اللون

نفط خام أسود اللون

النفط الخام

النفط الخام عادة لزج وزيتي، لكنه قد يأخذ مجموعة متنوعة من المركبات والألوان، بما في ذلك الأسود أو الأخضر أو الأحمر أو البني. ويتخذ النفط الخام المستخرج من السودان اللون «الأسود جيت» والنفط المستخرج من بحر الشمال اللون البني الداكن. ويتميز النفط المستخرج من ولاية يوتاه الأمريكية باللون الكهرمان (الأصفر الضارب إلى الحمرة)، بينما يتخذ النفط المستخرج من بعض أجزاء ولاية تكساس لون القش تقريبًا. الجدير بالذكر أن النفط الخام «الحلو» عبارة عن أنواع من النفط تتميز بسهولة تكريرها، وذلك لاحتوائها على قدر ضئيل من الكبريت. وتحتوي أنواع النفط «الحامضي» على قدر أكبر من الكبريت، وبالتالي فإنها تحتاج إلى معالجة أكبر. ويعتمد اللون في معظمه على كثافة النفط (الثقل النوعي).

المزيج النفطي

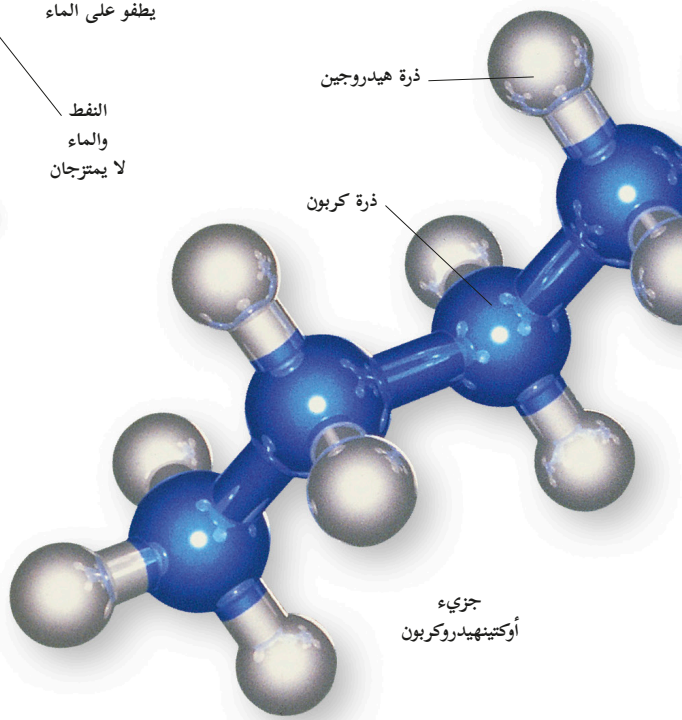
يحتوي النفط في الأساس على عنصري الهيدروجين (بنسبة 14 ٪) والكربون (بنسبة 84 ٪). ويندمج هذان العنصران في النفط في شكل مركبات كيميائية تُعرف باسم الهيدروكربونات. وثمة ثلاثة أنواع رئيسية من الهيدروكربون النفطي؛ هي الألكانات والعطريات والنافثينات. ويوضح هذا المخطط النسب التقريبية لهذه المواد في النفط الخام الثقيل المستخرج من أراضي المملكة العربية السعودية، والذي يمتاز بارتفاع نسبة الألكانات فيه فوق العديد من أنواع النفط الخام الأخرى.

النفط الخفيف والثقيل

تُوصف أنواع النفط الخام الخفيفة والمتطايرة (تلك التي تتبخر بسهولة) «بالخفة»، بينما تشتهر أنواع النفط اللزجة، غليظة القوام (النفط الخام الذي لا يتدفق بشكل جيد) «بالثقل». هذا، وتطفو الغالبية العظمى من أنواع النفط بسهولة على الماء، لكن الأنواع الثقيلة منها تغوص بالفعل في الماء (بالرغم من أن هذا لا يحدث في مياه البحار، التي تتمتع بكثافة أعلى من كثافة المياه العذبة).

المواد الكيميائية الهيدروكربونية

تتمتع المواد الهيدروكربونية الموجودة في النفط الخام بجزيئات حلقية أو سلسلية الشكل. بينما تحظى الألكانات – بما في ذلك الميثان والأوكتان – بجزيئات تشبه السلاسل؛ والعطريات – مثل البنزين – بجزيئات حلقية؛ والنافثينات بمركبات كربونية حلقية ذات ذرات ثقيلة الكتل. كذلك، يحتوي النفط على كميات ضئيلة من المركبات غير الهيدروجينية، التي تتألف في الأغلب من النيتروجين والكبريت والأكسجين.



الهيدروكربونات النباتية

توجد الهيدروكربونات بصورة طبيعية في الكثير من الزيوت النباتية وأيضًا في الدهون الحيوانية، وثمة مواد هيدروكربونية تُعرف باسم الزيوت العطرية هي المسئولة عن إنتاج روائح النباتات والزهور. ويقوم مصنعو العطور في الغالب بتسخين أو تبخير أو عصر هذه النباتات لاستخلاص الزيوت العطرية من أجل استخدامها في صناعة عطورهم. وتُستخدم زيوت عطرية مشتملة على هيدروكربونات تعرف باسم التربينات كإضافات طبيعية تعطي نكهة للطعام. وتحتوي المواد الطاردة للعثة على نوع من هذه التربينات يُسمى الكافور الذي لا تطيقه العثة.

نبات الخزامى (اللافندر)

تصدر رائحة الخزامى (اللافندر) من خليط من الهيدروكروبونات التربينية (العطرية)

النشويات (الكربوهيدرات)

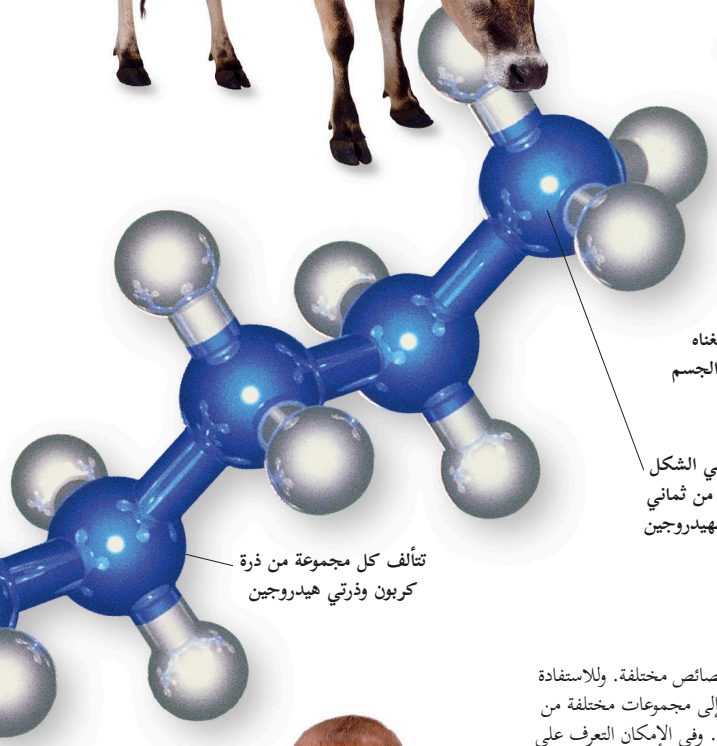
غالبًا ما يخلط الناس ما بين المركبات الهيدروكربونية والمواد النشوية. فالجزيئات الهيدروكربونية تتمتع بتركيب يقوم على ذرات الكربون والهيدروجين، لكن تركيب المواد النشوية يشتمل كذلك على الأكسجين. وهو ما يمكنها من تكوين مجموعة متنوعة للغاية من المكونات المعقدة الضرورية للكائنات الحية. وتُعد المواد النشوية كالنشا والسكر الأطعمة الأساسية التي تمد كلًّا من النباتات والحيوانات بالطاقة. وإن كان النشا يطلق الطاقة في جسم الكائن الحي أو النبات بصورة أكثر بطأ من السكريات.

غاز الأبقار

يُعد غاز الميثان – وهو أحد العناصر المكونة للنفط – مركبًا هيدروكربونيًّا موجودًا بوفرة طبيعية. وهي مادة هيدروكربونية بسيطة حيث يتكون كل جزيء فيها من ذرة كربون واحدة مرتبطة بأربع ذرات هيدروجين. وتقبع كميات كبيرة من غاز الميثان حبيسةً داخل المواد العضوية الموجودة في قاع البحر. كما أن الماشية بدورها تطلق كميات ضخمة من غاز الميثان وذلك عن طريق التطبل (امتلاء البطن بالغازات). هذا، ويتكون الميثان نتيجة قيام البكتريا بتحليل الطعام الموجود في الجهاز الهضمي للحيوانات.

يُعد الأرز مصدرًا جيدًا للنشا

يمتاز قصب السكر بغناه بالسكريات، التي تمد الجسم بالطاقة الفورية

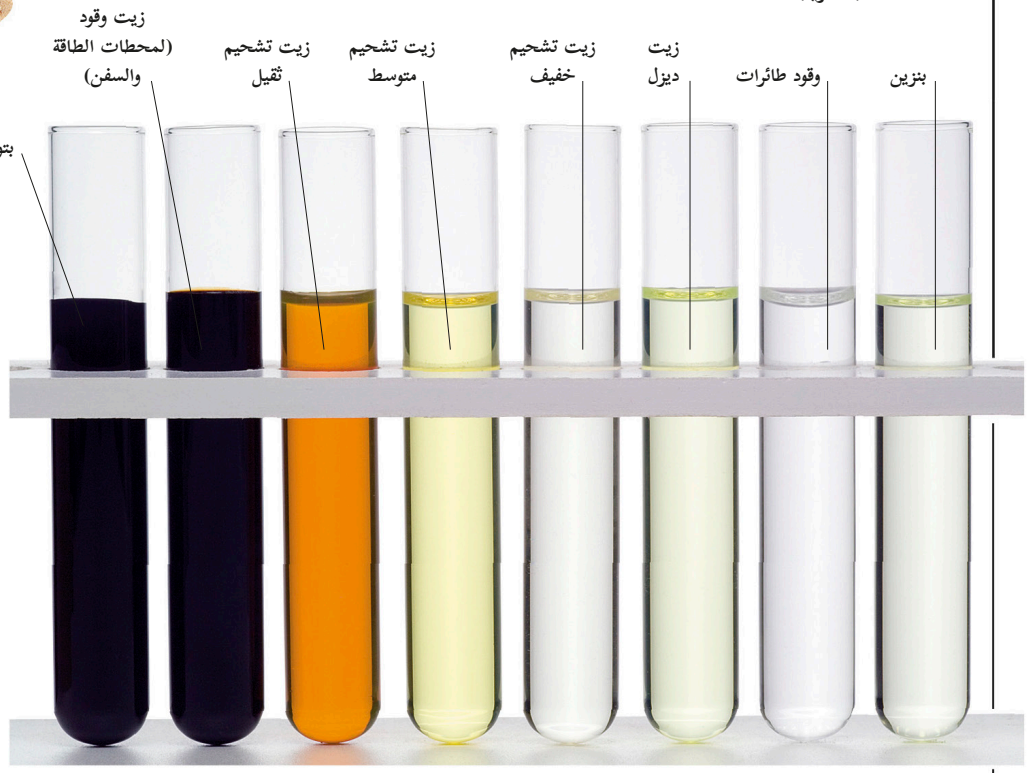


يُعرف هذا الجزيء سلسلي الشكل باسم الأوكتين لأنه يتألف من ثماني مجموعات من الكربون والهيدروجين

تتألف كل مجموعة من ذرة كربون وذرتي هيدروجين

فصل مكونات النفط

لكل من المواد الهيدروكربونية في النفط الخام خصائص مختلفة. وللاستفادة من هذه الخصائص، يُكرر النفط الخام لفصله إلى مجموعات مختلفة من المواد الهيدروكربونية كما توضح الصورة بالأعلى. وفي الإمكان التعرف على هوية هذه المجموعات بالضرورة من خلال كثافتها ولزوجتها، حيث يعتبر البتومين أكثرها كثافةً ولزوجةً والبنزين أقلها.



الهيدروكربونات في الجسم

هناك كثير من المواد النشوية في الجسم البشري. أحدها هو الكوليسترول، تلك المادة الزيتية الدهنية في دمك التي تساعد في بناء جدران الأوعية الدموية. وتشمل المواد النشوية الهامة الأخرى التي يحتوي عليها الجسم البشري هرمونات الأستروييد – مثل البروجسترون والتيستوستيرون – التي تتميز بأهميتها البالغة للصحة الجنسية والتكاثر.

لا يمكن للأطفال أن يأتوا للدنيا دون وجود الهرمونات الهيدروكربونية في أجسام آبائهم وأمهاتهم

من أين يأتي النفط؟

كان العلماء يعتقدون ذات يوم أن معظم النفط قد تكون بواسطة تفاعلات كيميائية بين المعادن الموجودة داخل الصخور على أعماق بعيدة في باطن الأرض. أما الآن فجل العلماء يعتقدون أن جزءًا يسيرًا من النفط هو الذي تكون فقط بهذه الطريقة. فمن وجهة نظرهم أن الكثير من النفط الموجود في العالم قد تكون من بقايا الكائنات الحية على مدار فترة زمنية طويلة جدًّا. وتقول نظريتهم بأن جثث عدد لا حصر له من الكائنات البحرية المجهرية – مثل المنخربات (حيوانات بحرية دنيا مثقبة الأصداف) والعوالق بصفة خاصة – قد تراكمت في قاع البحر في شكل وحل كثيف وتعرضت للدفن بشكل تدريجي لأعماق أكبر وأبعد بفعل المواد الرسوبية التي تراكمت على قمتها. وهناك في أعماق قاع البحر تحولت البقايا الحيوانية عبر ملايين السنين – أولاً بواسطة البكتريا ثم بواسطة الحرارة والضغط في باطن الأرض – إلى نفط سائل. وقد تسرب النفط ببطء عبر الصخور وتجمع في مصائد – عبارة عن فراغات دقيقة للغاية بين طبقات الصخور غير المنفذة.

صورة مكبرة لطحالب الدياتوم

تتمتع طحالب الدياتوم بأصداف شفافة مصنوعة من السليكا

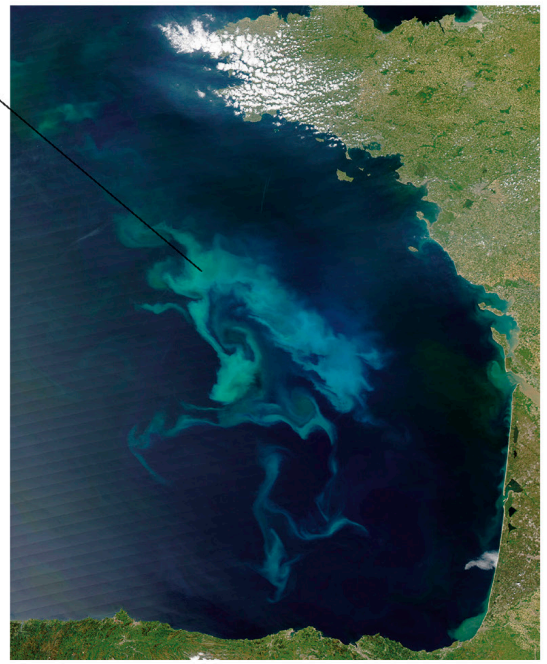
تأخذ أصداف طحالب الدياتوم أشكالًا كثيرة ومختلفة، وهي ذات تراكيب معقدة وجميلة في أغلب الأحيان

مصدر طاقة مركز

إن النفط مصدر طاقة هائلة، مخزنة في الروابط التي تبقي على جزيئاته الهيدروكربونية مترابطةً معًا. ومصدر كل هذه الطاقة في الأساس هو الشمس. فقد استعانت كائنات بالغة الدقة تُعرف بالعوالق النباتية منذ زمن بعيد بالطاقة المستمدة من ضوء الشمس في تحويل المواد الكيميائية البسيطة إلى غذاء عبر عملية تُسمى بالتمثيل الضوئي. ومع تحول العوالق النباتية إلى نفط، فقد أصبحت هذه الطاقة المحبوسة في غاية التركيز.

حساء العوالق

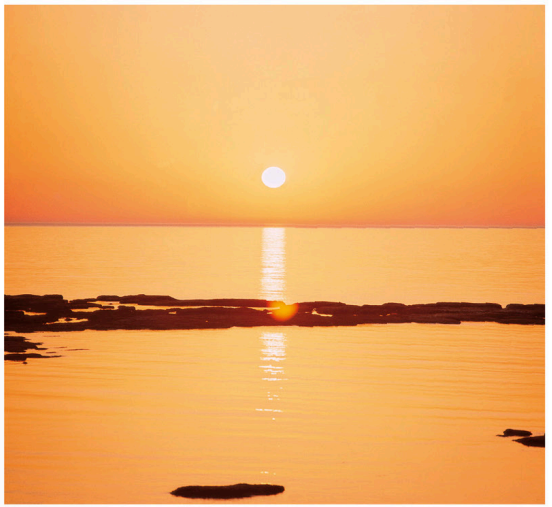
تُعد المياه السطحية للمحيطات والبحيرات غنية بالعوالق الطافية. وبالرغم من كونها بالغة الصغر لدرجة تجعل من الاستحالة رؤيتها بالعين المجردة، توجد العوالق في هذه المياه بوفرة كبيرة حتى إن جثثها تشكل طبقات كثيفة في قاع البحر. وثمة نوعان أساسيان من العوالق: العوالق النباتية، التي تصنع غذاءها باستخدام ضوء الشمس؛ والعوالق الحيوانية التي تتغذى على العوالق النباتية وعلى بعضها البعض. وتُعتبر طحالب الدياتوم أكثر العوالق النباتية وفرةً.



بقع زرقاء مشوبة بخضرة، تلك هي براعم العوالق النباتية

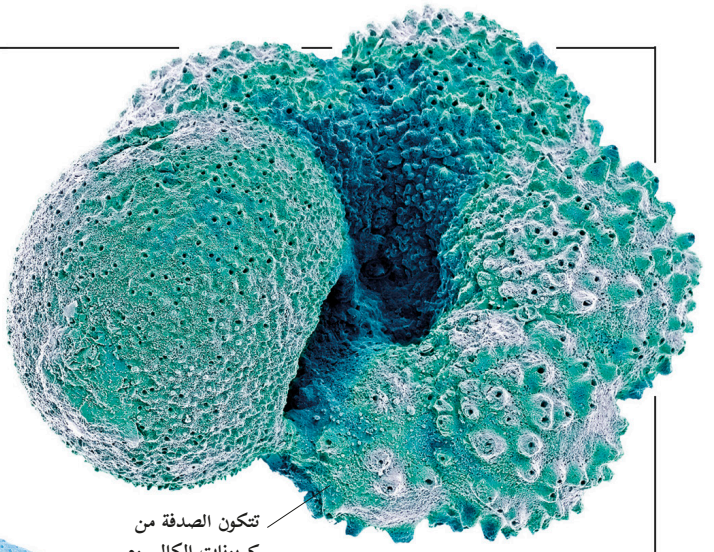
محيطات مزهرة

لعل تكون النفط يعكس النمو الضخم للعوالق، التي توجد في أغلب الأحيان في مياه المحيط الضحلة بعيدًا عن القارات. وتتكون مناطق نمو العوالق البحرية آخذةً شكل كتل كثيفة من العوالق النباتية الشبيهة بالنباتات. وهي تتميز بنطاقها الشاسع للغاية لدرجة أنه من الممكن رؤيتها في صور الأقمار الصناعية مثل تلك الموضحة بالأعلى، والتي تعرض لخليج بيسكاي بفرنسا. هذا، ويزدهر نمو مساحات العوالق البحرية عادةً في فصل الربيع، حيث يحفز ضوء الشمس وتوافر المياه الباردة الغنية بالمواد المغذية الصاعدة للسطح من الأعماق على النمو السريع والمستشري للعوالق.



المنخربات

توجد حيوانات المنخربات – بالغة الدقة ووحيدة الخلية – بكثرة في كافة أرجاء محيطات العالم. ومثلها مثل طحالب الدياتوم، فهي مصدر أساسي لتكون النفط، حيث تفرز صدفةً أو غلافًا حول نفسها يُسمى القشرة. وتتميز الصخور الطباشيرية بغناها بأصداف المنخربات المتحجرة. وقد بدا أن لكل حقبة تاريخية وطبقة صخرية شكلًا خاصًّا من المنخربات، لهذا فإن المنقبين عن النفط يبحثون عن المنخربات عند تنقيبهم عن النفط لاكتساب معرفة بتاريخ الصخور موضع البحث.



تتكون الصدفة من كربونات الكالسيوم

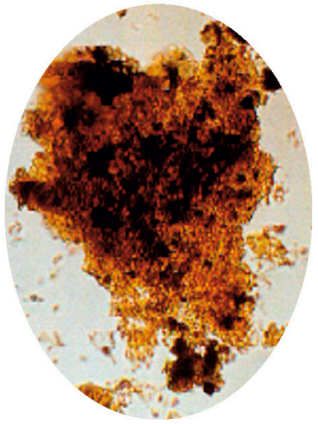
صدفة لحيوان المنخرب المجهري ذات مسام

تحتوي الأجراف الطباشيرية على حفريات لحيوان المنخرب، مقاطعة ساسكس – إنجلترا

كيف يتكون النفط

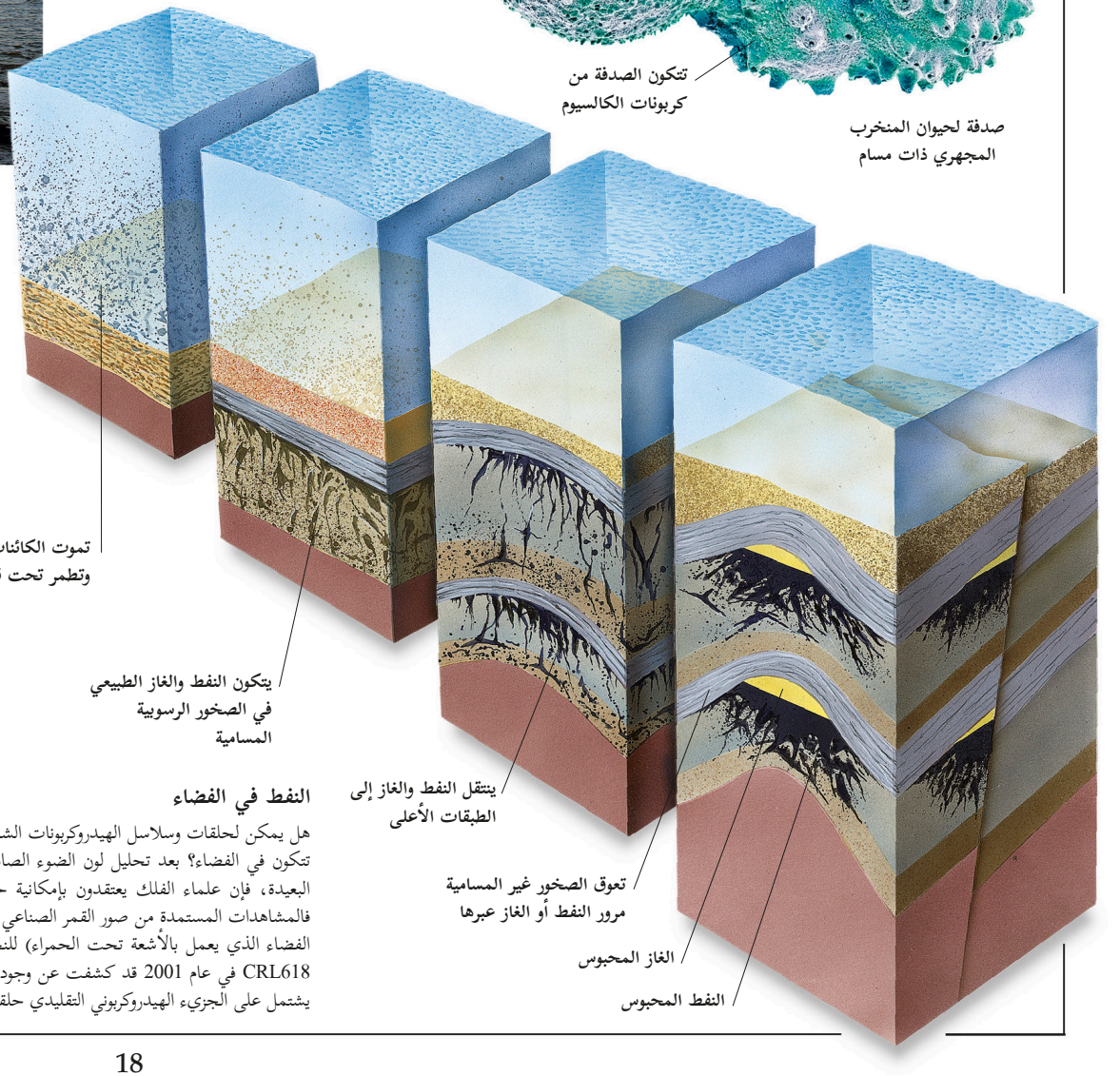
تعفنت الكائنات البحرية المدفونة وتحللت أولاً بفعل البكتريا متحولةً إلى مواد يُطلق عليها اسم الكيروجين والبتومين. ومع تعرض هاتين المادتين للطمر لأعماق أبعد – ما بين 1000 إلى 3000 متر (3300 إلى 10000 قدم) – فإن كلًّا من الحرارة والضغط قد عملا على «طهيهما». وهو ما حولهما إلى فقاعات من النفط والغاز الطبيعي. وقد انتشرت الفقاعات خلال الصخور المسامية – كالماء في الإسفنج. ومع مرور ملايين السنين، تسرب بعضها عبر الصخور متجمعةً في مصائد وذلك عندما كانت تصادف طبقات صخرية مصمتة غير منفذة للسوائل.

صورة مجهرية لجسيم من الكيروجين



نصف مرحلة التحول

إن نسبةً ضئيلةً فقط من البقايا المطمورة للكائنات البحرية المجهرية تتحول إلى النفط. إذ إن الغالبية العظمى منها تمر فقط بالمرحلة الأولى للتحول – التي تتحول معها إلى الكيروجين. وتبرز الصورة مادة صلبة سوداء ضاربة إلى اللون البني عُثر عليها في الصخور الرسوبية (تلك الصخور التي تكونت من حطام الصخور الأخرى وبقايا الكائنات الحية). ولكي يتحول إلى نفط، يجب أن يُسخن الكيروجين تحت ضغط لأكثر من 60 درجة مئوية (140 درجة فهرنهايت).



النفط في الفضاء

هل يمكن لحلقات وسلاسل الهيدروكربونات الشبيهة بالنفط أن تتكون في الفضاء؟ بعد تحليل لون الضوء الصادر من النجوم البعيدة، فإن علماء الفلك يعتقدون بإمكانية حدوث ذلك. فالمشاهدات المستمدة من صور القمر الصناعي (التابع لمرصد الفضاء الذي يعمل بالأشعة تحت الحمراء) للنجم المحتضر CRL618 في عام 2001 قد كشفت عن وجود البنزين، الذي يشتمل على الجزيء الهيدروكربوني التقليدي حلقي الشكل.

الغاز الطبيعي

يقوم خط غاز Power of Siberia بنقل الغاز الطبيعي من مدينة إركوتسك بالأراضي الروسية إلى أقصى شرق البلاد والصين.

لاحظ الناس منذ آلاف السنين في أجزاء من اليونان وبلاد فارس والهند تسرب غاز من الأرض وأنه يشتعل بسهولة شديدة. وقد أصبحت شعلات الغاز الطبيعي هذه في بعض الأحيان محور اهتمام الأساطير أو المعتقدات الدينية. والغاز الطبيعي هو مزيج من الغازات، لكنه يحتوي في الأغلب على غاز الميثان – وهو أصغر وأخف المركبات الهيدركربونية. ومثله مثل النفط، فقد تكون الغاز الطبيعي في باطن الأرض من بقايا الكائنات البحرية بالغة الصغر، كما أنه يجمع في أحوال كثيرة من الآبار ذاتها تمامًا مثل النفط الخام. وكذلك يمكن الحصول عليه من الآبار التي تشتمل فقط على الغاز ونتاج التكثيف، أو من الآبار «الطبيعية» التي تمدنا بالغاز الطبيعي فقط. وتجدر الإشارة إلى أن أوجه الاستفادة من الغاز الطبيعي كانت ضئيلةً حتى وقت قريب، ففي بدايات القرن العشرين، كانت شركات النفط تحرقه باعتباره من مخلفات آبار النفط. أما الآن، فالغاز الطبيعي وقود أكثر نظافة وعظيم القيمة يلبي ربع احتياجات العالم من الطاقة.

تحريك الغاز

يتم نقل معظم الغاز الطبيعي الذي يُجلب من باطن الأرض عبر خطوط الأنابيب. هذا، ويتم تجميع خطوط أنابيب الغاز الرئيسية من أجزاء من صلب الكربون، التي يتم اختبار كل منها بدقة لقياس درجة مقاومتها للضغط. ويُضخ الغاز عبر الأنابيب تحت ضغط هائل. ولا يقلل هذا الضغط فقط من حجم الغاز المراد نقله بمقدار 600 مرة، لكنه يوفر أيضًا «قوة الدفع» التي تساهم في تحريك الغاز عبر الأنبوب.

أسطورة المستنقعات

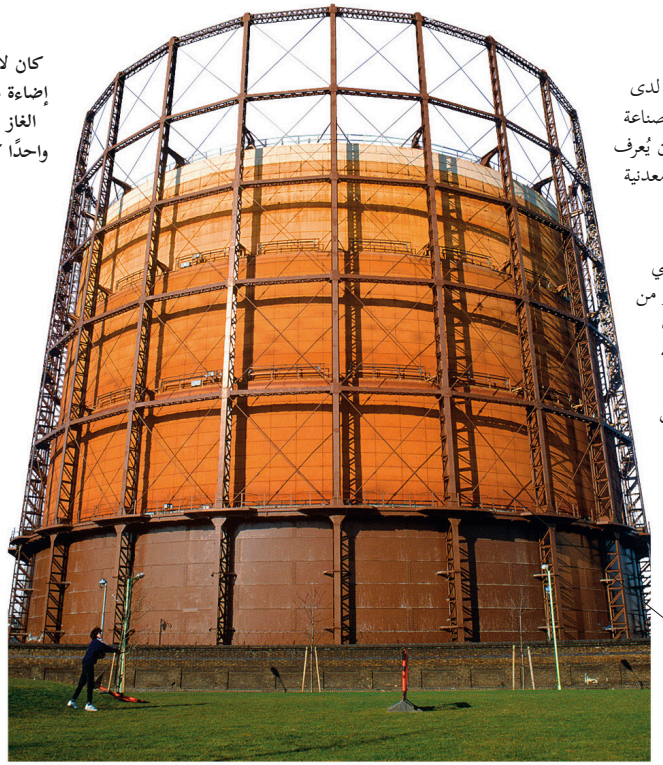
عند تحلل المادة العضوية، فإنها قد تطلق غازًا (يُعرف في وقتنا الحاضر بالغاز الحيوي) هو في حقيقة الأمر خليط من الميثان والفوسفين. هذا، وتتسرب فقاعات الغاز الحيوي من المستنقعات وتشتعل لفترات وجيزة، الأمر الذي أدى إلى نشأة أسطورة مفادها أن الأرواح والعفاريت تستخدم أضواء الأشباح في إيقاع المسافرين في التهلكة كما توضح الصورة هنا.

عملية الاستخلاص والمعالجة

يتم استخلاص الغاز الطبيعي في أحيان كثيرة في محطات تشبه تلك الموضحة في الصورة بالأسفل. ونظرًا لأن الغاز خفيف للغاية فإنه يرتفع لأعلى بئر النفط دون أية حاجة لضخه. وقبل نقله عبر الأنابيب للاستفادة منه، يجب معالجته لإزالة الشوائب والعناصر غير المرغوبة منه. ويتميز «الغاز الحامضي» – الذي يحتوي على نسبة مرتفعة من الكبريت وثاني أكسيد الكربون – بكونه شديد الخطورة والحت (التآكل)، لهذا فإنه يحتاج إلى معالجة إضافية. ولأن الغاز الطبيعي المعالج عديم الرائحة، فإنه تتم إضافة مواد تسمى مِرْكابْتان إليه لتعطيه رائحة مميزة بحيث يمكن اكتشاف حالات تسرب الغاز عند حدوثها.

غاز المدن

بحلول منتصف القرن الـ 18، أصبح لدى معظم المدن مصانع للغاز من أجل صناعة غاز الفحم أو «غاز المدن» كما كان يُعرف أيضًا. كان الغاز يُخزن في صهاريج معدنية ضخمة سُميت بخزانات الغاز، والتي أصبحت مشهدًا مألوفًا في المناطق الحضرية. وبالإضافة إلى استخدامه في إنارة الشوارع، كان لغاز المدن الكثير من الاستخدامات الأخرى، بما في ذلك الطهي والتدفئة. وقد توقف استخدامه في النصف الثاني من القرن العشرين وذلك بعد اكتشاف حقول واسعة من الغاز الطبيعي، وبعد أن أدى تشييد خطوط أنابيب الغاز إلى جعل الغاز الطبيعي أكثر انتشارًا من ذي قبل. كذلك، تميز الغاز الطبيعي بأنه أرخص تكلفةً وأكثر أمانًا في الاستخدام من غاز المدن.



يهبط صهريج تخزين الغاز في باطن الأرض مع انخفاض مستوى الغاز بداخله

كان لابد من إضاءة مصابيح الغاز واحدًا واحدًا كل ليلة

ثورة في إضاءة الشوارع

مثل ظهور مصابيح الغاز في شوارع لندن في السنوات الأولى من القرن التاسع عشر بدايةً لثورة حقيقية. وقبل مضي وقت طويل على ظهورها، صارت شوارع المدن في مختلف أنحاء العالم – والتي كانت فيما مضى مظلمةً تمامًا بالليل – مضاءةً بالضوء الفوري الساطع. وعلى الرغم من استخدام الغاز الطبيعي في إنارة الشوارع منذ عام 1816، فقد كان معظم مصابيح الشوارع في القرن التاسع عشر يعتمد في اشتعاله على حرق غاز عُرف باسم غاز الفحم، الذي كان يُصنع من الفحم الحجري. وقد بدأت الكهرباء تحل محل الغاز في إضاءة الشوارع خلال السنوات الأولى من القرن العشرين.

ناقلات الغاز

لا يتم نقل كل الغاز الطبيعي عبر خطوط الأنابيب – خاصةً إذا دعت الحاجة لنقله لأجزاء بعيدة من العالم عبر البحار، ومن ثم، فقد تمت الاستعانة بسفن ضخمة مزودة بصهاريج تخزين كروية الشكل لحمل الغاز عبر المحيط في صورة الغاز الطبيعي المسال. والتي يتم الوصول إليها من خلال تبريده حتى -160 درجة مئوية (أي سالب -260°ف). وهكذا يتحول الغاز الطبيعي عند درجة الحرارة هذه إلى سائل. ومع وجوده في هذه الحالة السائلة، فإن حجم الغاز الطبيعي ينكمش لأقل من 1 على 600 من حجمه كغاز.

يحتوي الصهريج الواحد على ما يكفي من الطاقة لتلبية جميع حاجات الولايات المتحدة من الكهرباء لمدة خمس دقائق

يُضخ الغاز المعالج في الأنابيب لتوزيعه

كهف الغاز

نظرًا للحجم الضخم للغاز الطبيعي ولكونه سريع الاشتعال فقد استحال تخزينه في صهاريج. بعد معالجة الغاز وتمريره في أنابيب النقل إلى وجهته، يتم تخزين الغاز تحت سطح الأرض حيث يكون معدا للاستخدام، وذلك في مناجم الملح القديمة في بعض الأحيان، مثل ذلك المنجم الموجود في بولندا. وتضم مواقع التخزين الأخرى والواقعة في باطن الأرض الطبقات الصخرية المائية (وهي تكوينات صخرية تحتوي على الماء) وخزانات الغاز المستنفدة (الصخور المسامية التي كانت تحتوي فيما مضى على الغاز الطبيعي «الخام»).

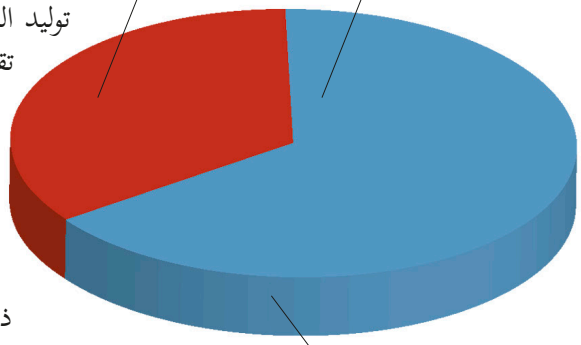
يحترق غاز البروبين بلهيب أزرق اللون

الغازات المستبعدة

تتم إزالة غازات مثل الإثين والبروبين والبيوتان والإيزيبوتان من الغاز الطبيعي خلال عملية المعالجة. ويُباع معظم هذه الغاز بصورة منفصلة. إذ يُباع كل من غازي البروبين والبيوتان – على سبيل المثال – في علب صغيرة كوقود لمواقد المخيمات. كذلك، يحتوي عدد قليل من آبار الغاز على غاز الهليوم. ويُعد هذا الغاز الشهير باستخدامه في المناطيد مادةً مبردةً في العديد من الأجهزة، من المفاعلات النووية إلى معدات فحص الجسم.

الغاز الطبيعي غير التقليدي

إن الغاز الطبيعي هو أنظف أنواع الوقود الحفري، كما أنه قد أصبح وقودًا مفضلاً في عملية توليد الكهرباء. وفي المستقبل، سيتم استخراج المزيد من الغاز الطبيعي من مصادر غير تقليدية، مثل هيدرات الميثان. وتجدر الإشارة إلى أن الغاز الطبيعي غير التقليدي يتميز بكونه أكثر صعوبةً من حيث الوصول إليه وأكثر كلفةً في استخراجه من الغاز الطبيعي التقليدي. وفي الوقت ذاته نجد أن احتياطيات الآبار غير التقليدية أطول عمرًا من احتياطيات مثيلاتها من الآبار التقليدية، كما يمكنها أن تساهم في استمرارية الإمدادات على امتداد فترة زمنية أطول. ويتألف هذا الغاز بالضرورة من المادة نفسها التي يتألف منها الغاز الطبيعي التقليدي، كما أن له الاستخدامات ذاتها، مثل توليد الكهرباء والتدفئة والطهي وتشغيل وسائل المواصلات واستغلاله في تصنيع منتجات للأغراض الصناعية والمنزلية. ويجري في الوقت الحاضر تطوير التقنيات الحديثة بصفة مستمرة من أجل توفير تقديرات أكثر دقةً لكمية الغاز المتاحة في هذه الخزانات غير التقليدية، ولإيجاد سبل يمكن من خلالها إنتاج الغاز من هذه الخزانات. ولعل ما هو غير تقليدي اليوم يصبح تقليديًّا غدًا من خلال التقدم التقني أو التوصل إلى عمليات حديثة مبتكرة.



يظهر في هذا الرسم البياني كمية الغاز الطبيعي القابلة للاستخراج من مصادر غير تقليدية مقارنة بمصادر الغاز التلقيدية

تستخدم محطة الطاقة التي تعمل بتحويل الفحم الحجري إلى غاز والموجودة في تامبا بولاية فلوريدا الأمريكية الفحم الحجري في إنتاج غاز احتراق نظيف. وتقوم هذه التقنية بإزالة ما لا يقل عن 95 بالمائة من الكبريت من غاز الفحم

توجد الهيدرات الغازية بكثافة حول مثلث برمودا ويمكنها التسبب في غرق السفن، لكن الزعم بغرق الكثير من السفن في ذلك الموقع هو مجرد أسطورة

هيدرات الميثان

إن هيدرات الميثان هي شبكة من الثلج تشبه شكل القفص تكونت حول جزيئات الميثان. وهي تتكون في ظل وجود درجة حرارة منخفضة وضغط مرتفع. وتوجد هيدرات الميثان في رسابة قاع البحر والطبقات الجليدية في أعماق القطب الشمالي. وهي شبيهة بالثلج، لكنها تتكون أعلى من نقطة تجمد الماء. ويمكنها أن تحترق إذا لمسها عود ثقاب مشتعل. ويعتقد البعض أن كمية هيدرات الميثان المتاحة في الطبيعة تكفي لتزويدنا بالطاقة لمئات السنوات. ولو أنه تم استخراج 1 ٪ فقط من مصادر هيدرات الميثان بصورة تقنية واقتصادية، فسيكون في استطاعة الولايات المتحدة زيادة مصادرها المحلية من الغاز الطبيعي بمقدار يزيد على الضعف.

تحويل الفحم الحجري إلى غاز

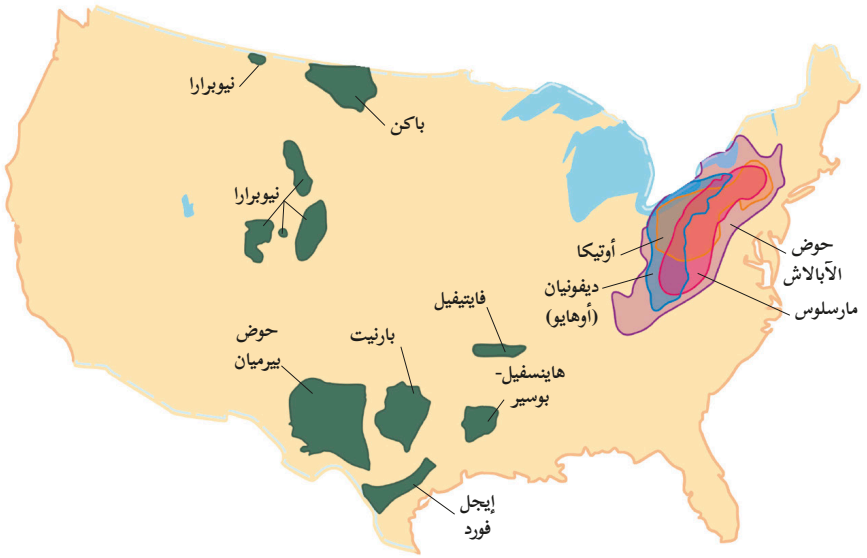
إن تحويل الفحم إلى غاز هي عملية يتم من خلالها تحويل الفحم الحجري إلى غازات قابلة للاحتراق وذلك من خلال تحليله إلى مكوناته الكيميائية الأساسية. وبعد تنقية هذه الغازات – وهي أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والميثان والنيتروجين – من الممكن استخدامها كوقود أو كمواد أولية تدخل في تصنيع منتجات الطاقة. ولعل هذه العملية من أفضل السبل لإنتاج الهيدروجين ذي الاحتراق النظيف من أجل السيارات في المستقبل. كما أنها تتيح العديد من أوجه الكفاءة والفاعلية. إذ من الممكن الاستفادة بالحرارة الناتجة عن حرق الفحم في غلي الماء ومن ثم توليد البخار لإدارة المولدات التي تعمل من خلال التوربينات البخارية. ويمكن القول بأن في العالم الآن عددًا من المحطات الأولى المتخصصة في إنتاج الطاقة الكهربائية بصورة تجارية عن طريق تحويل الفحم إلى غاز. ويذهب الكثيرون من الخبراء إلى الاعتقاد بأن تحويل الفحم الحجري إلى غاز سيكون الأساس في عمل الأجيال المستقبلية من المحطات القائمة على تقنية الفحم النظيف لعدة عقود.

الميثان المصاحب للفحم الحجري

إن ميثان الفحم الحجري هو ميثان موجود في عروق الفحم الكائنة في باطن الأرض. ويبطن الميثان شبه السائل الجزء الداخلي من مسام الفحم الحجري حيث يبقيه ضغط الماء بداخلها. وعند ضخ الماء لتخفيف الضغط، فإن الميثان ينفصل ومن الممكن عندئذ ضخه خارج البئر بشكل منفصل عن الماء. وفي الاستطاعة استخراج هذا الميثان بصورة اقتصادية، إلا أن التخلص من الماء يجب أن يتم بطريقة ملائمة. ويتحرر ميثان الفحم الحجري بصفة عامة خلال عملية تعدين الفحم الحجري نفسه، مما يخلق ظروف عمل خطيرةً تحيط بعمال التعدين. وكان الميثان يُصرف في الماضي بصورة مقصودة في الهواء. أما اليوم، ففي الإمكان استخلاص الميثان وحقنه في خطوط أنابيب الغاز الطبيعي. وتقع محمية قبيلة يوت الهندية الجنوبية (شعب من الشعوب الأصلية لأمريكا) والممتدة لنحو 700000 أكر في حوض سان خوان فوق واحد من أغنى المواقع في العالم بميثان الفحم الحجري. وتتحكم هذه التراكمات الطبيعية من الغاز في الوقت الراهن في توزيع حوالي 1 ٪ من إمدادات الغاز الطبيعي للولايات المتحدة، كما أنها نموذج للقبائل الأخرى المستقرة فوق موارد الغاز الطبيعي.

المناطق ذات الضغط المرتفع

إن المناطق ذات الضغط المرتفع هي تراكمات للغاز الطبيعي في باطن الأرض تقع في العادة تحت ضغط مرتفع نظرًا للعمق الموجودة فيه. وهي تحتوي على طبقات من الرمال والطمي، وتقع على مسافة ما بين 15000 إلى 25000 قدم أسفل سطح الأرض، سواء أكان هذا تحت التربة الجافة أم تحت قيعان البحار. وتتكون هذه المناطق عالية الضغط عند ترسب طبقات الطفل وتراكمها سريعًا أعلى مادة أكثر مساميةً وامتصاصًا مثل الرمال أو الغرين. إن الكبس السريع للطفل والضغط المرتفع يعتصر أي ماء وغاز طبيعي في التراكمات الأكثر مساميةً. ولم يتم إلى الآن التوصل لأية تقنية لاستخراج هذه الغاز، فكل ما تم هو مجرد عمليات حفر استكشافية.



الغاز الصخري

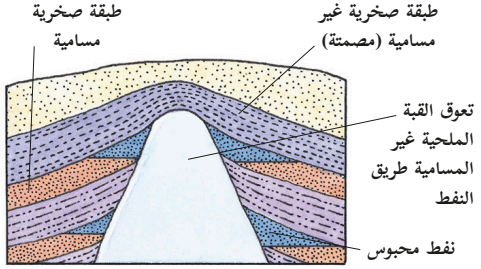
إن الغاز الصخري هو غاز طبيعي مخزن في الصخور التي تهيمن عليها صخور الطفل الصفحي، وهي صخور رسوبية ذات حبيبات ناعمة. ويوجد هذا الغاز في العادة فوق مساحات شاسعة ومتجاورة، حيث تقع طبقة رقيقة من الطفل الصفحي بين طبقتين سميكتين من تراكمات الطفل الصفحي الأسود. ويمكن أن يُخزن كغاز حر بداخل مسام الصخور أو في الكسور الطبيعية، أو كغاز ممتص في مادة عضوية. هذا، وتتمتع الصخور المحتوية على الغاز الصخري بنفاذية محدودة، مما يصعب على الغاز التحرر. وقد تم حفر أول بئر تجارية للغاز الصخري في نيويورك في أواخر العقد الثالث من القرن التاسع عشر. تنتج الولايات المتحدة حاليا أكثر من تريليون قدم مكعب من الغاز الصخري. تستخرج نصف تلك الكمية مباشرة من حوضي الآبالاش وبرميان.

الغاز العميق

إن الغاز العميق هو غاز طبيعي يوجد في التراكمات الطبيعية الواقعة في باطن الأرض، على بعد 15000 قدم أو يزيد. ويوجد قدر كبير من الغاز العميق في الخزانات الواقعة تحت سطح البحر، وعليه يجب أن تمتد البئر لأكثر من 15000 قدم، كما يجب على وتر المثقاب أن يمر عبر مئات أو آلاف الأقدام من مياه البحر.

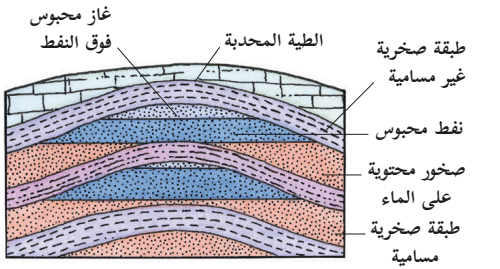
مصائد النفط

عندما تنقب شركات البترول للبحث عن النفط، فإنها تبحث عن مصائد النفط. وهي الأماكن التي يتجمع فيها تحت سطح الأرض بعد أن يتسرب عبر الصخور المحيطة إلى السطح. ويبدأ هذا التسرب الوئيد – الذي يُطلق عليه اسم نزوح النفط – بعد تكون النفط السائل في الصخرة «المنشأ» سريعًا. وتُعد صخور الطفل الصفحي الزيتي – الغنية بالمادة العضوية الصلبة المعروفة باسم الكيروجين – أكثر أنواع صخور المنشأ شيوعًا. هذا، ويتكون النفط عندما يتحول الكيروجين بفعل الحرارة والضغط في الطبقات العميقة لباطن الأرض. ومع تعرض صخور المنشأ للطمر لأعماق أبعد بمرور الوقت، فقد يتعرض كل من النفط والغاز للعسر كما يُعسر الماء من الإسفنج وينتقلان عبر الصخور المسامية. وهي الصخور ذات الشقوق الدقيقة التي يمكن للسوائل أن تتدفق خلالها. وكثيرًا ما يمتزج النفط بالماء، لكن النفط يميل للنزوح لأعلى – نظرًا لكونه يطفو على سطح الماء. وبالرغم من هذا، فإن النفط يتسرب في بعض الأحيان إلى سطح الأرض في اتجاه الصخور غير المسامية، التي لا يمكنه المرور خلالها. ومن ثم، يُحاصر النفط ويتراكم شيئًا فشيئًا مكونًا الخزان.



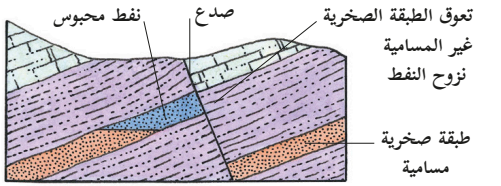
مصيدة القبة الملحية

عند تكون كتل الملح في أعماق باطن الأرض، تتسبب الحرارة والضغط في نتوئها لأعلى في شكل قباب، وتزيح القباب المتصاعدة الطبقات الصخرية العلوية جانبًا. وفي خضم هذا، يمكن لها أن تقطع أوصال طبقات الصخور المسامية مما يؤدي إلى اعتراض مسار النفط النازح ومن ثم يكون مصيدة للنفط.



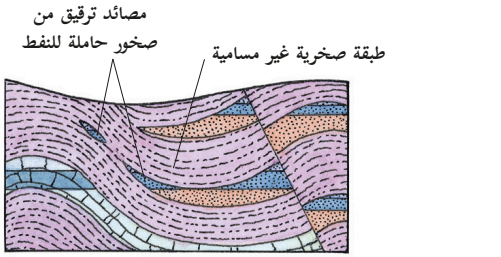
مصيدة الطية المحدبة

غالبًا ما يُحبس النفط أسفل الطيات المحدبة – وهي الأماكن التي تتعرض فيها الطبقات الصخرية للانثناء أخذةً شكل قوس وذلك بفعل حركة أديم الأرض. ولو كانت إحدى هذه الطبقات المنثنية غير مسامية، فقد يرتشح النفط لأعلى أسفلها ويتراكم في ذلك الموضع. هذا، وتشتمل مصائد الطيات المحدبة على الكثير من نفط العالم.



مصيدة الصدع الصخري

تتشقق الطبقات الصخرية بين الحين والآخر وتنزلق لأعلى أو أسفل في محاذاة بعضها البعض. وهو ما يُعرف بالصدوع الصخرية. ومن الممكن أن تساهم الصدوع الصخرية في تكون المصائد النفطية بطرق عدة؛ يتمثل أشهرها في انزلاق طبقة من الصخور غير المسامية فوق طبقة من الصخور المسامية التي ينزح خلالها النفط إلى سطح الأرض وذلك عند حدوث الصدع.



مصائد الترقيق

تتكون مصائد الطيات المحدبة والصدوع والقباب الملحية بفعل تراصف الطبقات الصخرية، وهي تُسمى بالمصائد التركيبية. بينما تنتج المصائد الطبقية عن وجود اختلافات بداخل الطبقات الصخرية نفسها. وتُعد مصائد الترقيق شكلاً شائعًا من أشكال المصائد الطبقية؛ التي تتكون في الكثير من الأحيان من قيعان الجداول القديمة حيث تُحاصر منطقة عدسية الشكل من الرمال المسامية بين الطفل الصفحي الزيتي والصخور الغرينية.

الثنيات الصخرية

من المدهش أن نعرف أن طبقات الصخور الصلبة يمكن أن تنثني، لكن حركة الطبقات الصخرية الضخمة التي يتألف منها أديم الأرض (الطبقة الخارجية منها) تولد مستويات مذهلة من الضغط. وقد تكونت طبقات الصخور الرسوبية الموضحة هنا في هذا المقطع في الأصل في صورة مسطحة من رواسب ترسبت في قاع البحر. وقد نتج ذلك القوس المفاجئ – أو الطية المحدبة – نتيجة تحرك طبقات أديم الأرض الضخمة بلا هوادة معًا، مما أدى إلى تجعد الطبقات الصخرية بينها. وهكذا تصبح مثل هذه الطيات المحدبة حول العالم مصائد للنفط.

المصيدة الصخرية

ينتقل النفط عبر الصخور المسامية إلى أن تعترض الصخور غير المسامية سبيله – وهي الصخور التي تكون المسام بها صغيرة للغاية أو تكون الشقوق فيها ضيقة للغاية أو غير متصلة تمامًا، مما يعوق تسرب النفط أو الماء عبرها. وتعرف المصائد الناتجة عن إعاقة الصخور غير المسامية لمسار النفط وسده بالمصائد الصخرية (أو الغطاء الصخري). حيث تقوم المصائد الصخرية بدور الغطاء الموضوع على الخزان النفطي. وتُعد صخور الطفل الصفحي الزيتي أشهر هذه المصائد الصخرية.

الطفل الصفحي

حبيبات بالغة الدقة مضغوطة بشدة مع بعضها البعض

قبة الطية المحدبة

المشهد من أعلى

تكون الطيات المحدبة في أحيان كثيرة قباب طويلة تظهر في أشكال بيضاوية على الخرائط الجيولوجية أو في صور الأقمار الصناعية. وتكشف لنا صورة الأقمار الصناعية هذه عن سلسلة من قباب الطيات المحدبة البيضاوية في جبال زاجروس جنوبي غربي إيران. هذا، وتكون كل قبة من هذه القباب سلسلة جبلية صغيرة مدرجة، تبدو من الأعلى كنصف بطيخة عملاقة. وتعد هذه القباب أهدافًا رئيسيةً للمنقبين عن النفط الباحثين عن خزانات النفط الهامة، وجبال زاجروس هي بالفعل واحدة من أقدم حقول النفط في العالم وأغناها.

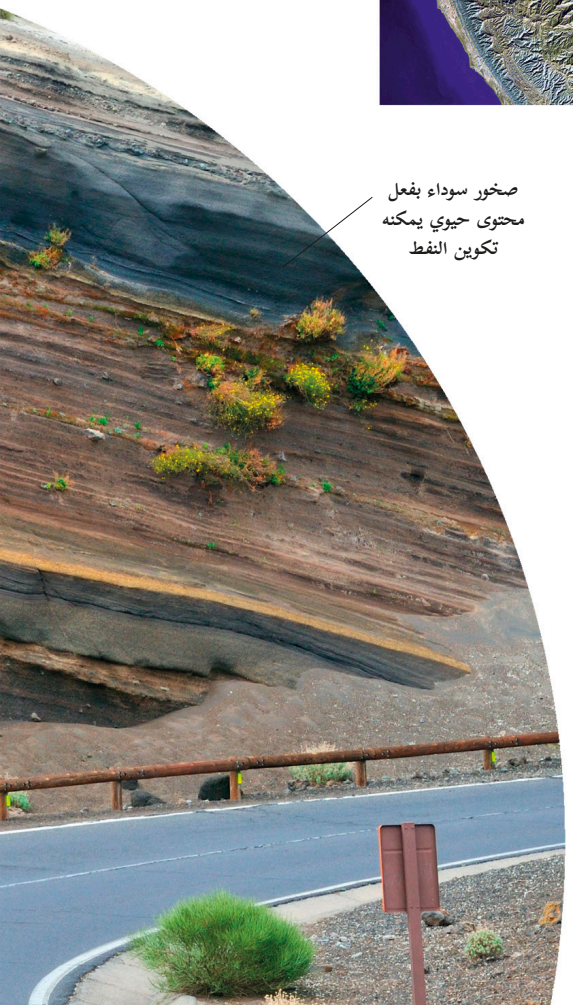
ويليام سميث
(1769 –1839)

يظهر كل نوع من الصخور بلون مميز

رسم تفصيلي من الخريطة الجيولوجية التى وضعها سميث لكل من إنجلترا وويلز – عام 1815

طبقات سميث

بدأت المعرفة بالطبقات الصخرية والتي تمثل أهميةً بالغةً في مجال البحث عن النفط على يد ويليام سميث، مهندس شق القنوات الإنجليزي الذي قام بوضع أول خرائط جيولوجية. وفي أثناء مسح سميث لمسارات القنوات، لاحظ أن الطبقات الصخرية المختلفة تحتوي على حفريات بعينها. ومن هنا أدرك أنه إذا كانت الطبقات التي تفصل بينها بعض المسافات تحتوي على الحفريات نفسها، فلا بد أنها ذات عمر واحد. وهو الأمر الذي مكنه من تعقب أثر الطبقات الصخرية بطريقة صحيحة وفهم الأسباب التي كانت وراء انثنائها وتصدعها.



صخور سوداء بفعل محتوى حيوي يمكنه تكوين النفط

صخور الخزان

يمكن الوصول للنفط المتكون في صخور المنشأ فقط عندما ينتقل إلى الصخور المنفذة ذات المسام والشقوق الوفيرة التي تسمح له بالانتقال خلالها والتجمع فيها، وتُعرف الصخور التي يتراكم النفط بها باسم صخور الخزان. وتشتمل معظم صخور الخزان – مثل الحجر الرملي - وإلى حد ما الحجر الجيري والدولوميت – على حبيبات ضخمة الحجم مضغوطة بشكل غير مترابط، وهو الأمر الذي يسمح للنفط بالتسرب خلالها.

الحجر الرملي

حبيبات في حجم حبات البازلاء

الحجر الجيري

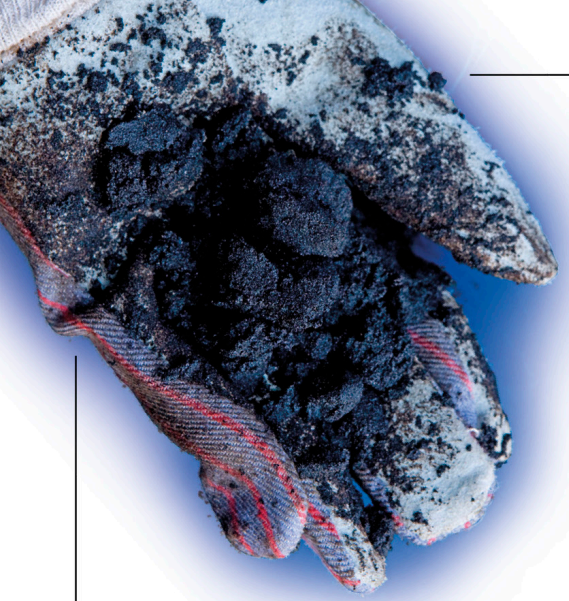
الدولوميت

النفط الصلب

يتصف معظم النفط الذي يستخدمه العالم بلونه الأسود وبكونه نفطًا خامًّا يستخرج من برك تحت سطح الأرض. بيد أن هذا هو مجرد جزء صغير للغاية من النفط القابع في باطن الأرض؛ حيث توجد كميات هائلة من النفط الأكثر صلابةً أسفل سطح الأرض وذلك في شكل رمال نفطية وصخور طَفل صفحي مشبعة بالنفط. والرمال النفطية (التي كانت تُعرف فيما مضى برمال القار) عبارة عن رواسب من رمال وطمي ذات حبيبات مغطاة بزيت البتومين اللزج. بينما تتشبع صخور الطفل الصفحي الزيتي بمادة الكيروجين – المادة العضوية التي تتحول إلى النفط السائل عندما تُطهى تحت وطأة الضغط المرتفع في باطن الأرض - وتتضمن عملية استخراج النفط من صخور الطفل الصفحي الزيتي والرمال النفطية تسخينها لدرجات حرارة تسمح باستخلاص النفط منها. ولا تُعد هذه العملية في الوقت الراهن اقتصاديةً في حقيقة الأمر، لكنَّ الكثيرين من الخبراء يعتقدون أنه عندما ستبدأ خزانات النفط الخام في النضوب، فقد تصبح صخور الطفل الصفحي الزيتي المشبعة بالنفط والرمال النفطية مصادرنا الرئيسة من النفط.

تقنيات الاستخراج

إذا كانت الرمال النفطية بالقرب من سطح الأرض، فيتم في هذه الحالة تعدينها من خلال حفر حفرة عميقة جدًّا.. وتقوم الشاحنات العملاقة بحمل الرمال إلى آلة ضخمة تقوم بتكسير الكتل إلى رمال، ثم تمزجها بالماء الساخن، الأمر الذي يجعلها تأخذ شكل ملاط رقيق القوام، ثم يُرسل هذا الخليط عبر خط أنابيب إلى محطة الفصل، حيث يتم استخلاص النفط من الرمال لمعالجته في مصفاة التكرير. مع هذا، إذا كانت الرمال موجودةً على أعماق بعيدة للغاية في باطن الأرض، فلعل شركات النفط في هذه الحالة تشرع في استخراج النفط فقط وذلك عن طريق حقن البخار في باطن الأرض. ويؤدي البخار لذوبان البتومين ويساعد في فصله عن الرمال، الأمر الذي يُسهل ضخه إلى السطح وإرساله إلى محطات المعالجة. ثمة طريقة أخرى لاستخراج النفط تتمثل في حقن الأكسجين في باطن الأرض من أجل البدء في إشعال النيران ومن ثم إذابة النفط.



الرمال اللزجة

تبدو الرمال النفطية مثل الوحل الأسود شديد اللزوجة؛ حيث تغطي كل حبة من حبيبات الرمال طبقة رقيقة من الماء محاطة بطبقة علوية أخرى من البتومين، ويتجمد الماء في فصل الشتاء مما يجعل الرمال في صلابة الأسمنت. أما في فصل الصيف، فإن الرمال تصبح لزجة القوام بعد ذوبان الماء.

الرمال النفطية في اثاباسكا

توجد الرمال النفطية في مواضع كثيرة حول العالم، لكن أكبر تراكماتها في العالم توجد في فنزويلا وكندا التي تتمتع كل واحدة منها بثلث احتياطي الرمال النفطية في العالم تقريبًا. وتُعتبر مقاطعة البرتا الكندية المكان الوحيد في العالم الذي يجري فيه استخراج الرمال النفطية بأية كمية؛ وذلك لقرب التراكمات الطبيعية من الرمال في منطقة اثاباسكا (التي تحتوى على 10 ٪ من الرمال النفطية في ولاية البرتا) أكثر من غيرها من السطح بما يسمح باستخراجها بطريقة اقتصادية.

النفط الأسكتلندي

بدأت صناعة النفط الحديثة في أسكتلندا عام 1848، عندما اكتشف «جيمس يانج» (1811-1883) طريقة لإنتاج الكيروسين المستخدم في إنارة المصابيح باستخدام النفط المستخرج من البرك (حيث يتسرب النفط من باطن الأرض ويتجمع). وكانت هذه البرك النفطية نادرة الوجود في بريطانيا؛ لهذا فقد لجأ «يانج» إلى الاعتماد على الطفل الصفحي الزيتي الموجود في الأراضي الأسكتلندية المنخفضة المعروف باسم الفحم الوقاد (فحم حجري يحترق بسرعة وتوهج). وفي عام 1851، أسس مصفاة للكيروسين في بائجيت بالقرب من أدنبرة لتقطير النفط من الفحم الوقاد المستخرج من مواقع قريبة.

بحيرة من الزفت – ترينيداد

بحيرة الزفت

تُعد بحيرة الزفت في ترينيداد بحيرةً طبيعيةً شاسعة المساحة من الأسفلت، حيث يبلغ عمقها 75 مترًا (250 قدمًا). ويُعتقد أن هذه البحيرة مستقرة فوق نقطة تقاطع صدعين (شقين في القاعدة الصخرية)، يتسرب خلالها الأسفلت من أعماق الأرض. وقد اكتشف المستكشف الإنجليزي السير «والتر راليه» هذه البحيرة عبر أسفاره إلى جزر الكاريبي عام 1595، واستخدم الأسفلت الموجود بها في تدعيم وتحصين سفنه ضد الماء من أجل رحلة العودة إلى وطنه.

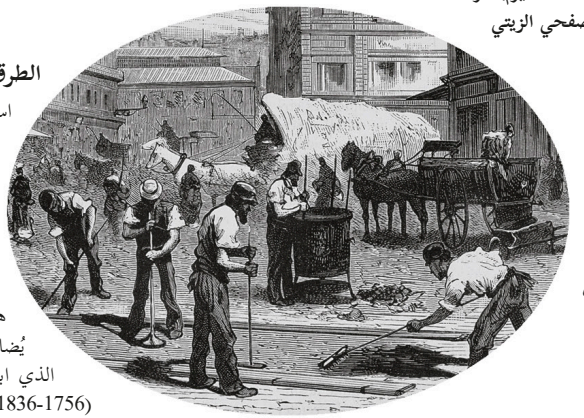
السير «والتر راليه» (1552-1618)

تتحول صخور الطَّفل الصفحي الزيتي إلى اللون الأسود بفعل وجود الكيروجين الذي تحتوي عليه المسام داخل الصخور

حجر المرل (صخر غني بالطين وكربونات الكالسيوم) هو أحد أنواع الطفل الصفحي الزيتي

الطَّفل الصفحي الزيتي

النفط الصخري (المحكم) هو نفط موجود بالتشكلات الصخرية الطفلية أو الرملية أو الكربونية. هناك احتياطيات هائلة من النفط الصخري في العالم. ويقدر أنه في عام 2018، تم إنتاج حوالي 6.44 مليون برميل يوميا من النفط الخام من مصادر النفط الصخري في الولايات المتحدة وحدها.



الطرق المعبَّدة بالنفط

استخدم البابليون القدماء البتومين في شق وتعبيد طرق ملساء محصنة ضد الماء منذ 2500 عام. وتعود أسطح الطرق الحديثة إلى أوائل القرن التاسع عشر، حينما شرع بناءو الطرق في تعبيد الطرق ذات الحدود الحصوية باستخدام قار الفحم الساخن أو البتومين، وكانت هذه المادة شبيهةً بالأسفلت، وكان القار يُضاف إلى خليط من الحصى المستوي الذي ابتكره «جون لوندون ماك آدام» (1756-1836) مهندس الطرق الأسكتلندي.

يا لها من نهاية لزجة!

إن حفر القار – أو بالأحرى حفر الأسفلت – عبارة عن أغوار يتسرب خلالها الأسفلت الراشح إلى سطح الأرض مكونًا بركةً سوداء لزجة. واللافت للنظر أن الكثير من الحفريات الكاملة لنمور السميلدون (النمور مسيفة الأسنان) التي ظهرت في حقبة ما قبل التاريخ وفرائسها من حيوانات الماموث قد وُجدت معًا في حفر القار، مثل الحفر الموجودة في ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية. ويبدو أن حيوانات الماموث التصقت في البركة وقد تبعتها نمور السميلدون في أثناء مطاردتها لها إلى المصير ذاته، ومن ثم التصقت معها هي أيضًا.

جمجمة متحجرة لنمر سميلدون

يُعرف نمر السميلدون بـ «النمر المسيف الأسنان»؛ نظرًا لزَوْجي الأسنان المسيفة التي كان يستخدمها في تمزيق اللحم

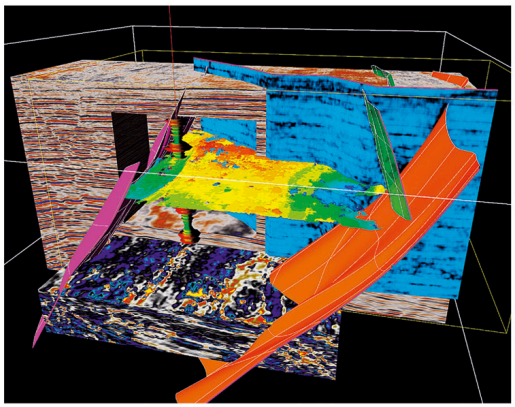
تضرب نمور السميلدون حيوان الماموث (فيل منقرض) في بركة من القار

كيف يُعثر على النفط؟

كان البحث عن النفط – باستثناء ذلك النفط الذي كان يتسرب إلى سطح الأرض بشكل واضح – يتم بالتخمين والحظ المطلق. أما الآن، فتستخدم الشركات المنقبة عنه مدى معرفتهم بالأساليب الجيولوجية حتى ترشدهم مصائد النفط إلى المناطق التي يُرجح وجوده فيها. فعلى سبيل المثال، نجدهم على علم بإمكانية العثور على النفط في أحد أحواض الصخور الرسوبية الـ 800 الموجودة حول العالم؛ وهي الأحواض التي تتركز فيها الاكتشافات النفطية. ولعل البحث عن النفط داخل الأحواض الرسوبية يبدأ بمعاينة الطبقات البارزة على سطح الأرض من الصخور بحثًا عن التكوينات المبشرة أو بمسح الأقمار الصناعية وصور الرادار. وما إن يتم تحديد المنطقة المستهدفة حتى يهمَّ صيادو النفط بإجراء عمليات المسح الجيوفيزيائية التي تستخدم معدات معقدة للكشف عن العناصر الحاسمة في حل هذا اللغز، مثل الانحرافات في المجالات المغناطيسية ومجالات جاذبية الأرض الناتجة عن وجود مصائد النفط.

البحث عن النفط تحت سطح البحر

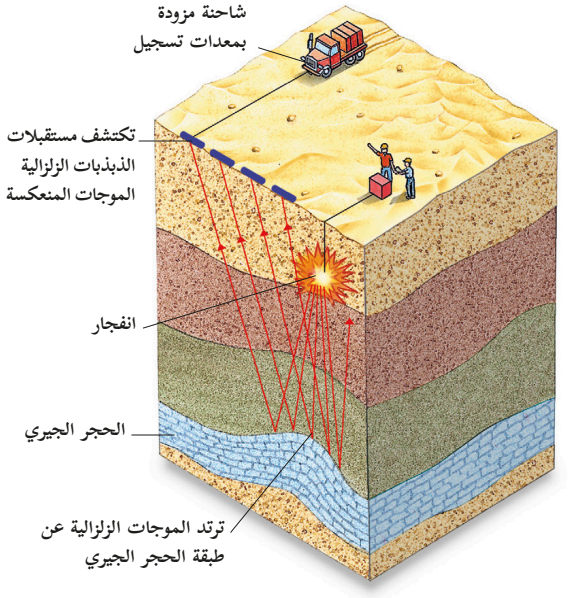
من الممكن كذلك استخدام عمليات المسح الزلزالي في البحث عن النفط تحت قاع البحر؛ إذ تقطر القوارب الكابلات المتصلة بمجسات صوتية تُسمى المسماع المائي. ويجري إرسال الذبذبات عبر إطلاق فقاقيع من الهواء المضغوط، ترسل موجات صوتية أثناء انبساطها وتقلصها خلال ارتفاعها إلى السطح.



مخطط حاسوبي للتكوينات الصخرية

المخططات الحاسوبية

تستعين أكثر عمليات المسح الزلزالي تعقيدًا بمجسات عديدة في مسح التراكيب والبنيات العميقة في منطقة ما. بعد ذلك يتم إدخال النتائج إلى برنامج معقد وتستخدم لبناء نماذج ثلاثية أو رباعية الأبعاد للتشكلات الصخرية تحت الأرض. إن إنتاج هذه النماذج ينطوي على كلفة كبيرة، بيد أن حفر بئر نفطية في المكان الخطأ قد يهدر ملايين الدولارات.

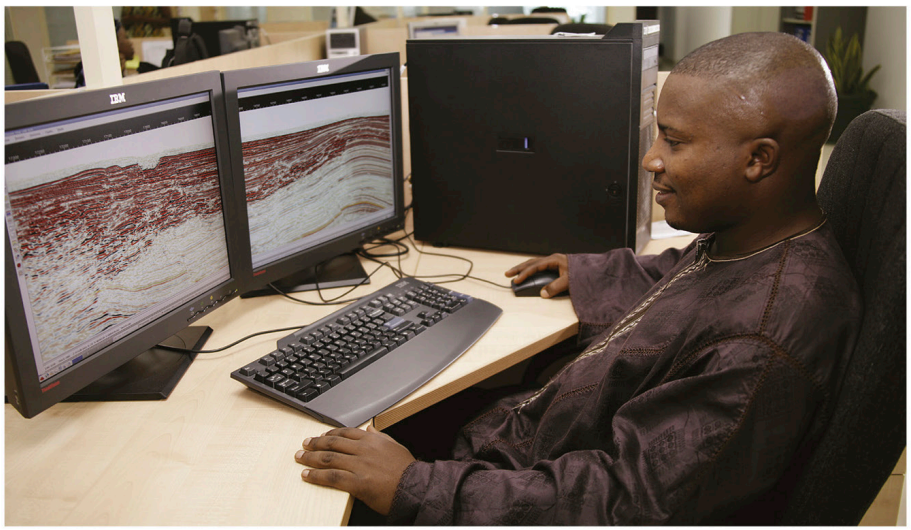


الذبذبات الزلزالية

ترسل عمليات المسح الزلزالي بذبذبات قوية أو موجات زلزالية خلال الأرض، عبر انفجار أو مولد صوتي. ويقوم مسَّاحو الأرض بتسجيل طريقة انعكاس الموجات إلى سطح الأرض مرتدةً من الصخور تحت الأرضية، كما تعكس أنواع الصخور المختلفة موجات زلزالية متباينة، وهو ما يمكن المسَّاحين من تكوين صورة تفصيلية عن التركيب الصخري من نمط الانعكاسات المرتدة.

شاحنات هز الأرض

في خضم إجراء عمليات المسح الزلزالي على الأرض، تنطلق الذبذبات من خلال شحنات متفجرة صغيرة تُوضع في باطن الأرض أو عبر شاحنات خاصة، ولهذه الشاحنات دثار هيدروليكي يهز الأرض بقوة هائلة بمعدل من 5 إلى 80 مرة في الثانية. وتخترق هذه الذبذبات التي يمكن سماعها بوضوح الطبقات العميقة من الأرض، ثم تنعكس إلى السطح ويتم التقاطها من خلال مجسات تُسمى بمستقبلات الذبذبات الزلزالية مشكلة صورة جيولوجية للمنقطة.



البحث المغناطيسي

تُجرى عمليات البحث المغناطيسية عادةً باستخدام طائرة – كتلك الموضحة في الصورة – مزودة بجهاز يُسمى بمقياس المغناطيسية، يقوم بالكشف عن الذبذبات الموجودة في مغناطيسية الأرض الواقعة بالأسفل. وعمومًا، تمتاز الصخور الرسوبية التي يُحتمل العثور فيها على النفط بأنها أقل مغناطيسيةً بدرجة كبيرة من الصخور بركانية التكوين، الغنية بالمعادن المغناطيسية مثل الحديد والنيكل.

أخذ العينات الأساسية

إن الحفر هو الأسلوب الوحيد للتيقن من وجود حقل للنفط أو الغاز، وكذلك لتحديد نوع النفط على وجه الدقة. وبمجرد الشروع في حفر أحد الآبار الاستكشافية، فإن المهندسين يستخدمون المعدات الحديثة في الكشف عن الطبيعة الفيزيائية والكيميائية للصخور والسوائل. ويتم جلب عينات الصخور إلى السطح لإجراء تحليل مفصل لها في المعمل.

الآبار الاستكشافية

كانت آبار النفط «الجزافية» تُحفر في الماضي في أماكن اعتقد منقبو النفط بوجوده فيها اعتمادًا على حدسهم المجرد. في الوقت الراهن، تحسنت معدلات النجاح التجاري للآبار الاستكشافية الشاطئية بنسبة تقارب 53 بالمائة بفضل التقنيات الحديثة. تقع أغلب الآبار الاستكشافية بعيدا عن الشاطئ وتبلغ نسبة نجاحها ما يقارب واحد لكل خمسة. وعادة ما تستغرق الآبار الاستكشافية عدة سنوات قبل بدء الإنتاج.

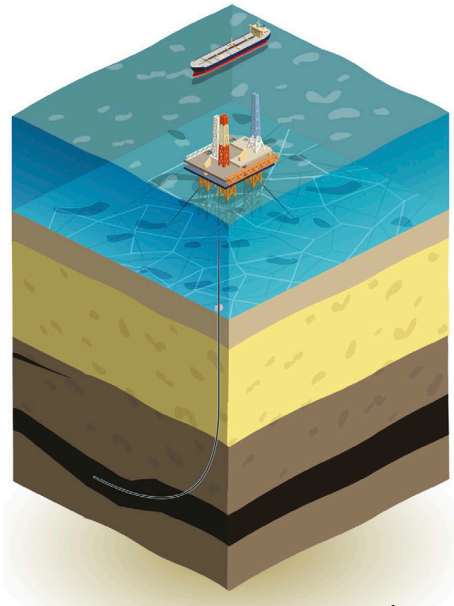
استخدام الجاذبية

تتمتع الصخور ذات الكثافات المختلفة بقوة جذب متباينة بصورة طفيفة، ويمكن لمقاييس الجاذبية – أو لمقاييس الثقل النوعي – قياس هذه الاختلافات الدقيقة على السطح باستخدام ثقل متدلٍّ من نوابض؛ إذ يمكنها اكتشاف ذبذبات يصل صغرها إلى جزء من 10 ملايين من الذبذبة. وتكشف لنا هذه الاختلافات عن خصائص مثل القباب الملحية وكتل الصخور الكثيفة تحت سطح الأرض، الأمر الذي يُعين الجيولوجيين في تكوين صورة كاملة عن البنية الصخرية تحت السطحية.

يبدأ الحفر في بئر جديدة

التقنيات المتقدمة

تُعد شركات الطاقة من أكثر الشركات اعتمادًا على إمكانات وبيانات الكمبيوتر ولا يفوقها في ذلك سوى شركات التصنيع العسكري، ويستخدم خبراء الاستكشافات النفطية البيانات في تفسير البنيات الجيولوجية الواقعة على بُعد أميال تحت سطح الأرض. وفي إمكان المهندسين الحفر لما يزيد على خمسة أميال في الطبقات الصخرية للوصول إلى الموارد النفطية وذلك على أعماق سحيقة وفي ظل درجات حرارة ومستوى ضغط مرتفعين. ويقوم مهندسو الإنتاج بجلب النفط والغاز إلى سطح الأرض عبر أنابيب الإنتاج التي تمتد لأميال عديدة أيضًا في ظل ظروف عمل قاسية، ثم نقلها إلى مصافي تكرير النفط من خلال المزيد من خطوط الأنابيب. وبمجرد وصوله يجري تكرير أنواع النفط الخام وتحويلها إلى منتجات مفيدة، كما تساعد التقنيات المتقدمة، مثل التنقيب الاتجاهي وأجهزة الاستشعار عن بُعد وصور النشاط الزلزالي ثلاثية ورباعية الأبعاد، في اكتشاف احتياطيات النفط من خلال حفر عدد قليل من الآبار، الأمر الذي يحد من «الآثار» البيئية لعملية التنقيب؛ مما يجعل العملية برمتها أكثر جدوى وأقل تكلفةً عن ذي قبل. إن أجهزة الكمبيوتر هي التي تجيب عن تساؤلاتنا حول أماكن وجود النفط.



الحفر الأفقي

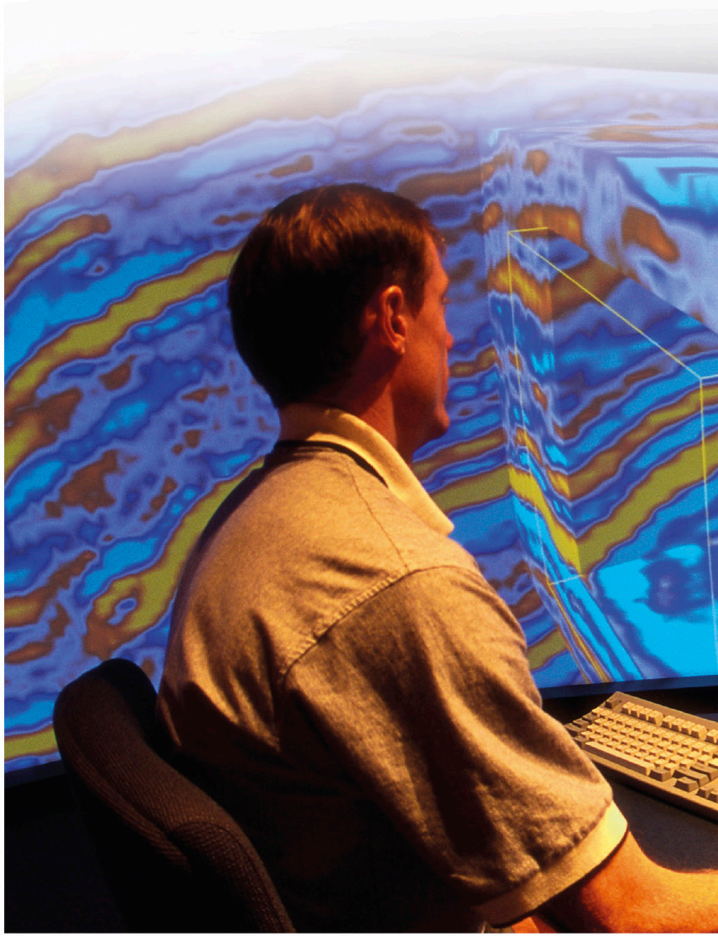
بالإضافة إلى الحفر الرأسي، بإمكان العمال الآن الحفر بصورة أفقية لأميال عديدة في أي اتجاه انطلاقًا من بئر واحدة، ومن خلال حفر عدة آبار من موقع واحد، يمكن الحد من مساحة الأرض المطلوبة لتطوير حقل نفطي، كما يمكن تعيين موضع البئر في الموقع ذي التأثير البيئي الأقل بقدر الإمكان. ونجد في ألاسكا أن العدد نفسه من الآبار التي استلزم حفرها مساحة من الأرض تعادل 65 أكرًا في عام 1977 يمكن الآن حفرها على امتداد مساحة تقل عن 9 أكرات. أما فيما يتعلق بالتنقيب البحري، فنجد أنه في الإمكان حفر الكثير من الآبار انطلاقًا من منصة إنتاج واحدة. علاوةً على ما سبق، فإن الحفر الأفقي يسمح بالوصول إلى النفط الموجود في الخزانات الضيقة للغاية، كما أنه يسمح بكشف تجويف البئر بصورة أوضح لمنطقة الإنتاج، وهو الأمر الذي يساعد في استخراج كميات أكبر من الخام ويقلل من الحاجة إلى حفر آبار إضافية.

دقة الحفر

أصبح في الاستطاعة الآن حفر العديد من الآبار من منصة إنتاج واحدة بدقة مذهلة؛ إذ يمكن للمهندس الجالس في غرفة التحكم في هيوستن توجيه لقمة المثقاب إلكترونيًّا من منصة الإنتاج الواقعة على الساحل الإفريقي. لقد طورت التقنيات التكنولوجية الحديثة بصورة عظيمة من معدلات نجاح عمليات التنقيب؛ وهو ما يعني الحاجة إلى حفر عدد أقل من الآبار لإنتاج قدر مماثل – أو أكبر – من النفط. وعليه يمكن القول بأن معدل التوفير في النفقات صار هائلاً الآن؛ إذ إن كلفة حفر بئر في غير محلها أو في موقع غير مناسب تصل إلى حوالي 100 مليون دولار أو أكثر في حالة الحفر في أعماق البحر.

استخراج كميات أكثر من النفط

في إمكان شركات النفط في العادة إنتاج برميل واحد فقط من بين كل ثلاثة براميل تعثر عليها؛ حيث كانت هذه الشركات تتخلى عن برميلين وذلك للصعوبة الشديدة في ضخهما إلى سطح الأرض، أو لأن تكلفة استخراجهما ستكون مرتفعةً أكثر من اللازم. ومن ثم، فإن استخدام هذه الموارد المتخلفة أو الحافظ عليها يمثل فرص ربحيةٍ هائلةً لشركات النفط. ومن خلال صور النشاط الزلزالي رباعية الأبعاد التي تنطوي الآن على بعد الزمن ضمن أبعادها، يمكننا التقاط صور لأحد الخزانات النفطية على مدار فترة من الزمن بحيث يمكننا مشاهدة التغيرات التي قد تطرأ عليه خلال عملية الإنتاج. ويمكن للتقنيات الحديثة – مثل صور المسح الزلزالي رباعية الأبعاد – مد يد العون لنا في استخراج المزيد من النفط من باطن الأرض، والأمر الذي يعزز من الاحتياطيات النفطية وعملية الإنتاج أيضًا.

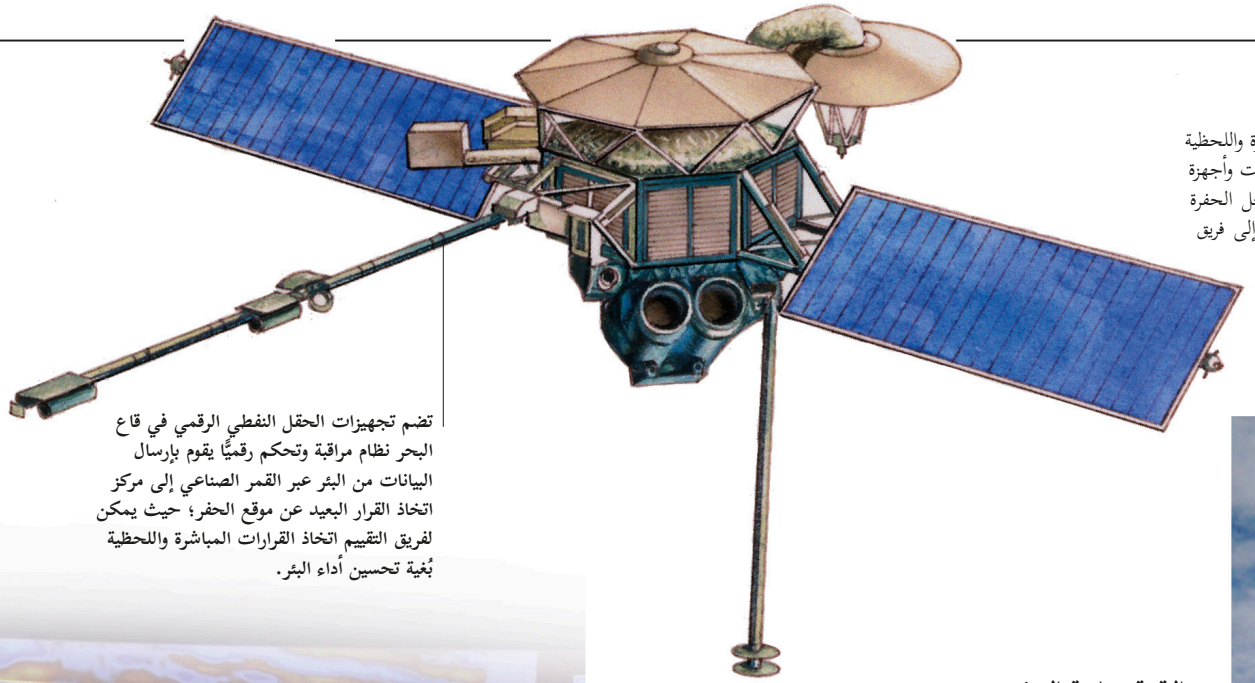


الحقل النفطي الرقمي

يتمثل التطوير المذهل الذي أحدث ما يشبه الثورة في مجال التنقيب عن النفط -في المراقبة المباشرة واللحظية لما يجري داخل البئر خلال كل من عملية الحفر والإنتاج؛ إذ تتمتع نظم التنقيب الذكية بمجسات وأجهزة قياس في وتر المثقاب بالقرب من لقمة الحفر تسمح لفنيي الحفر بقياس الأمور المختلفة داخل الحفرة مباشرةً وفي الوقت الفعلي. وهكذا، تتلقى منصة التنقيب سيلاً من البيانات التي يُعاد إرسالها إلى فريق العمل في المقر الإداري في أي مكان؛ يسمح لهم بإدخال بعض التغييرات على برنامج الحفر لحظةً بلحظة. من ناحية أخرى، يجب أن تكون أجهزة الاستشعار هذه قويةً للغاية؛ كي تقاوم الصدمات والظروف القاسية لعملية الحفر. كذلك، تتم مراقبة آبار الإنتاج القائمة على عناصر الذكاء الاصطناعي ووضع مخططات لها والتحكم فيها وإعادة ترتيب مجريات العمل بها من مواقع بعيدة.

التنقيب عن النفط على سطح المريخ

وجدت الكثير من التطورات التقنية في صناعة النفط والغاز لنفسها تطبيقات في المجالات عالية التقنية الأخرى، بما في ذلك برامج الفضاء؛ إذ تستخدم وكالة الفضاء الأمريكية ناسا تقنية حفر آبار النفط في برنامجها من أجل استكشاف كوكب المريخ. وتدير وكالة ناسا في الوقت الحالي خمسة مشرعات منفصلة تستخدم آلات حفر مصممة لمهام الاستكشافات الفضائية غير المزودة بطواقم بشرية. ويتم التحكم في آلات الحفر من خلال الذكاء الاصطناعي، وهي مصممة للحفر في الطبقات الجليدية السطحية والعميقة الشبيهة بالطبقة السطحية التصورية للمناطق القطبية لكوكب المريخ.



تضم تجهيزات الحقل النفطي الرقمي في قاع البحر نظام مراقبة وتحكم رقميًّا يقوم بإرسال البيانات من البئر عبر القمر الصناعي إلى مركز اتخاذ القرار البعيد عن موقع الحفر؛ حيث يمكن لفريق التقييم اتخاذ القرارات المباشرة واللحظية بُغية تحسين أداء البئر.

التقنية متناهية الصغر

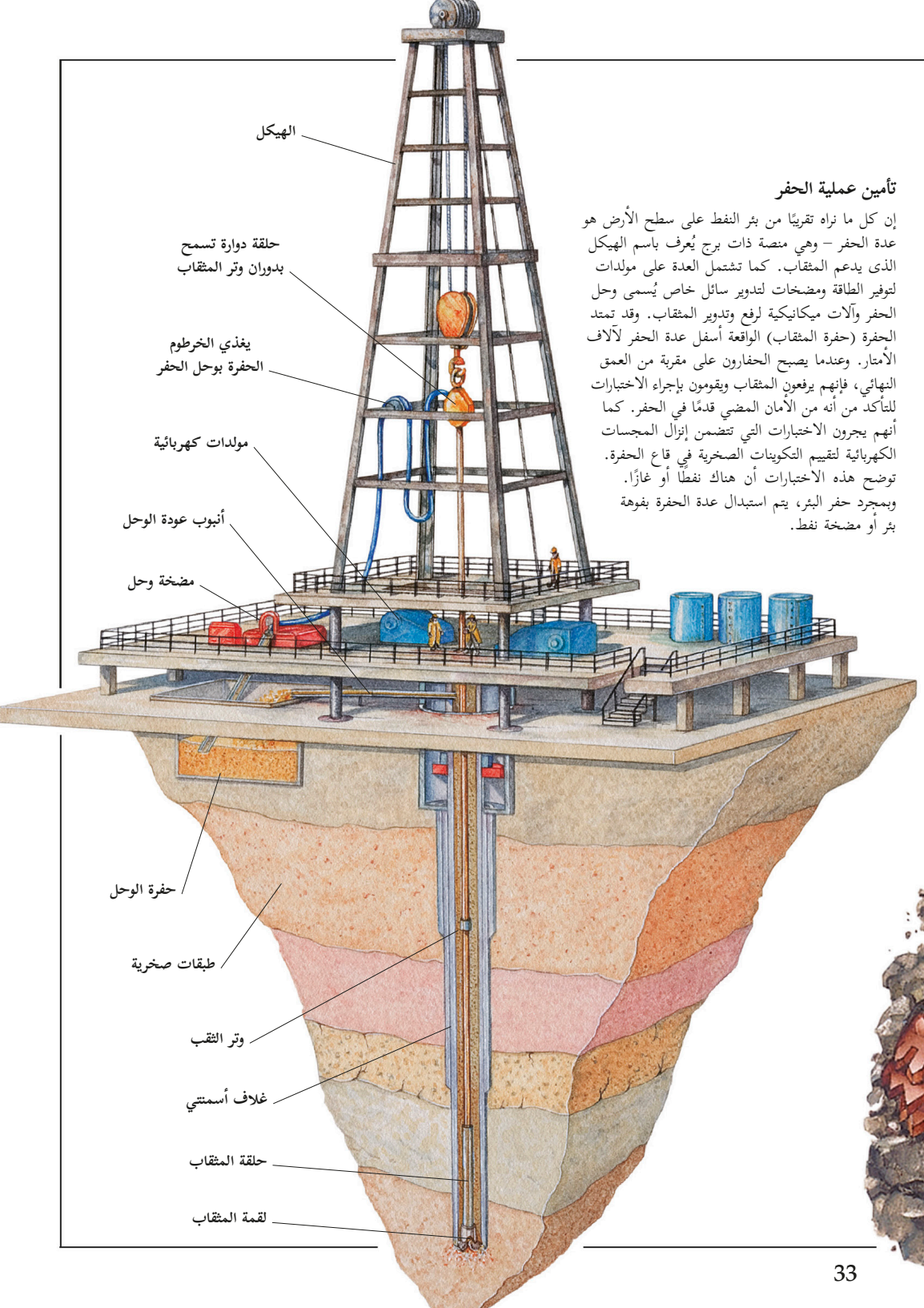
تسهم التقنية بالغة الدقة في تكوين المادة والتعامل معها على مستوى الجزيئات، الأمر الذي يجعل من الممكن ابتكار مواد ذات خصائص مطورة – مثل الجمع بين خفة الوزن والقوة الفائقة – وإمكانات أفضل كما في سمة توصيل الكهرباء والحرارة. إن ثمة الكثير من التطبيقات التي يمكن الاستفادة منها في مجال صناعة الطاقة، ويُجري في الوقت الحالي الأبحاث على سائل متقدم يُمزج بجسيمات بالغة الدقة ومسحوق مذهل؛ مما يسهم في تطوير سرعة الحفر بشكل هائل. من ناحية أخرى، من الممكن ابتكار أحجام بالغة الدقة من كربيد السليكون – مسحوق كريمي – بما يساعد في ابتكار مواد فائقة الصلابة يمكنها أن تسهم في صناعة معدات حفر أقوى وأمتن وأكثر مقاومةً للتلف. ولعل صناعة الطاقة تستفيد من استخدام مجسات الاستشعار دقيقة الحجم في أعماق الخزان النفطي. هذا، وتستخدم صناعة النفط بالفعل المواد الحفازة بالغة الدقة في عملية تكرير النفط، كما يتم إجراء الأبحاث العلمية على الجسيمات الدقيقة ذات الخصائص المحفزة الفريدة للوصول إلى عملية تكرير أكثر فعالية وكفاءةً للرمال النفطية غليظة القوام واللزجة ومن ثم تحويلها إلى نفط مكرر ذي جودة عالية.

البعد الثالث

في إمكان فريق من الجيولوجيين واختصاصيي الفيزياء الأرضية، مع مهندسي الخزان النفطي ومهندسي الإنتاج والحفر إضافةً إلى الشركاء في الشركات النفطية - الانغماس في بيئة بصرية ثلاثية الأبعاد تحاكي ما يجري في باطن الأرض. فمن خلال نقرة على الماوس يمكن لهؤلاء استكشاف تكوينات جيولوجية شاسعة وجلب كتلة من الصخور وتكبير صورتها لمشاهدة ما قد تحتوي عليه. ويتم عرض هذه الرحلة الاستكشافية على شاشة كمبيوتر عملاقة مقوسة تشغلها أجهزة كمبيوتر عملاقة مزودة بأحدث الإمكانات التقنية، والبرامج الرسومية المدهشة للناظر. كذلك، فإن بيانات الأجهزة اللاسلكية والأقمار الاصطناعية تزيد من القدرة على التعاون والتآزر على نطاق عالمي، مما يسمح لفريق العمل في المكتب وفريق العمل على منصة الإنتاج بالتشارك في البيانات والعمل على تحليل المعلومات التقنية المعقدة معًا.

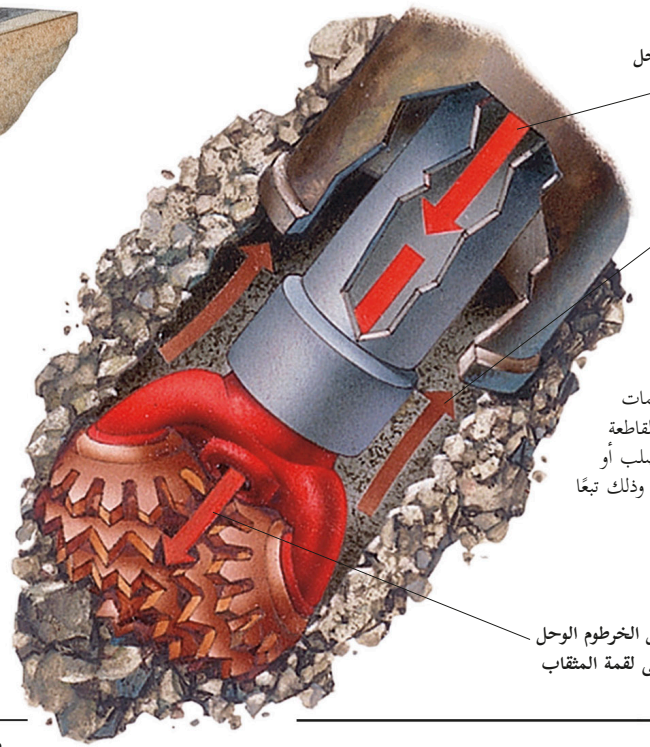
استخراج النفط

إن تحديد موقع مناسب للحفر هو الخطوة الأولى في استخراج النفط. وقبل أن يتسنى البدء في الحفر، يجب على شركات النفط التيقن من حصولها على الحق القانوني في الحفر، ومن أن تأثير الحفر على البيئة هو تأثير مقبول. لكن أمورًا كهذه قد تأخذ سنوات حتى تتم. وما إن تحصل الشركات في النهاية على الضوء الأخضر حتى تبدأ عمليات الحفر. هذا، وتختلف الإجراءات الصحيحة وتتباين، لكن الفكرة الأساسية تتمثل في الحفر أولاً فوق الموقع الذي عُين فيه وجود النفط. ثم تقوم الشركات بعد ذلك بإدراج غلاف من الأسمنت المسلح داخل الحفرة حديثة الحفر لتدعيمها ولمضاعفة قوتها. ثم يتم عمل عدد قليل من الثقوب في الغلاف بالقرب من القاع، حيث ستسمح هذه الثقوب بدخول النفط إلى الغلاف، مع تغطية قمة البئر بمجموعة خاصة من صمامات التحكم والأمان تُعرف باسم «شجرة عيد الميلاد». وفي نهاية المطاف، قد تقوم شركات النفط بإنزال حامض أو رمال مضغوطة إلى أسفل البئر لاختراق الطبقة الأخيرة من الصخور ومن ثم بدء تدفق النفط داخل البئر.



تأمين عملية الحفر

إن كل ما نراه تقريبًا من بئر النفط على سطح الأرض هو عدة الحفر – وهي منصة ذات برج يُعرف باسم الهيكل الذى يدعم المثقاب. كما تشتمل العدة على مولدات لتوفير الطاقة ومضخات لتدوير سائل خاص يُسمى وحل الحفر وآلات ميكانيكية لرفع وتدوير المثقاب. وقد تمتد الحفرة (حفرة المثقاب) الواقعة أسفل عدة الحفر لآلاف الأمتار. وعندما يصبح الحفارون على مقربة من العمق النهائي، فإنهم يرفعون المثقاب ويقومون بإجراء الاختبارات للتأكد من أنه من الأمان المضي قدمًا في الحفر. كما أنهم يجرون الاختبارات التي تتضمن إنزال المجسات الكهربائية لتقييم التكوينات الصخرية في قاع الحفرة. توضح هذه الاختبارات أن هناك نفطًا أو غازًا. وبمجرد حفر البئر، يتم استبدال عدة الحفرة بفوهة بئر أو مضخة نفط.



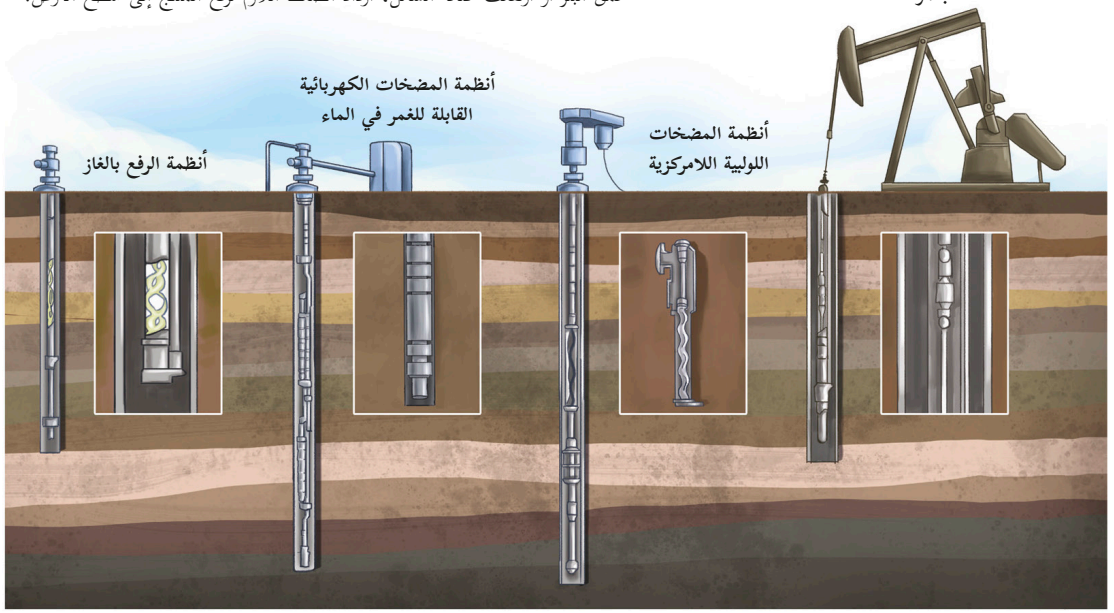
السن الماسية

توجد لقمة المثقاب في نهاية الوتر السفلية التي تدور باستمرار وتقطع في الصخور ببطء. هذا، وتستدعي أنواع الصخور المختلفة استخدام تصميمات مختلفة من لقمة المثقاب. ويتم تقسية الحواف القاطعة لسنون اللقمة باستخدام مركبات مختلفة من الصلب أو كربيد التنجستين أو الماس أو الماس الصناعي، وذلك تبعًا لنوع الصخور المراد حفرها.

دفعة لأعلى

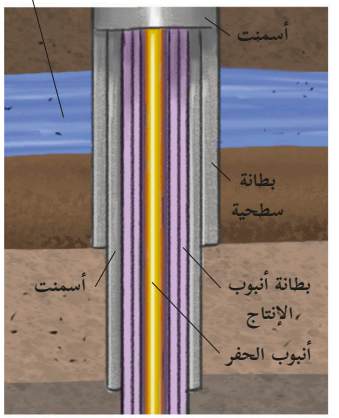
من بين مليون بئر منتجة للنفط والغاز تقريبا، يقتصر التدفق الطبيعي على 5 بالمائة منها. أما البقية فتستخدم ماكينة أو مضخة لتوفير الضغط الاصطناعي اللازم لدفع النفط أو الغاز من باطن الأرض إلى الخارج. ينطوي الخزان المنتج للسوائل على ضغط: مستوى من الطاقة يدفع السائل (سائل، غاز، أو خليط منهما) إلى المناطق الأقل طاقة. يتشابه المبدأ مع مبدأ جريان الماء في أنابيب بباطن الأرض. وعند انخفاض الضغط داخل أحد خزانات الإنتاج، يقوم البئر باستكمال الملء، كما لو فتحت صمام أحد أنظمة الماء. وكلما ازداد عمق البئر أو ارتفعت كثافة السائل، ازداد الضغط اللازم لرفع المنتج إلى سطح الأرض.

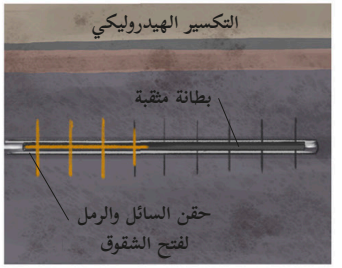
توجد العديد من الوسائل لتحقيق الرفع الاصطناعي، وتضم المجموعتان الرئيسيتان لوسائل الرفع الاصطناعي أنظمة الضخ والرفع بالغاز.



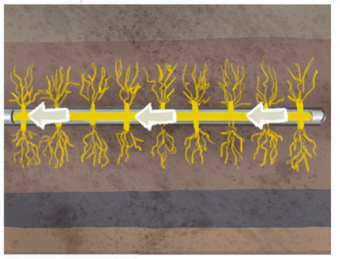
الوتر والوحل

إن الحفر العميق في الصخور الصلبة هو مهمة تتطلب الكثير من البراعة والحذر. بخلاف المثقاب اليدوي، لا يشتمل حفار الآبار النفطية على أي عمود ثقب، وإنما «أنبوب طويل مصنوع من مئات القطع، يتم إضافتها واحدة تلو الأخرى كلما ازداد عمق الحفر. يتم ضخ الوحل الناتج عن الحفر بصفة مستمرة وإعادة توزيعه على السطح لتقليل الاحتكاك إلى الحد الأدنى. كما أن الوحل يبرد وينظف لقمة المثقاب ويحمل «الكسور الصخرية الناتجة عن الحفر» إلى السطح. فيما مضى، كان عمود الحفر يتم تركيبه بواسطة العمال على أرض الحفر كما هو مبين على اليسار. تم أتمتة هذه العملية بصفة متزايدة، وهو ما يعد أكثر أمانًا.





البطانة مثقبة ومحقونة بالسائل لعمل شقوق في الصخور



إنتاج الغاز الطبيعي

التكسير الهيدروليكي

يتم في عملية التكسير الهيدروليكي حقن السوائل (بصفة رئيسية، الماء والرمل كمادة دافعة) في فتحة البئر لإحداث تشققات في الصخر. تتيح هذه التشققات تدفق الغاز الطبيعي أو البترول بحرية أكبر. وطبقا لإحصائيات وزارة الطاقة الأمريكية، تخضع 95 بالمائة من الآبار الجديدة للتكسير الهيدروليكي. ويعادل ذلك ثلثي إنتاج الولايات المتحدة الإجمالي من الغاز الطبيعي وحوالي نصف إنتاجها من النفط الخام.

حفارات النفط البحرية

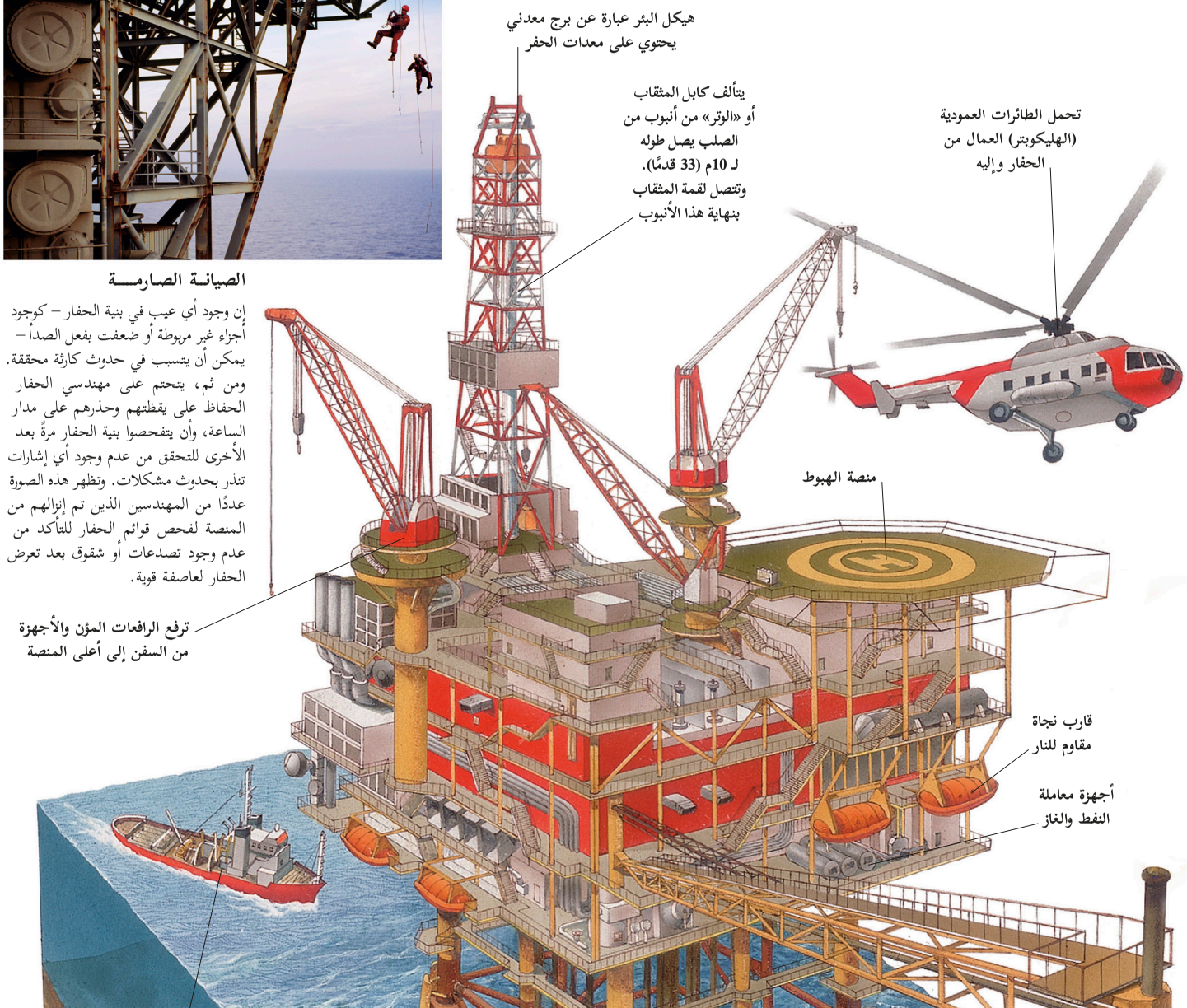
في بعض الأحيان توجد احتياطيات النفط الضخمة على أعماق بعيدة تحت قاع المحيط. ولاستخراج هذا النفط، يتم نصب الحفارات العملاقة بعيدًا عن شاطئ البحر وذلك من أجل توفير منصة للمثاقب التي تقوم بالحفر في صخور قاع البحر. هذا، ويُنقل النفط إلى الشاطئ عبر خطوط الأنابيب أو يُخزن في معدات تخزين عائمة منفصلة وذلك قبل أن يتم تفريغه في ناقلات النفط الضخمة. ويمكن القول أن معدات الحفر البحرية هذه تأخذ شكل منشآت ضخمة الحجم. فالكثير منها مزود بقوائم تمتد لآلاف الأقدام من السطح إلى قاع المحيط. فعلى سبيل المثال، نجد أن منصة بترونيوس في خليج المكسيك هي واحدة من أطول الهياكل الإنشائية في العالم، إذ ترتفع لنحو 610 أمتار (2000 قدم) فوق قاع البحر، بيد أن معظمها يقع داخل الماء. ويجب أن تتسم حفارات آبار النفط بالقوة الهائلة، وأن تكون قادرةً على مقاومة الرياح العاصفة والضربات القاسية للأمواج العاتية.

سحب جبل ثلج

تم العثور على احتياطات ضخمة من النفط فى سلسلة جبال ثلج بعيدًا عن شواطئ «نيوفاوندلاند» حيث عواصف الشتاء برياحها العاتية التى تصل سرعتها إلى ما يقرب من 100 ميل/س (160 كم/س)، ويمكن أن تسبب أمواجًا يصل ارتفاعها إلى 90 قدم (30 مترًا)، وتتميز هذه المنطقة بوجود ضباب كثيف متكرر لدرجة أنه يمكن أن يخفض الرؤية إلى الصفر. إما أنه لا يمكن تحريك منصات الحفر أو أنه يتطلب وقتًا طويلًا مما سيجعل تأثير جبل الثلج على عملياتها خطيرًا. ولو أن التنبؤات الجوية أشارت إلى تأثر العمليات، يصل زورق سحب قوى ويقوم بسحب جبل الثلج فى الاتجاه المرغوب. مثل هذا التغيير البسيط يضمن مرور الجبل بجانب الحفار بسلام.

الصيانة الصارمة

إن وجود أي عيب في بنية الحفار – كوجود أجزاء غير مربوطة أو ضعفت بفعل الصدأ – يمكن أن يتسبب في حدوث كارثة محققة. ومن ثم، يتحتم على مهندسي الحفار الحفاظ على يقظتهم وحذرهم على مدار الساعة، وأن يتفحصوا بنية الحفار مرةً بعد الأخرى للتحقق من عدم وجود أي إشارات تنذر بحدوث مشكلات. وتظهر هذه الصورة عددًا من المهندسين الذين تم إنزالهم من المنصة لفحص قوائم الحفار للتأكد من عدم وجود تصدعات أو شقوق بعد تعرض الحفار لعاصفة قوية.



في حالة نشوب حريق، يمكن لقوارب الإطفاء أن ترش آلاف اللترات من الماء في الدقيقة على ألسنة اللهب

غلاف من الصلب لدعم الحفار

آبار الإنتاج

دعامات مثبتة في قاع البحر

خط أنابيب يصل إلى معدات التخزين ومنصة ناقلة النفط

منصة الإنتاج

تُعد المنصة بمثابة قلب الحفار، فهي ذلك الجزء من البناء الذي يظهر فوق السطح. ويعمل عدد لا حصر له من العمال على المنصة ليلاً ونهارًا في صيانة الحفار وتشغيل المثاقب. تبعا للظروف المحيطة، قد تكون المنصة مثبتة في قاع المحيط أو تشتمل على جزيرة اصطناعية أو تكون عائمة. وعندما يكون الحفار في حالة إنتاج كامل، فإن الحاجة تستدعي توفير المزيد من المنشآت الدائمة. هذا، ويتم تشييد الحفار بصورة جزئية على الشاطئ، ثم يُسحب طافيًا إلى البحر في شكل أجزاء ويثبت بقاع المحيط عن طريق الركائز الفولاذية والأسمنتية قبل أن تكتمل عملية تجميعه.

العمال والجالون

حتى أسماء المهن فى الحفار تبدو جافية، فهناك الحمالون وهم المسئولون عن بقاء منطقة الحفار نظيفة، أما العمال الآخرون فهم أكثر مهارة حيث يعملون على الحفار نفسه ويؤدون مهام عظيمة مثل إضافة أجزاء جديدة من الأنابيب إل سلسلة الحفر كما هو موضح هنا ويصلحون معدات الحفر.

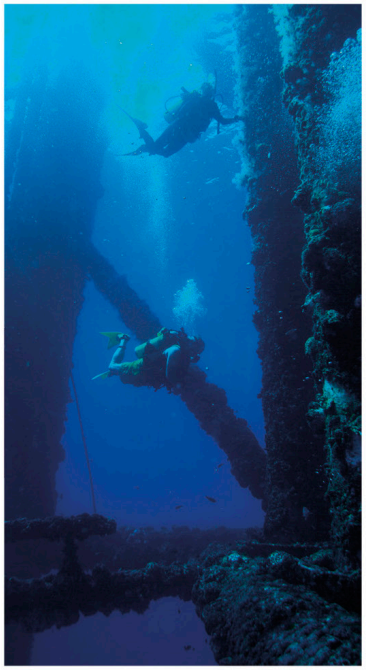
تحطم عجلات لقمة مثقاب الصخور في أثناء دورانها

لقمة المثقاب

للوصول إلى أكبر كمية ممكنة من النفط، يتم حفر العديد من الآبار أسفل المنصة، واحدا تلو الآخر، وعادة ما تتفرع إلى اتجاهات مختلفة. ويمتد بعض هذه الأوتار لعدة أميال قبل أن يحفر في قاع البحر. ويوجد في نهاية كل وتر من هذه الأوتار لقمة المثقاب، التي تطحن في صخور قاع البحر. وتُسمى بالبكرة ثلاثية المخاريط وذلك لأنها تحتوي على ثلاث عجلات طنانة مسننة، مخروطية الشكل. هذا، وتمارس هذه العجلات الدوارة ضغطًا طاحنًا على الصخور.

إصلاحات تحت سطح البحر

لكل حفار نفط فريق على درجة عالية من المهارة من الغواصين الذين يكونون دائمًا على أهبة الاستعداد لأي طارئ. إن وجود هؤلاء الغواصين أمر أساسي، ليس فقط خلال مرحلة تشييد الحفار، ولكن أيضًا لمراقبة حالة البناء والأنابيب والكابلات تحت سطح الماء، ولإجراء الإصلاحات عند الضرورة. في المياه العميقة، تستخدم المركبات المشغلة عن بعد (ROV) لإجراء التوصيلات والإصلاحات.



تقنيات أعماق البحار

تم حفر أول بئر بحرية نفطية بعيدًا عن اليابسة في عام 1947 وكان ذلك على عمق أربعة أمتار ونصف المتر (15 قدمًا). ويمكن القول بأن العمليات المتعلقة باستخراج النفط من أعماق البحر كانت تعني منذ 30 عامًا فقط استكشاف المياه حتى عمق 152 مترًا (500 قدم). أما اليوم، فتشير مياه أعماق البحر إلى بئر نفطية تقع على عمق 2134 مترًا (7000 قدم)، بينما تصل الآن عمليات الحفر الاستكشافية في الأعماق الأقصى بعدًا إلى عمق يزيد على 3658 مترًا (12000 قدم). هذا، وقد تتكلف منصة إنتاج النفط أو الغاز الطبيعي العائمة الضخمة والحديثة مليارات الدولارات، كما أن تشييدها يستغرق ثلاث سنوات، وتجري معظم العمليات الاستكشافية اليوم في المناطق الحدودية وفي الأعماق والمناطق الأقصى عمقًا. إن التحديات التي تم التغلب عليها بنجاح – وتلك التي لا تزال باقيةً – في مجال استكشاف احتياطيات أعماق البحار قد تكون مثبطةً للهمة أكثر من تلك التحديات المتعلقة باستكشاف الفضاء.

الاستعانة بالروبوتات تحت سطح البحر

ثمة ثورة مذهلة في قدرة الأشخاص على العمل تحت سطح الماء وذلك منذ عصر ابتكار «خوذات» الغطس التي ابتكرت في منتصف القرن السادس عشر وحتى روبوتات أعماق البحار في عصرنا الحاضر؛ حيث تقوم المركبات التي يتم تشغيلها عن بعد بإصلاح وتركيب النظم والمعدات تحت سطح الماء، وتشبه هذه الآلات في عملها المركبات الجوالة المستخدمة في استكشاف الفضاء. وجدير بالذكر أنه يتم تشغيل هذه المركبات عن بعد بواسطة عامل موجود على متن منصة أو مركب قريب. وثمة كابل (حبل) ينقل الطاقة والأوامر وإشارات التحكم إلى المركبة ويرجع البيانات المتعلقة بالوضع والإدراك العام إلى العامل بالأعلى. هذا، وتتنوع أحجام هذه المركبات؛ فمنها المركبات الصغيرة المزودة بكاميرا تلفزيونية واحدة، وهناك نظم العمل المعقدة التي قد تشتمل على العديد من أساليب المعالجة الحركية وكاميرات الفيديو والأدوات الميكانيكية وغيرها من المعدات، وتتسم هذه المركبات بأنها حرة الحركة، لكن بعضها يثبت في القاع على قضبان.

دور الهندسة تحت سطح البحر

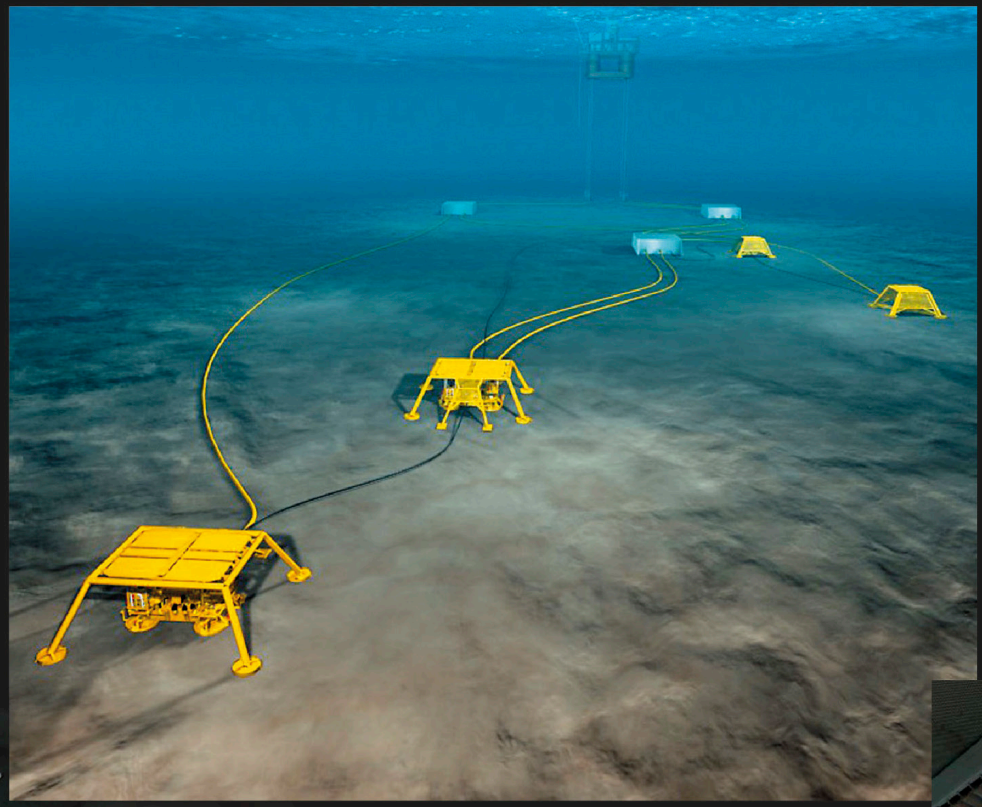
تدعم منصات إنتاج النفط والغاز من أعماق البحار – وكذلك جميع المنصات – المعدات الضرورية لفصل النفط والغاز والماء والرواسب الناتجة عن الآبار. كما أن في هذه المنصات يتم تنظيف النفط والغاز قبل نقله إلى مصفاة التكرير أو محطة معالجة الغاز. ومن ثم، علينا أن ننظر إليها باعتبارها منشآت ضخمة جدًّا تعتليها مصافي تكرير صغيرة. إن تشييد ونقل وتركيب هذه المنصات مكلف للغاية، كما أن الكثير من المعدات المستخدمة في إنتاج النفط والغاز من المياه العميقة يتم تركيبها في قاع البحر؛ ولهذا، يجب على هذه المعدات والتجهيزات التي يتم تركيبها تحت سطح البحر مقاومة التعرض طويل المدى لمياه البحر وكذلك المستويات العالية من الضغط على امتداد عمرها الافتراضي الممتد لعشرين سنة أو أكثر. لذا، فإن العمليات الآمنة والموثوق في فعاليتها بالأمر المهم في هذا المجال، كما أن عملية الصيانة في ظل هذه الظروف تمتاز بصعوبتها وكلفتها العالية. وثمة تقنيات حديثة متوافرة الآن لمعالجة وفصل النفط والغاز والمياه في قاع البحر، الأمر الذي يجنبنا الحاجة لمنصة معالجة، كما في الإمكان إخضاع جميع هذه التقنيات المستخدمة في أعماق البحار للمراقبة والتحكم في الوقت الفعلي من خلال أجهزة على الشاطئ. على الجانب الآخر، يتطلب نقل السوائل المنتجة من قاع البحر إلى الشاطئ شبكة واسعة من خطوط الأنابيب ومضخات الدعم المستقرة في الأعماق التي يجب من خلالها ضخ النفط والغاز لأميال كثيرة.

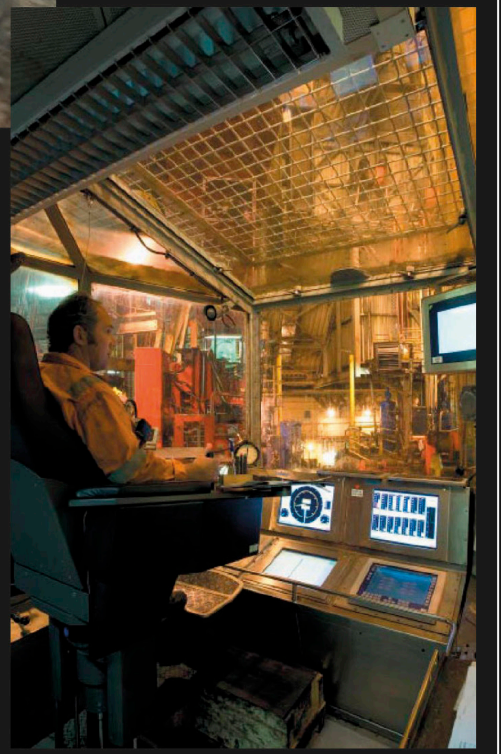
الكل على متن منصة الحفر

تقوم عملية استكشاف وإنتاج النفط بعيدًا عن اليابسة على سواعد آلاف الرجال والنساء الذين يعملون ويعيشون هناك. ويأتي عمل هؤلاء بصفة عامة في شكل متناوب؛ حيث تمتد فترة عملهم لأسبوع أو أسبوعين، وكذلك تمتد إجازاتهم لنحو أسبوع أو أسبوعين. ويجري نقل العمال إلى الحفار البحري ومنه إلى اليابسة من خلال أسطول من الطائرات العمودية الحديثة. وفي أثناء وجودهم على متن الحفار البحري، يعمل هؤلاء العمال المحترفون بشكل عام في نوبات تمتد إلى 12 ساعةً، حيث يعمل بعضهم على معدات الحفر أو في مراقبة واختبار وضبط آبار الإنتاج. وتحتوي الكثير من المنصات البحرية على جميع سبل الراحة التي توفرها الفنادق عالية المستوى، بما في ذلك المكتبات والمنشآت الرياضية ودور السينما والمرافق الطبية والكثير من خيارات التسلية والصحة الأخرى. ويتوافر في منصة واحدة على الأقل من منصات بحر الشمال فرع للجمعية البريطانية لمراقبة الطيور التي تقوم بعمل سجلات مصورة وإجراء دراسات حول الأعداد الهائلة من الطيور التي تستخدم المنصات كأماكن استراحة لها خلال هجرتها. بينما يدرس بعض العمال في منصات خليج المكسيك العادات المرتبطة بهجرة فراشات الملكية التي تُعد زائرًا منتظمًا على الحفار البحري خلال موسم هجرتها.

شجرة عيد الميلاد في بحر الشمال

حدثت واحدة من أكبر عمليات التطور الصناعي في النرويج – وهو حقل أورمين لانج – دون الاستعانة بأية منصات حفر. فبدلاً من هذا، سيتم الاعتماد على 24 بئرًا في أعماق المياه ستقوم بضخ الغاز الطبيعي إلى محطة معالجة موجودة على الساحل الغربي للنرويج، وذلك قبل أن يتم نقله إلى الساحل الشرقي لإنجلترا بواسطة خط أنابيب تصدير يمتد لقرابة 750 ميلاً – وهو من بين أطول الخطوط في العالم. وسيتم نقل المعدات والتجهيزات إلى عمق يصل إلى ما بين 762 إلى 1035 م (2500 إلى 3400 قدم). وسيحظى حقل أورمين لانج بإجمالي 14 شجرة عيد ميلاد تحت سطح الماء. وشجرة عيد الميلاد في مجال صناعة النفط التي كانت تعرف في الأصل باسم منصة الصاري أو الشجرة أكس – هي عبارة عن وحدة قياس تستقر فوق قمة البئر النفطية أو بئر الغاز، وهي تحتوي على صمامات للاختبار والخدمة ونظم أمان لإغلاق البئر، ومجموعة متنوعة من أدوات المراقبة. ويمكن القول بأن حجم هذه الأشجار – التي تزن 56 طنًا – يبلغ ضعف حجم الأشجار الأخرى المستخدمة عادةً في تجهيزات الآبار البحرية. وجدير بالذكر أن الغاز المستخرج من حقل أورمين لانج سيفي بنحو 20 بالمائة من حاجات بريطانيا من الغاز.





العمل في أعماق أبعد

تبدأ عملية استكشاف النفط في أعماق البحار على سطح المحيط في ظل وجود أسطول من مركبات قياس النشاط الزلزالي. وتستخدم هذه المراكب كابلات طويلة لإرسال نبضات الطاقة عبر الماء وقاع البحر حيث ترتد عن الصخور الموجودة في الأعماق بسرعات مختلفة. ومن خلال تسجيل ودراسة هذه الانعكاسات يمكن لعلماء فيزياء الأرض رسم صورة عن التكوينات الصخرية في القاع. وتحدد آلات رصد النشاط الزلزالي فقط التكوينات التي قد تكون المركبات الهيدروكربونية حبيسةً بها – لكنها لا تجد مواقع النفط والغاز. وبعد تحليل صورة النشاط الزلزالي وتحديد التكوينات المحتملة الحاوية للنفط والغاز، تبدأ عمليات التنقيب الاستكشافية بهدف تحديد ما يوجد في التكوينات المستهدفة. هذا، وتمكن سفن الحفر الحديثة ومعدات الثقب شبه القابلة للغمر عمال الحفر من العمل على أعماق أبعد كثيرًا مما تصل إليه منصات الحفر التقليدية التي تستقر على قاع المحيط. وتستخدم هذه السفن تقنية تحديد المواقع الديناميكية والمتصلة باستمرار بالأقمار الصناعية الخاصة بتحديد مواقع الأشياء وذلك للابقاء على السفن في الموقع الصحيح.

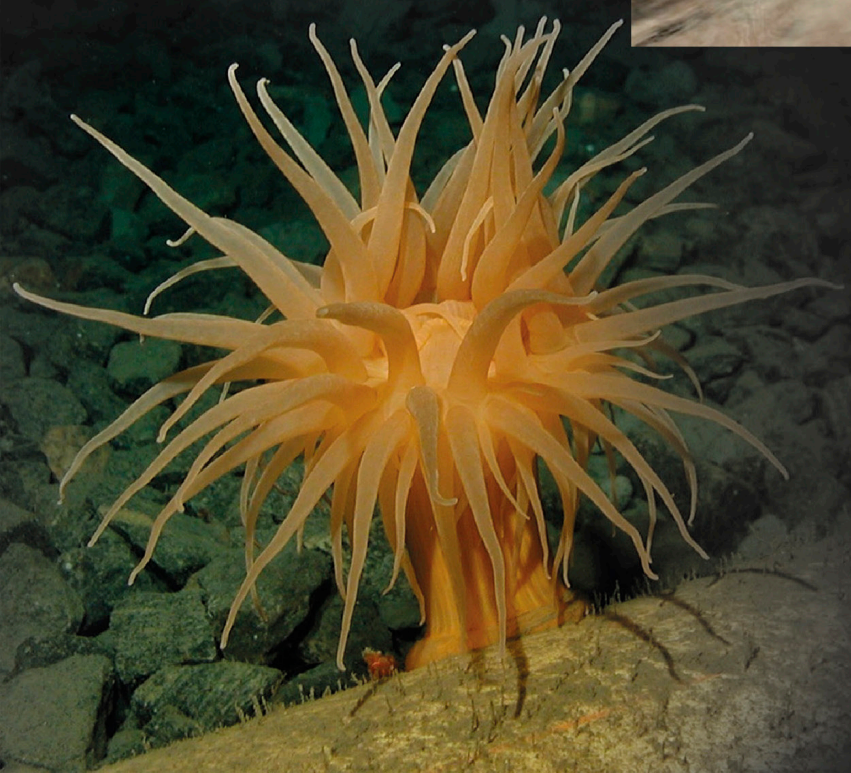
مراكب الإنتاج العائمة

إن جلب النفط من أعماق البحار إلى السوق هو أيضًا تحد لا يقل عن التحديات السابقة. ففضلًا عن خطوط الأنابيب، في الإمكان الاستعانة في هذا الصدد بمراكب الإنتاج والتخزين والتفريغ العائمة في أعماق البحار حيث لا تُجدي المنصات التقليدية نفعًا. وتشبه هذه المراكب العائمة ناقلات النفط العملاقة، لكنها مزودة بمعدات فصل كالمنصات التقليدية. ويمكن لهذه المراكب الضخمة حمل النفط حتى وصول الناقلات لتفريغه بها.

العمل مع العلماء

في ظل التعاون الوثيق مع الشركات الرئيسة العاملة في صناعة النفط والغاز، فإن مشروع SERPENT «شراكة مركبات التحكم عن بعد العلمية والبيئية باستخدام التقنيات الصناعية القائمة» يهدف إلى جعل تقنية المركبات والتحكم عن بعد وسفن الحفر البحرية في متناول المجتمع العلمي العالمي بصورة أكبر.

صورة: مشروع SERPENT



خطوط أنابيب النفط

خلال السنوات الأولى من عمر صناعة النفط، كان يُنقل في براميل خشبية على عربات تجرها الأحصنة من آبار النفط، الأمر الذي انطوى على قدر كبير من المشقة والتعب، وسرعان ما أدركت شركات النفط أن أفضل وسيلة لنقله هي ضخه عبر أنابيب، وثمة شبكات واسعة الآن من خطوط أنابيب النفط حول العالم، سواء على اليابسة أو أسفل البحر. وتستحوذ الولايات المتحدة الأمريكية وحدها على حوالي 305000 كيلومتر (190000 ميل) من أنابيب النفط، وتحمل أنابيب النفط مجموعة متنوعة من المنتجات النفطية – من البنزين إلى وقود الطائرات – في بعض الأحيان في شكل «دفعات» داخل الأنبوب نفسه تفصلها عن بعضها البعض سدادات خاصة. وأكبر خطوط أنابيب النفط جميعها هي تلك الخطوط الرئيسية التي تنقل النفط الخام من مناطق الإنتاج إلى معامل التكرير أو الموانئ، والتي يصل قطر بعضها إلى حوالي 122سم (48 بوصة) وطولها لما يزيد على 1600 كيلومتر (1000 ميل). هذا، وتُغذى الخطوط الرئيسية بواسطة خطوط «تجميع» أصغر تحمل النفط من الآبار النفطية الفردية.

تشييد خط الأنابيب

إن بناء خط أنابيب النفط يتضمن ربط عشرات الآلاف من أجزاء الأنابيب الفولاذية، ويجب أن يُلحم كل مفصل بخبرة وحرفية عاليتين؛ لمنع حدوث أي تسرب. وغالبًا ما تكون عملية تشييد خط الأنابيب سريعةً نسبيًّا؛ نظرًا لأن جميع الأجزاء مصنعة مسبقًا، لكن التخطيط لمسار خط الأنابيب والحصول على موافقة جميع الأشخاص الذين سيتأثرون به يمكن أن يستغرقا سنوات عديدة.

الخنازير الذكية

يشير مصطلح كشط الأنابيب إلى الممارسات التي يتم فيها استخدام التجهيزات المعروفة بالكاشطات لتنظيف وفحص خط الأنابيب. وقد سُميت هذه السدادات بهذا الاسم؛ لأن النماذج الأولى منها كانت تصدر صوت صرخات طويلة وحادة في أثناء تحركها عبر الأنابيب. ويُطلق اسم الخنزير «الذكي» على وحدة فحص روبوتية تحتوي على مجموعة معقدة من المجسات. وتنزلق هذه الوحدة التي تسير مع حركة النفط لمئات الكيلومترات؛ حيث تراقب كل سنتيمتر مربع من الأنبوب بحثًا عن وجود خلل؛ مثل التآكل.

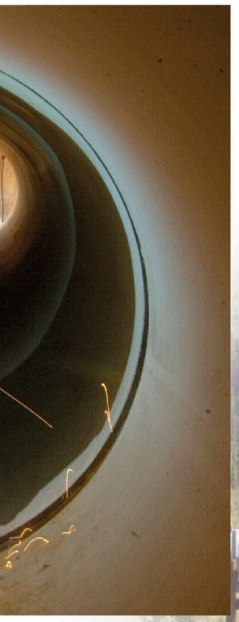
السياسة ومسارات خطوط الأنابيب

خطوط الأنابيب العابرة للحدود. سعيا للوصول إلى حقول النفط المنتشرة ببحر قزوين لتعزيز إمداداتها من النفط، دعمت الدول الأوروبية خط أنابيب باكو – تبليسي – جيهان الذي يمتد لمسافة 1776 كيلومترًا (1104 أميال) من بحر قزوين في أذربيجان على ساحل البحر المتوسط التركي عبر چورچيا. وتظهر الصورة قادة كلٍّ من جورجيا وأذربيجان وتركيا وهم يُلتقَط لهم الصور إبان استكمال تشييد خط الأنابيب عام 2006.

إن هلام الهواء مادة عازلة رائعة لدرجة أن طبقة رقيقة منها تكفي لعزل حرارة هذه الشعلة ومنع أعواد الكبريت من الاشتعال.

الحفاظ على دفء النفط

إذا انخفضت درجة حرارة النفط أكثر من اللازم يصبح أكثر سُمكًا؛ ومن ثم يصعب ضخه عبر الأنابيب؛ ولهذا فإن الكثير من الأنابيب الموجودة في أجزاء باردة من العالم وتحت البحر تُعزل بـ «هلام الهواء». وهو مادة تُصنع من هلام السليكا أو الكربون الشبيه بالإسفنج، ويُعد هلام الهواء أخف مادة في العالم؛ فهو مصنوع من الهواء بنسبة 99 ٪. وعليه، فإن كل هذا الهواء يجعل هلام الهواء مادةً عازلةً جيدةً بدرجة فائقة.



خطر الزلازل

رغم أن خطوط الأنابيب مصممة لتتحمل الزلازل الصغيرة، يدأب العلماء على مراقبة اليابسة؛ تحسبًا لحدوث هزات أرضية على مقربة من بعض أجزاء من خطوط أنابيب النفط، وذلك لأن حدوث زلزال قوي يمكن أن يحطم الأنابيب. وقد تعرض هذا الأنبوب للالتواء في زلزال في باركفيلد بولاية كاليفورنيا الأمريكية، الواقعة فوق صدع سان أندرياس الشهير حيث ينزلق لوحان من ألواح قشرة أديم الأرض واحدًا تلو الآخر.

حراسة خطوط الأنابيب

إن الإمدادات النفطية التي تحملها خطوط الأنابيب تتمتع بأهمية فائقة بحيث أنها قد تصبح مستهدفة من الإرهابيين أو الأطراف المتنازعة في الحروب أو الأقاليم غير المستقرة سياسيا. ولحمايتها من الهجمات الإرهابية، يتم حراسة خطوط الأنابيب في بعض المناطق بواسطة حراسة مسلحة، أو جويا باستخدام طائرات مراقبة بدون طيار. مع هذا، فإن العديد من خطوط الأنابيب تمتد لمساحات شاسعة للغاية مما يجعل من المستحيل توفير دوريات لحمايتها ومراقبتها بالكامل.

خطوط الأنابيب والسكان المحليون

تُشيد بعض خطوط أنابيب النفط عبر المناطق الفقيرة والحساسة من الناحية البيئية – كما يتضح من الصورة هنا في جزيرة سومطرة بإندونيسيا. وكثير من الفقراء الذين يعيشون بجوار خط الأنابيب لا يحصلون إلا على القليل من فوائد الطاقة المُحصلة. وقد تؤدي أعمال التخريب وإساءة استخدام خطوط الأنابيب إلى حوادث خطيرة ما لم يتم تأمين الهياكل بشكل صحيح.

خط أنابيب ألاسكا

يمتد نظام خط أنابيب ترانس ألاسكا الذي أكتمل العمل فيه عام 1977 – لما يزيد على 1280 كم (800 ميل) عبر ولاية ألاسكا. ويحمل النفط الخام من مناطق الإنتاج في الشمال إلى ميناء فالديز في الجنوب؛ حيث يُشحن النفط إلى مختلف أنحاء العالم. هذا، وتضع الظروف البيئية في القطب الشمالي وكذلك الحاجة لاجتياز سلاسل الجبال والأنهار الضخمة – تحديات هائلة أمام مهندسي الإنشاء. لهذا فإن معظم خطوط الأنابيب في الولايات المتحدة تمتد تحت سطح الأرض، لكنَّ جزءًا كبيرًا من خط أنابيب ترانس ألاسكا كان يجب أن يُشيد فوق الأرض؛ نظرًا لأن التربة دائمة التجمد في أجزاء من ولاية ألاسكا فضلاً عن كونها حساسة من الناحية البيئية.

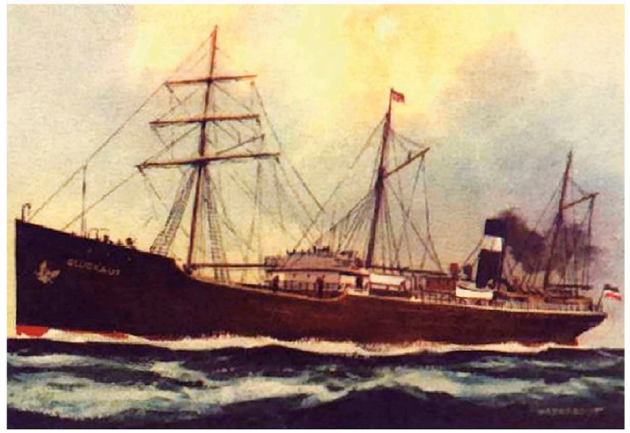
نقل النفط فوق مياه المحيط

تجوب قرابة الـ 4200 ناقلة نفط محيطات العالم ليلاً ونهارًا، حاملةً النفط إلى أي مكان يُراد فيه. وهي تنقل في الأغلب النفط الخام، لكنها تنقل أيضًا المنتجات النفطية المكررة في بعض الأحيان، وهذا يتطلب معاملةً خاصةً؛ إذ نجد أن البيتومين – على سبيل المثال – يجب تسخينه لما يزيد على 120 درجة مئوية (250°ف) كي يتم شحنه وتحميله. إن كمية النفط التي تنقلها هذه السفن ضخمة حقًّا؛ حيث يُنقل حوالي 2 مليار طن (1.8 مليار طن متري) من النفط كل عام، وهو ما يوازي 14.6 برميلا تقريبا. وتتسع الناقلات العملاقة إلى حوالي 3 مليون برميل. يعد ذلك أكبر من الاستهلاك اليومي لكوريا الجنوبية أو المملكة المتحدة وحوالي سُبع الاستهلاك اليومي في الولايات المتحدة – البالغ 20 مليون برميل تقريبا – تنقل في سفينة واحدة. إن تصميمات ناقلات النفط مزدوجة الهياكل ونظم الملاحة الحديثة تعني لنا أن جُل هذا النفط يُحمل عبر المحيط بأمان. في حالة وقوع حوادث، قد ينسكب نفط ملوثا البحر. وقد تكون العواقب كارثية بيئيًا، إلا أن حوادث النقل الكبيرة التي تؤدي إلى تسرب النفط نادرة لحسن الحظ.

يعيش طاقم الناقلة قليل العدد ويعمل في منزل على ظهر السفينة والموجود في المؤخرة

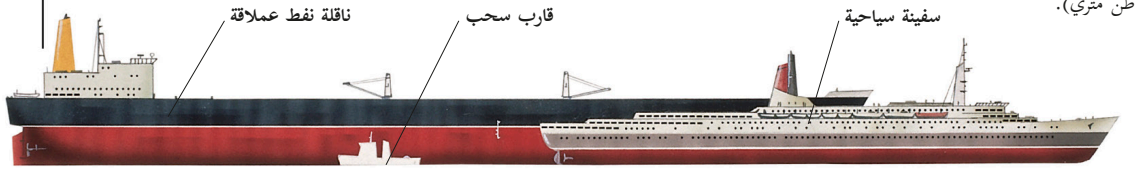
ناقلات النفط العملاقة

إن ناقلات النفط العملاقة هي بلا شك أضخم السفن في العالم؛ فهي تزن عادةً أكثر من 330000 طن (300000 طن متري) وهي فارغة ويمكن لناقلة واحدة أن تحمل مليوني برميل من النفط، تساوي مئات الملايين من الدولارات. ومن المثير للدهشة أن هذه السفن الضخمة تعمل بتقنية أوتوماتيكية فائقة تجعلها في حاجة فقط لطاقم لا يزيد عدد أفراده على 30 فردًا تقريبًا. إن هذا الحجم الهائل للناقلات العملاقة يعني أنها في حاجة إلى قطع 10 كم (6 أميال) لتتمكن من التوقف و 4 كم (2.5 ميل) لتنعطف. وتُسمى ناقلات النفط العملاقة في عالم تجارة النفط بحاملات النفط الخام فائقة الضخامة. ومن ناحية أخرى، نجد أن حاملات النفط الخام الأقل ضخامةً ليست ضخمة للغاية، لكنها مع هذا تزن أكثر من 220000 طن (200000 طن متري).



نقل النفط بواسطة السفن لأول مرة

في عام 1861، قامت السفينة الأمريكية إليزابيث واتس بحمل 240 برميلًا من النفط من فيلادلفيا إلى إنجلترا. لكن حمل مثل هذه المادة سريعة الاشتعال في براميل خشبية على متن سفينة خشبية كان تجارةً محفوفةً بالمخاطر. وعليه، قام بناءو السفن البريطانيون عام 1884 بتشييد هذه السفينة البخارية ذات الهيكل الفولاذي خصيصًا التي حملت اسم جلوكاف، والتي حملت النفط في صهاريج فولاذية، وكانت هذه أول ناقلة نفط حديثة.



ينقسم التصميم الداخلي لهيكل السفينة إلى عدة صهاريج منفصلة؛ لخفض كمية النفط المهدرة إلى الحد الأدنى حال حدوث ثقب في الهيكل

تقع معظم حمولة النفط أسفل خط الماء للحفاظ على توازن الناقلة

عمالقة المحيط

إن ناقلات النفط العملاقة سفن ضخمة، ويزيد طول بعضها على طول بناية إمباير إيستيت إذا استقرت على جانبها. وأضخم هذه الناقلات جميعًا هي الناقلة نوك نيڤيس Knock Nevis (التي كانت تُسمى فيما مضى Jahre Viking)، والتي يصل طولها إلى 458 متر (1503 قدم) وتبلغ حمولتها الكاملة ما يزيد على 4 مليون برميل من النفط الخام. وقد جرى إطلاق هذه الناقلة عام 1979، وخرجت من الخدمة عام 2010.

ميناء النفط

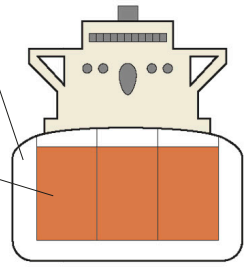
بعد قطعها رحلتها البحرية الطويلة، تصل الناقلة إلى ميناء رسو ناقلات النفط. وتحتاج الناقلات العملاقة إلى عمق مائي لا يقل عن 20 مترًا (65 قدمًا)؛ لهذا فإن عدد المواقع المناسبة لإقامة موانئ النفط محدود. وعلى الجانب الآخر، تُشيد الأرصفة البحرية حيث ترسو الناقلات العملاقة في بعض الأحيان بعيدًا جدًّا عن الشاطئ حتى أنه يتحتم على عمال هذه الأرصفة وطواقم الناقلات الذهاب من وإلى السفن بالسيارات. وقد يُبنى بعض هذه الموانئ مستقبلًا على شكل «جزر بحرية» صناعية في المياه العميقة، حيث سيتم نقل النفط منها إلى الشاطئ عبر الأنابيب.

ضخ النفط

لتفريغ النفط من الناقلة، يتم إنزال أذرع ذات مفاصل في الصهريج، يتم التحكم فيها من خلال الكمبيوتر وذلك للمساعدة على تثبيتها تمامًا بمخرج النفط من خلال كُلَّاب على ظهر ناقلة النفط، وهو عبارة عن وصلة ذات فتحات جانبية لربط أنبوب بآخر. هذا، وتتصل جميع صهاريج النفط بهذا المخرج عن طريق صمامات وأنابيب. وبمجرد ربط الأذرع بشكل آمن بالمخرج، تبدأ المضخة بضخ النفط للخارج.

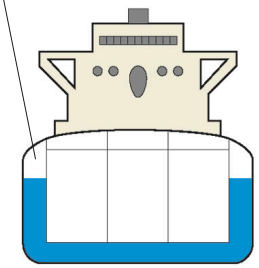
هيكل مزدوج من أجل سلامة مزدوجة

يلزم القانون جميع ناقلات النفط الضخمة الحديثة بأن تكون مزدوجة الهيكل؛ حيث يوجد هيكل ثانٍ داخل الهيكل الخارجي لإعطاء السفينة أمانًا وحمايةً إضافيين ضد حالات التسرب حال تعرضها للضرر. ومن الممكن ملء الفجوة الواقعة بين الهيكلين التي تبلغ ما بين 2 و 3 م (6 إلى 10 أقدام) بالماء وذلك لتعويض الانخفاض الكبير في الوزن (والاستقرار) عندما تبحر الناقلة وهي فارغة من النفط.



الإبحار مع وجود حمولة

عند الإبحار والناقلة فارغة، يضاف 100000 طن من مياه البحر في ناقلة النفط لتكون بمثابة ثقل الموازنة (صابورة)



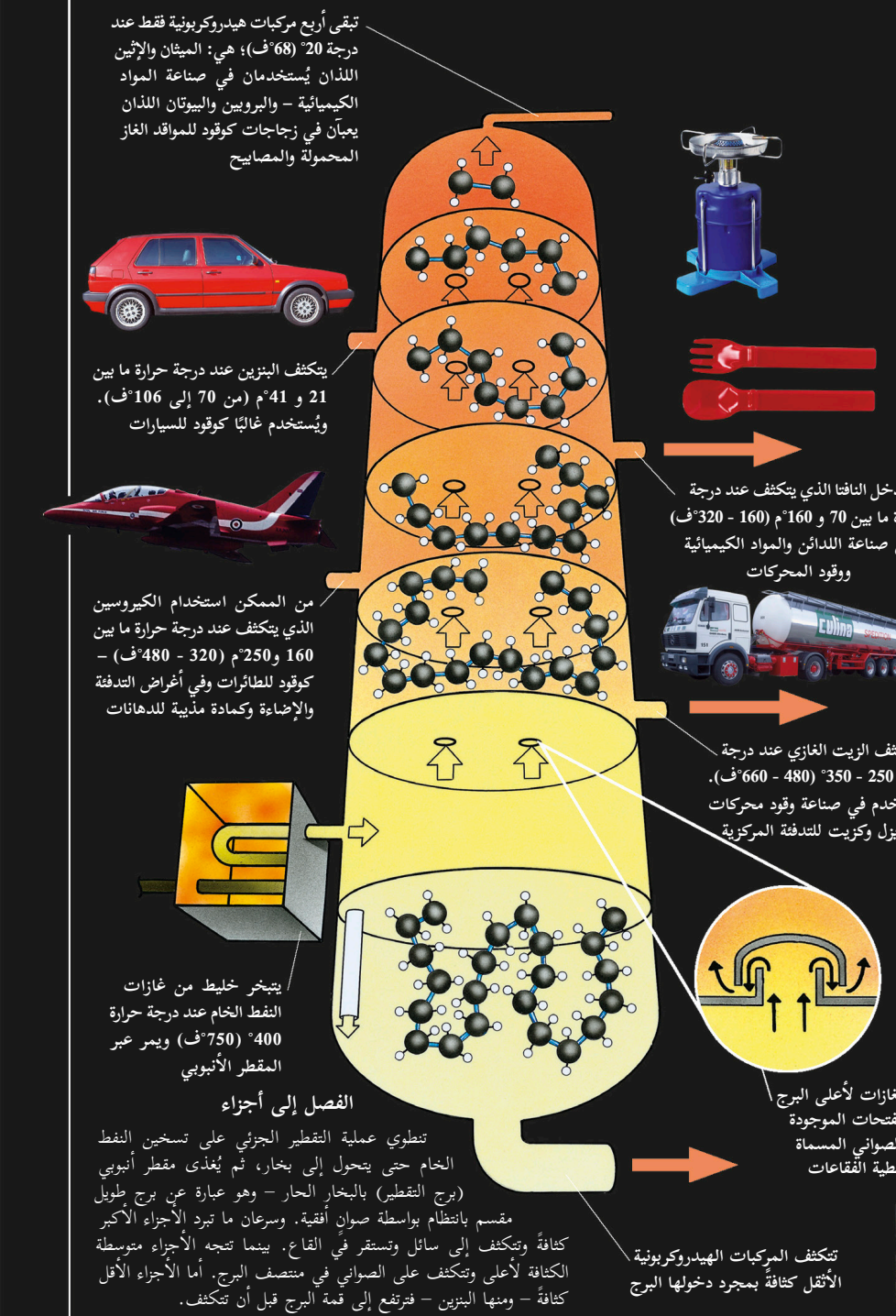
الإبحار والناقلة فارغة

التسرب الطبيعي

رغم اعتقادنا بأن ناقلات النفط هي المسئولة عن أي تسرب، إلا أن التسرب الطبيعي للنفط يشكل نصف كمية النفط التي تدخل البيئات الساحلية وتساهم الناقلات بـ 33 ٪ من نسبة ملوثات مياه العالم من النفط، و 3 ٪ فقط في مياه أمريكا الشمالية. تمثل النفايات المحلية والصناعية 12 ٪ من النفط المتسرب في بحار العالم، و 22 ٪ من النفط المتسرب في مياه أمريكا الشمالية.

تكرير النفط

لتحويله إلى منتجات قابلة للاستخدام يُعالج النفط الخام في مصفاة تكرير، وفيها يتم فصل النفط إلى مكونات مختلفة من أجل إنتاج البنزين ومئات المنتجات الأخرى التي تتراوح ما بين وقود الطائرات إلى زيت التدفئة المركزية. وتنطوي عملية التكرير على الجمع ما بين «التقطير الجزئي» و«التقطير الهدام» للنفط؛ إذ يتم في التقطير الجزئي فصل مكونات النفط إلى «أجزاء» – مثل النفط الخفيف أو النفط الثقيل – اعتمادًا على مستويات كثافة هذه المكونات ونقاط الغليان الخاصة بها. أما في عملية التقطير الهدام، فيتم فصل الأجزاء بدرجة أكبر إلى منتجات مثل البنزين وذلك باستخدام الحارة والضغط بهدف تكسير جزيئات الهيدروكربون الثقيلة ذات السلاسل الطويلة إلى جزيئات أقصر وأخف.



الفصل إلى أجزاء

تنطوي عملية التقطير الجزئي على تسخين النفط الخام حتى يتحول إلى بخار، ثم يُغذى مقطر أنبوبي (برج التقطير) بالبخار الحار – وهو عبارة عن برج طويل مقسم بانتظام بواسطة صوانٍ أفقية. وسرعان ما تبرد الأجزاء الأكبر كثافةً وتتكثف إلى سائل وتستقر في القاع. بينما تتجه الأجزاء متوسطة الكثافة لأعلى وتتكثف على الصواني في منتصف البرج. أما الأجزاء الأقل كثافةً – ومنها البنزين – فترتفع إلى قمة البرج قبل أن تتكثف.

درجة الحرارة في برج التقطير

يتم التحكم في درجة الحرارة داخل المقطر الأنبوبي بحذر؛ حيث تقل الحرارة بصورة تدريجية مع الارتفاع، لذا فإن كل صينية تكون أبرد من الواقعة أسفلها بدرجة طفيفة. وتتشعب الأنابيب من المقطر عند مستويات مختلفة وذلك لإخراج الأجزاء المتباينة حال تكثفها أو استقرارها على الصواني. بينما يُزال الوقود الخفيف – مثل البروبين – عند قمة برج التقطير. أما الأجزاء الأعلى كثافة – الرواسب – فيتم التخلص منها عند قاعدة البرج. هذا، وتحمل الأنابيب أية أجزاء في حاجة إلى المزيد من المعالجة إلى المرحلة التالية من التكرير.

تخزين النفط

عندما يصل النفط الخام من حقول النفط بواسطة خط الأنابيب أو السفينة الناقلة، فإنه يُخزن في صهاريج ضخمة حيث يكون جاهزًا للمعالجة. ويتم قياس حجم النفط في العادة بـ «البراميل»، حيث يساوي البرميل الواحد 159 لترًا (42 جالونًا). ويمكن لمصفاة تكرير النفط الضخمة استيعاب حوالي 12 مليون برميل من النفط الخام في صهاريجها – وهو القدر الكافي لتزويد الولايات المتحدة الأمريكية بالكامل باحتياجاتها من النفط لمدة تصل لثلاثة أرباع يوم تقريبًا.

التكسير الهدام

تخرج بعض الأجزاء من برج التقطير جاهزةً للاستخدام، بينما لا بد من إدخال أجزاء أخرى في أجهزة التكسير الهدام التي تشبه الرصاصة مثل تلك الموضحة في الصورة بالأعلى. وبينما يُنتج بعض البنزين بواسطة أبراج التقطير الأنبوبي، فإن معظمه يُنتج في أجهزة التكسير الهدام من أجزاء ثقيلة. وهي عملية تعتمد على الحرارة الشديدة (حوالي 538°م/1000°ف) مع وجود مسحوق يُعرف باسم المادة الحفازة، التي تسرع التفاعلات الكيميائية التي تكسر الهيدروكربونات.

بين الماضي والحاضر

كان في استطاعة معامل التكرير الأولى استخدام نسبة قليلة فقط من النفط الخام. فعلى سبيل المثال، كان من الممكن تحويل ربع واحد فقط من كل برميل إلى بنزين. أما الآن، فإن ما يزيد على نصف البرميل يتحول إلى بنزين، بينما يُصنع من معظم النسبة المتبقية منتجات مفيدة أيضًا. ويمكن لمصافي التكرير الحديثة تحويل الرواسب التي كانت تُهدر في السابق إلى منتجات أخف كثافةً مثل زيت الديزل. وفي نهاية عملية التكرير، لا يتبقى إلا مخلفات من الكربون النقي تقريبًا تُعرف باسم الكوك، تُباع كوقود صلب.

مجمع مصفاة النفط

إن المصفاة العادية – كهذه الموضحة في الصورة والموجودة في الجبيل بالمملكة العربية السعودية – عبارة عن مجمع ضخم من الأنابيب والصهاريج التي تغطي منطقة بحجم عدة مئات من ملاعب كرة القدم. والمقطر الأنبوبي هو ذلك البرج الضخم الواقع في أقصى يمين الصورة بالأسفل. هذا، وتعمل مصافي التكرير على مدار الساعة، 365 يومًا في السنة. وتوظف ما بين 1000 و 2000 شخص. ويقوم العمال في الأغلب بتنظيم وضبط أنشطة العمل من داخل حجرات التحكم. أما بالخارج، فمصافي النفط تبدو أماكن هادئةً بدرجة مثيرة للدهشة، حيث لا يسمع المرء فيها إلا صوت الطنين المنخفض للآلات الثقيلة.

الطاقة ووسائل المواصلات

يُعد النفط مصدر الطاقة الأول في العالم، ويستخدم أكثر من 75 ٪ من إجمالي النفط المنتج في توفير الطاقة اللازمة لاستمرار مختلف الأنشطة في العالم. هذا، وتتحرر طاقة النفط من خلال إحراقه، وهذا هو السبب في أنه يستخدم لمرة واحدة فقط. فالبعض منه يُحرق لتوفير التدفئة للمنازل، بينما تُحرق كمية كبيرة منه لتوليد البخار الذي يدير التوربينات ومن ثم يساهم في توليد الكهرباء، لكن الجزء الأعظم منه يُحرق في المحركات في شكل بنزين أو زيت ديزل أو زيت وقود للسفن ووقود لطائرات نقل الركاب. إن الأمر يستلزم إحراق 34 مليون برميل من النفط يوميًّا للابقاء على حركة جميع السيارات والشاحنات والقطارات والسفن والطائرات.

السيارات الكهربائية الحديثة

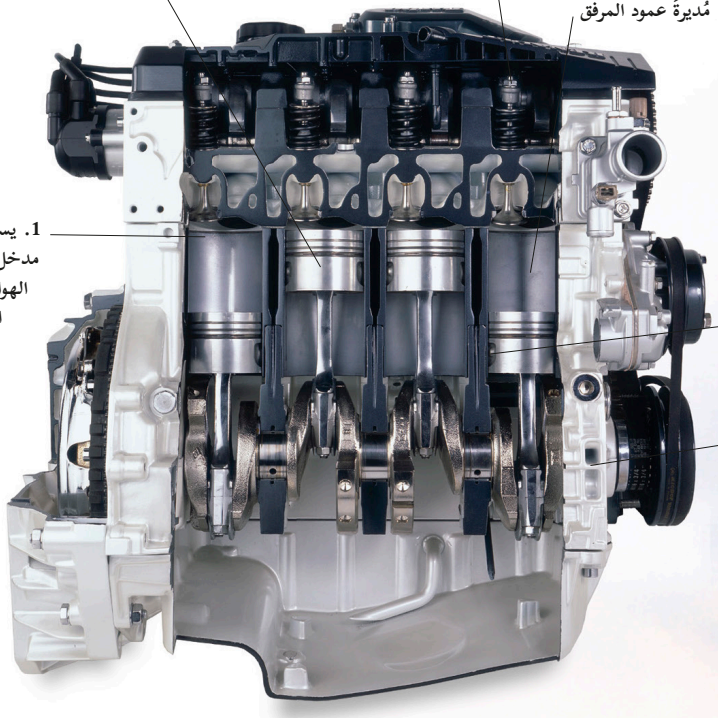
استخدامات عديدة

أحدثت مواقد الغاز الحديثة ثورةً في مجال تدفئة المنازل، عندما طُرحت في الأسواق في عشرينيات القرن الماضي. فقبل ذلك، كان المصدر الرئيسي للتدفئة يأتي من النيران المكشوفة التي ينبعث منها الدخان، والتي تطلبت وجود مراقبة دائمة لها وكميات كبيرة من الفحم أو الخشب. هذا، وقد جمعت هذه المواقد – كهذا الموقد الموضح في الصورة – بين الطهي والتدفئة؛ إذ كان من الممكن استخدامها أيضًا في توفير المياه الساخنة.

المصدر: لجنة كاليفورنيا للطاقة

الاحتراق الداخلي

تتمتع معظم السيارات بمحركات تعمل بتقنية الاحتراق الداخلي، والسبب في هذه التسمية يعود إلى أنها تحرق البنزين بداخلها؛ حيث تتم تغذية كل أسطوانة (غرفة) من أسطوانات (غرف) المحركات ببخار البنزين، ثم يُضغط أو يكبس بواسطة المكبس الصاعد. وتؤدي عملية الضغط هذه إلى جعل البخار دافئًا بدرجة كبيرة تجعل من السهولة بمكان اشتعاله بواسطة شرارة كهربائية. ويحترق البخار سريعًا ويتمدد دافعًا المكبس إلى الأسفل. ومع هبوط كل مكبس من المكابس، فإنه يدير العمود المرفقي الذي يدير عجلات السيارة من خلال أعمدة التدوير والتروس.



محركان في واحد

للتقليل من استخدام الوقود وكذلك معدلات التلوث، ابتكر مصنعو السيارات سيارات «هجين» تشتمل على محرك بنزين ومحرك كهربائي؛ حيث يشغل المحرك السيارة ويشحن البطارية، ثم تشغل البطارية المحرك الكهربائي الذي يتولى الزمام من المحرك. وثمة بعض السيارات التي تعتمد بشكل تام على طاقة البطارية. يمكن شحن السيارات الكهربائية في المنزل أو في مواقف شحن خاصة بمحطات التزود بالوقود ومراكز التسوق وغيرها من الأماكن.

كيف شكل النفط أنماط حياة جديدة؟

لقد سمحت السيارات التي تعتمد في وقودها على النفط – للمدن بالتوسع كما لم يحدث من قبل، كما يتضح من ضواحي المدن مترامية الأطراف هذه. ومن ثم، صار من الممكن الحصول على منازل فسيحة وحدائق كبيرة، لكن العيب الوحيد هنا هو أن المتاجر وأماكن العمل قد تكون بعيدة جدًّا بحيث يصعب على المرء العيش في ضواحي المدن دون امتلاكه سيارة.

معظم الضواحي لا يوجد بها مواصلات عامة

الشاحنات الثقيلة

تعتمد معظم السيارات على البنزين. ومع هذا تعمل الشاحنات والحافلات في الأغلب بزيت الديزل الأغلظ قوامًا. ولا تحتاج محركات الديزل لشرارة اشتعال. فبدلاً من هذا، تضغط المكابس الهواء في الأسطوانات بشدة وتسخنه بدرجة كبيرة بحيث يشتعل زيت الديزل على الفور بمجرد تدفقه في الأسطوانات. هذا، وتحرق محركات الديزل زيتًا أقل من محركات البنزين، كما أنها أرخص ثمنًا لكن يجب أن تكون أثقل وأكثر قوةً لتوفر الضغط الإضافي. وهذا يجعلها أبطأ خلال عملية التسارع من محركات الغاز.

يبلغ معدل الاستهلاك القياسي لسيارات سباقات F1 0.4 كم لكل لتر (2 ميل لكل جالون) من الوقود.

وقود سيارات السباق

من خلال تنويع نسب الهيدروكربونات وإضافة مكونات أخرى، أصبح في استطاعة شركات النفط إنتاج وقود يناسب مختلف المحركات المختلفة؛ إذ تضمن قواعد وقوانين سباقات السيارات استخدام سيارات سباق فورميلا وان Formula One وقودًا مشابهًا لذلك الذي تستخدمه سيارات الطرق، لكنه وقود متطاير يكفل للسيارة تحقيق معدل أداء مرتفع. ويمكن القول هنا إن وقود سيارات السباق غير اقتصادى على الإطلاق، كما أنه يشكل ضغطًا شديدًا على المحرك في حالة الاستخدام اليومي له.

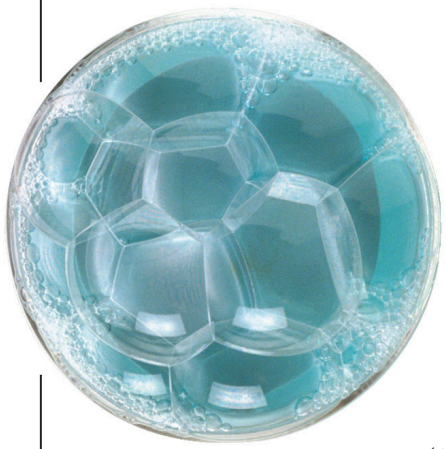
وقود الطائرات

يمكن القول بأن حوالي ثلاثة أرباع النفط المستخدم في وسائل النقل والمواصلات تحرق بواسطة مركبات الطرق، لكن ثمة نسبة متزايدة منه تستهلكها الطائرات. ويمكن للطائرة ضخمة الحجم أن تحرق أكثر من 77000 لتر (17000 جالون) من وقود الطائرات في رحلة من واشنطن إلى سان فرانسيسكو. هذا، وثمة اختلاف بسيط بين وقود الطائرات والبنزين يتمثل في تمتع الأول بدرجة اشتعال أعلى؛ مما يجعل وقود الطائرات أكثر أمانًا بدرجة كبيرة فيم يتعلق باستخدامه في وسائل النقل من البنزين.

يُخزن الوقود فى خزانات داخل جناحي الطائرة

مواد مصنوعة من النفط

إن النفط ليس مجرد مصدر للطاقة، فهو أيضًا مادة خام رائعة. إذ من الممكن معالجة مزيجه الهيدركربوني الغني لإنتاج مواد مفيدة تُعرف بالبتروكيماويات. وعادةً ما تغير عملية المعالجة الهيدروكربونات تمامًا لدرجة يصعب معها التعرف على الأصول النفطية للمواد البتروكيماوية. وثمة مجموعة متنوعة ومذهلة من المواد والأشياء التي يمكن صنعها من البتروكيماويات، من اللدائن إلى العطور وملاءات السرير. كما أننا نستخدم الكثير من المنتجات النفطية كبدائل صناعية للمواد الطبيعية، ومن بينها استخدامنا للمطاط الصناعي بدلاً من المطاط الطبيعي والمنظفات بدلاً من الصابون. بالإضافة لكل ما سبق، فإن النفط يمنحنا موادَّ فريدةً وجديدةً تمامًا مثل النيلون.

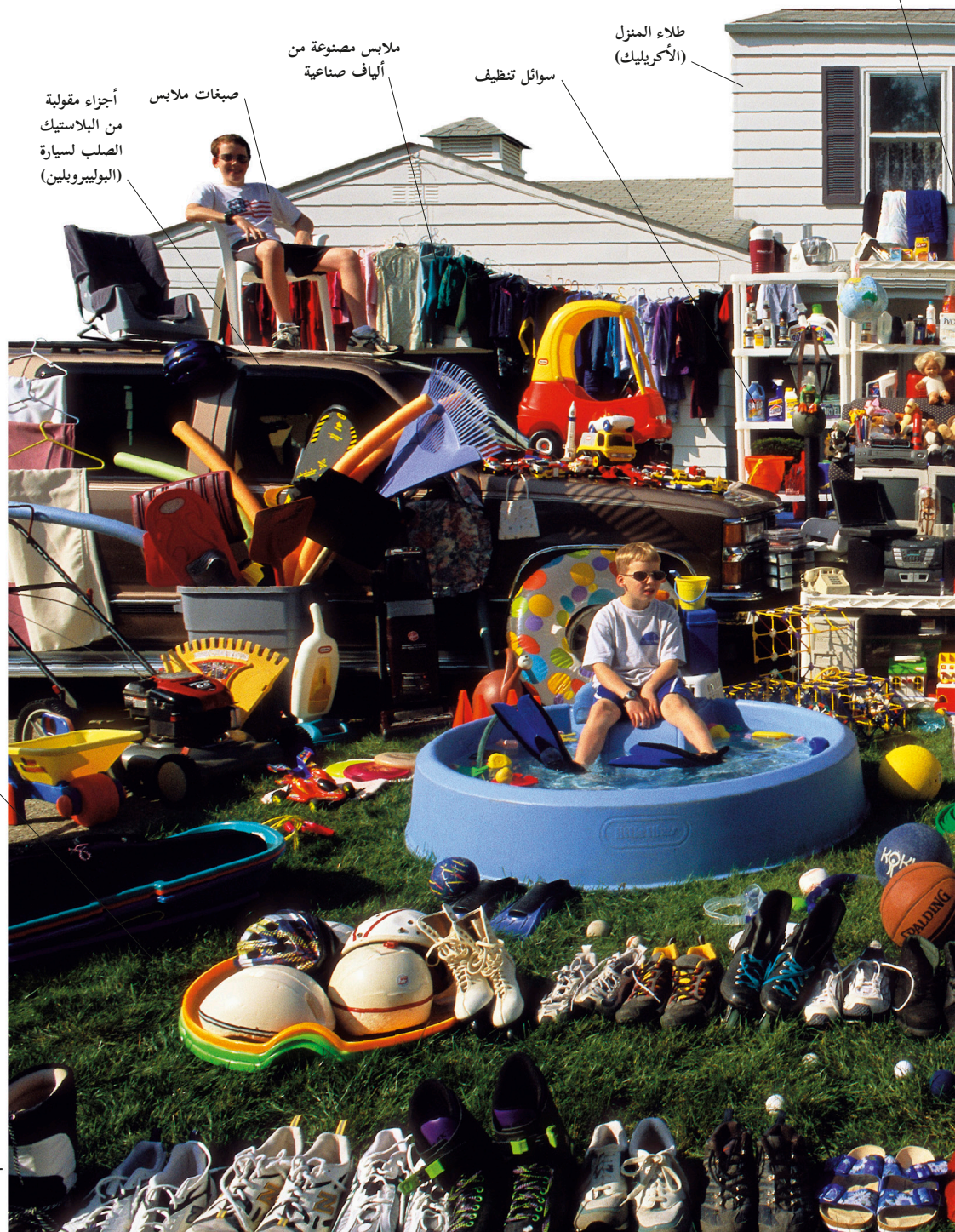


المنظفات الصناعية

تعتمد معظم المنظفات في صناعتها على البتروكيماويات. إن الماء وحده لن يزيل الأوساخ الدهنية من الأسطح حيث إن الزيت والدهن يقاومانه. لكن المنظفات يمكنها أن تنجح في هذه المهمة وذلك لأنها تحتوي على مواد كيميائية تُسمى عناصر السطح النشطة، التي تنجذب لكل من الدهن والماء. كما أنها تلتصق بالأوساخ وتفككها، بحيث يسهل إزالتها خلال الغسل بالماء.

مستحضرات التجميل

إن أقلام أحمر الشفاه وتحديد الأعين والمسكرة ومواد ترطيب الجلد وصبغات الشعر هي مجرد جزء صغير من مستحضرات التجميل الكثيرة التي تعتمد في صناعتها على البتروكيماويات. فعلى سبيل المثال، تستخدم معظم المستحضرات السائلة الخاصة بالعناية بالبشرة (اللوشن) الهلام النفطي – وهو عبارة عن مادة شمعية شبيهة بالبارافين مستخرجة من النفط – كمكون أساسي لها. وتعلن بعض العلامات التجارية عن منتجاتها بوصفها «خالية من المستخلصات النفطية».



الحياة في منزل من النفط

لاستعراض أوجه الاستخدام الكثيرة للنفط، فقد طُلب من عائلة أمريكية وضع جميع الأشياء الموجودة في منزلها والمصنوعة من مواد أساسها النفط خارج المنزل. ولقد توجب على أفراد العائلة في حقيقة الأمر إفراغ محتويات المنزل كلها تقريبًا، وذلك لأنه كان هناك – وهو الأمر المذهل – عدد قليل من الأشياء التي لم تحتو على النفط. وعلاوةً على عدد لا حصر له من الأشياء البلاستيكية، فقد اشتملت هذه المنتجات على عقاقير تم إخراجها من الحمام ومواد تنظيف من المطبخ وملابس مصنوعة من ألياف صناعية ومستحضرات تجميل ومواد رغوية وصبغات ملابس وأحذية والكثير والكثير غيرها.

صناعة العقاقير

منذ السنوات الأولى لاكتشافه، اشتهر النفط بخصائصه العلاجية المزعومة. ففي العصور الوسطى، أُستخدم في علاج الأمراض الجلدية. أما الآن فهو مصدر لبعض من العقاقير الأكثر أهميةً مثل الأستروييد والأسبرين المهدئ للآلام، اللذين يُعدان من الهيدروكربونات.

الأسبرين

الشموع الملونة

يمكن صنع الشموع من شمع النحل أو من الشموع الطبيعية الأخرى، لكن الغالبية العظمى من الشموع الرخيصة تُصنع من شمع البارافين. ولإنتاج هذا الشمع عديم الرائحة، يتم ترشيح النفط خلال الطفل ومعالجته بحمض الكبريتيك. ويمكن إضافة اللون لجعل الشموع تبدو أكثر جاذبيةً. كما يُستخدم شمع البارافين في صناعة مستحضرات الصقل والتلميع والكربون (أقلام الشمع الملون) والكثير من المنتجات الأخرى.

شمعة مصنوعة من شمع البارافين

الألياف الصناعية

من الممكن ربط الجزيئات في البتروكيماويات معًا لإنتاج مجموعة متنوعة من الألياف الصناعية، مثل النيلون والبوليستر وأنسجة الليكرا (علامة تجارية لنوع من الأنسجة الصناعية المصنوعة من أحد البوليمرات المحتوية على البولي يوريثان)، التي تتميز كل واحدة منها بمميزاتها الخاصة. وتوضح هذه الصورة المجهرية كم هي ملساء الأنسجة الأكريليكية (الحمراء) مقارنةً بصوف الخراف (الأصفر الشاحب). وتجف الأنسجة الأكريليكية أسرع من الصوف وذلك لأن خيوط أنسجتها لا تتمتع بحواف صلبة يمكن لقطرات المياه أن تتشبث بها.

أنسجة من الصوف الطبيعي

ألياف صناعية

كتب من النفط

عند قراءتك لهذا الكتاب والنظر في الصور التي يحتوي عليها، عليك أن تعرف أنك تنظر إلى عناصر مشتقة من النفط. وهذا لأن حبر الطباعة المستخدم في هذه الصور مصنوع من جسيمات ملونة دقيقة (الصبغة) معلقة في سائل خاص يُعرف باسم المادة المذيبة. وعادةً ما تكون هذه المادة المذيبة عبارة عن سائل يشبه البارافين مقطر من النفط الخام. ويُستخدم مع الدهانات وطلاء الأظافر أيضًا مواد مذيبة مشتقة من النفط كمواد حاملة للصبغة.

وسائد من الفوم (من البوليبوريثان)

ألعاب من اللدائن الصلبة (من مادة PVC ومادة HDPE)

نوافذ حماية بلاستيكية (من مادة PVC)

صناديق لتخزين الأطعمة (من البوليثين)

عدسات نظارات خفيفة (من لدائن البوليكربونات)

أوعية ضد الكسر (من لدائن البوليكربونات)

زجاجات للمياه الساخنة (مطاط صناعي)

اللدائن والبوليمرات

بوليمر البوليثين

يشتمل كل مونمور إيثين في السلسلة على ذرتي هيدروجين (اللون الأبيض) وذرتي كربون (اللون الأسود)

صناعة البوليمرات

البوليمرات هي عبارة عن جزيئات ذات سلسلة طويلة من الذرات تتألف من جزيئات أصغر تُسمى المونمورات. فعلى سبيل المثال، نجد أن البوليثين هو بوليمر لدائني مكون من 50000 جزيء من المونمور الهيدروكربوني البسيط المسمى بالإيثين. ويقوم العلماء بربط مونومرات الإيثين معًا في تفاعل كيميائي يُعرف باسم التبلمر. وينتج العالم أكثر من 80 مليون طن من البوليثين سنويًا.

تلعب اللدائن دورًا مهمًّا بصورة مذهلة في عالم اليوم. وقد عرفت اللدائن طريقها إلى منازلنا بطرق وأشكال كثيرة مختلفة، من الصناديق المستخدمة في حفظ الأطعمة طازجةً إلى وحدات التحكم عن بعد الخاصة في أجهزة التليفزيون. إن اللدائن هي مواد من الممكن تسخينها وتشكيلها في أي شكل تقريبًا. وهي تتمتع بهذه السمة لأنها مصنوعة من جزيئات طويلة وذات شكل سلسلي من الجزيئات المسماة بالبوليمرات. وهناك بعض من البوليمرات اللدائنية الطبيعية بالكامل مثل المادة القرنية (التي تشكل الأظافر والحوافر وغيرها) والكهرمان. لكن جميع البوليمرات التي نستخدمها اليوم تقريبًا مصنعة، ويتم إنتاج الغالبية العظمى منها من النفط والغاز الطبيعي. ويمكن القول إن في إمكان العلماء استخدام الهيدركربونات الموجودة في النفط في ابتكار مجموعة متنوعة ومتزايدة من البوليمرات – ليس فقط من أجل صناعة اللدائن ولكن أيضًا لإنتاج الألياف الصناعية وغيرها من المواد الأخرى.

صندوق مصنوع من درقة سلحفاة يعود إلى القرن الثامن عشر

البوليمرات الطبيعية

كان الناس في الماضي يصنعون الأزرار والمقابض والأمشاط والصناديق من البوليمرات الطبيعية مثل اللك المصفى (مادة راتينجية تفرزها بعض الحشرات) والذبل (عظم ظهر السلاحف). وكان الصندوق المصنوع من الذبل كهذا الموضح في الصورة يُصنع عن طريق تسخين وإذابة الذبل ثم جعله يبرد ويتصلب في قالب.

اللدائن الأولى

ابتكر ألكسندر باركس (1813-1890) أول مادة لدائنية شبه صناعية في عام 1861، وقد حملت هذه المادة اسم الباركسين. وقد صُنعت هذه المادة من خلال إجراء بعض التعديلات على السليولوز – وهو البوليمر الطبيعي الموجود في القطن. لكن عصر اللدائن الحديثة بدأ في عام 1907، عندما اكتشف ليو بيكلاند (1863-1944) كيفية صناعة البوليمرات الجديدة باستخدام التفاعلات الكيميائية. وقد ابتكر هذا البوليمر الذي أحدث ثورة في مجال الصناعة – الذي سُمي بالباكليت – من خلال إجراء تفاعل بين الفينول والفورمالديهايد في ظل وجود الحرارة والضغط. وكان للباكليت استخدامات كثيرة، تراوحت ما بين الاستخدام في صناعة مراوح الطائرات إلى المجوهرات ومقابض الأبواب، لكن أعظم استخدام لها كان في صناعة الصناديق الخارجية للأجهزة الكهربائية وذلك نظرًا لأنها كانت مادة عازلة ممتازة للكهرباء.

هاتف مصنوع من الباكليت

البوليستيرين

يُستخدم البوليستيرين عندما يقولب وهو في حالة صلبة وشفافة في صناعة عناصر مثل علب الأسطوانات المدمجة. وعند ملئه بفقاعات الغاز الدقيقة، فإنه يشكل الفوم الخفيف المستخدم في تعبئة البيض. كما يُستخدم هذا الفوم أيضًا في صناعة أكواب القهوة (التي تُستعمل لمرة واحدة ثم تُرمى) وذلك لأنها عازل جيد للحرارة.

البوليبروبلين

هي مادة لدائنية قوية مقاومة لمعظم المذيبات والأحماض، وتُستخدم في الكثير من الأحيان في صناعة زجاجات الأدوية والمواد الكيميائية الصناعية. استخدام القولبة بالحقن يعني إمكانية تشكيل البوليبروبلين بكل سهولة لتصنيع الأغراض المنزلية وقطع غيار السيارات.

كلوريد البوليفينيل

يُستخدم كلوريد البوليفينيل – وهو واحد من اللدائن الأكثر صلابةً – في صناعة أنابيب البالوعات وإطارات النوافذ. وعندما يُطرى بمواد تُسمى بالملدنات، فمن الممكن استخدامه في صناعة الأحذية وزجاجات الشامبو وأكياس الدم وأشياء كثيرة وغيرها.

البوليثين منخفض الكثافة

تكون البوليمرات في البوليثين منخفض الكثافة غير مترابطة مع بعضها البعض، مما يجعله من اللدائن الخفيفة والمرنة للغاية. وتُستخدم طبقات البوليثين منخفض الكثافة الشفافة بشكل واسع في تغليف الخبز ولف وتغطية أطعمة المطبخ.

البوليثين عالي الكثافة

ثمة أنواع كثيرة من البوليثين، منها البوليثين عالي الكثافة. ويمتاز هذا النوع بصلابته على نحو خاص، فهو نوع سميك من البوليثين يُستخدم في الأغلب في صناعة الدمى والأباريق وزجاجات المنظفات الصناعية وصناديق القمامة.

البوليثين

يُعد البوليثين – الذي يتميز بالصلابة وفي الوقت نفسه بالمرونة وملمسه الناعم – واحدًا من أكثر اللدائن متعددة الاستخدامات وأوسعها استخدامًا. وقد صُنع لأول مرة من قبل شركة ICI عام 1933، وهو ما يجعله أيضًا واحدًا من أقدم اللدائن. هذا، وتصنع معظم زجاجات المشروبات البلاستيكية من البوليثين.

الألياف الانسيابية

لا تُعد جميع بوليمرات المركبات الهيدروكربونية من اللدائن. إذ من الممكن ربط البوليمرات معًا لإنتاج ألياف قوية وخفيفة. وتُستخدم ألياف البوليمرات الصناعية ليس فقط في صناعة الملابس اليومية، ولكن أيضًا في إنتاج عناصر خاصة من الملابس الرياضية. فقد تم تصميم بذلة السباحة ماركة Fastskin® هذه كي تسمح للسباح بالانزلاق خلال الماء بأقل مقاومة ممكنة، وذلك استنادًا إلى دراسات أجريت على جلد سمك القرش.

فقاعة كرة القدم

ليسَ حتمًا أن تكون البوليمرات اللدائنية عبارة عن مركبات هيدروكربونية مصنوعة من النفط أو الغاز الطبيعي. ففي بوليمرات الفلوروكربون مثل نوعية تيفلون (المستخدمة في تغطية مقالي الطهي غير القابلة للالتصاق) والإثيلين تيترا فلورو إيثلين الإيثلين، نجد أنه ليس الهيدروجين هو الذي يرتبط بالكربون ولكنه الفلورين. ومن الممكن تحويل الإثيلين تيترافلورإثيلين إلى صحف صلبة شبه شفافة مثل هذه التي تغطي ستاد أليانز أرينا ذي التصميم المستقبلي في مدينة ميونخ. ويتوهج هذا الاستاد باللون الأحمر عندما يسجل فريق بايرن ميونخ هدفًا في عقر داره.

سترة Kevlar® الواقية من الرصاص

ألياف صلبة

خيوط قوية

عام 1961، اكتشف استيفاني كوليك (1923–2014) الكيميائي بشركة دوبونت DuPont™ كيفية غزل الألياف الصلبة من المواد الكيميائية السائلة بما في ذلك الهيدروكربونات. وتمتاز الألياف الناتجة عن هذه العملية بقوتها المذهلة. هذا، وفي الإمكان نسج مثل هذه الألياف معًا لصناعة مادة خفيفة بالقدر الذي يسمح بارتدائها في شكل جاكيت، لكنها ستكون بالقوة الكافية لصد الرصاص أيضًا.

لدائن البوليكربونات

نظرًا لصعوبة كسرها ولقدرتها على مقاومة درجات الحرارة المرتفعة، فقد أصبحت لدائن البوليكربونات شائعة الاستخدام بصورة متزايدة في الأغراض الصناعية. فأشياء مثل الهواتف الذكية وأجهزة التابلت وأغطية المصابيح الكهربائية وعدسات النظارات الشمسية تُصنع جميعها من لدائن البوليكربونات.

التدعيم بقوة الكربون

من خلال إدراج ألياف الكربون في اللدائن، فإن لدائن مثل البوليستر يمكن أن تتحول إلى مادة قوية وخفيفة بدرجة مذهلة تُسمى باللدائن المدعمة بألياف الكربون. ولأنها تجمع ما بين البلاستيك والكربون، فإنها تُوصف بالمادة المركبة. وهي مثالية الاستخدام في الأغراض التي تحتاج إلى الجمع بين القوة العالية والخفة كما في هيكل مضرب التنس هذا.

اللدائن الشائعة

في الإمكان ربط الهيدروكربونات معًا بوسائل مختلفة من أجل تشكيل مئات الأنواع المختلفة من البوليمرات اللدائنية، التي تتمتع كل منها بالسمات الخاصة. فعلى سبيل المثال، عند ضم وتجميع خيوط البوليمرات معًا بقوة، تكون المادة اللدائنية الناتجة صلبة مثل لدائن البوليكربونات. أما إذا كان في إمكان الخيوط الانزلاق فوق بعضها البعض بسهولة، فستكون المادة اللدائنية الناتجة قابلة للثني مثل البوليثين. ومن ثم، يمكن لصناع الأدوات البلاستيكية اختيار اللدائن التي تمنحهم الخصائص الصحيحة للاستخدام المراد.

الثروات النفطية

ساهم النفط في ثراء أشخاص عديدين، وأدرَّ أرباحًا طائلةً على الشركات وحوَّل الدول الفقيرة إلى غنية. ومنذ الأيام الأولى لرواج النفط في القرن التاسع عشر، جنى بارونات النفط ثروات هائلة بين عشية وضحاها تقريبًا. ومن أمثلة هؤلاء هادجي تاجييف (1823-1924). أما في الولايات المتحدة، فقد كان جوناثان واتسون (1819-1894) أول شخص يجني الملايين من النفط وكان ذلك في مدينة تيتوسفيل، حيث حفر دريك أول بئر نقية في الولايات المتحدة (صفحة 12). ثم جاءت بعد ذلك العائلات النفطية الكبرى مثل عائلة جون دي روكافيلر (1839-1937) وعائلة إدوارد هاركنيس (1874-1940)، ثم تلاهما مليونيرات النفط في تكساس أمثال هارولدسون هانت (1889-1974) وجين بول جيتي (1892-1976) – حيث اعتبر كل منهما في وقت من الأوقات أغنى رجل في العالم.

أول شركة نفط عملاقة

بدأت شركة ستاندرد أويل نشاطها كشركة صغيرة لتكرير النفط في مدينة كليفلاند بولاية أوهايو الأمريكية، لكنها نمت سريعًا لتصبح أول شركة نفط عملاقة وحققت الثروات التي نعمت بها عائلتا روكفلر وهاركنيس. وأصبحت الشركة في عشرينيات وثلاثينيات القرن الماضي ذائعة الصيت في مختلف أرجاء العالم النامي باسم إسو، وأصبحت محطات بنزين إسو كهذه الموجودة في نيوجيرسي مشهدًا مألوفًا. والآن، تُعرف الشركة باسم ExxonMobil، وهي أكبر شركات النفط العملاقة.

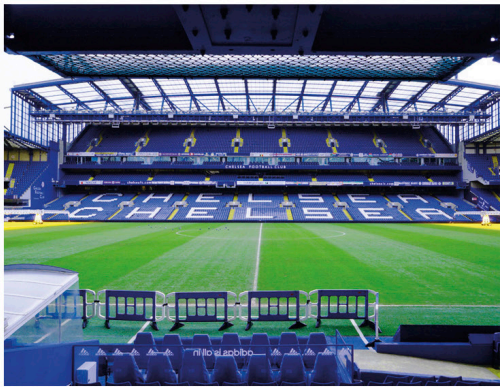
أبراج النفط

ساهمت الثروات النفطية في إحداث نقلة جذرية في بلدان مثل المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة وغيرها من الدول على امتداد الخليج العربي. فمنذ قرابة نصف القرن، كانت هذه البلدان فقيرةً إلى حد كبير، حيث عاش فيها بدو الصحراء حياةً بسيطةً كما كان حالهم لآلاف السنين. لكن اقتصاديات هذه الدول صارت مزدهرةً الآن وشبت المدن العصرية متلألئة الأضواء مثل دبي في الإمارات العربية المتحدة التي تشتهر بكرم الضيافة والتراث الثقافي.

يُعد برج الإمارات واحدًا من أطول المباني في العالم

شركات البترول الوطنية

شركة البترول الوطنية (NOC) هي شركة مملوكة للحكومة تدير موارد البلاد من النفط والغاز. وتعمل كبرى شركات النفط الوطنية في كل من المملكة العربية السعودية وإيران والكويت والإمارات العربية المتحدة وفنزويلا، ولكنها تعمل أيضا في صغار البلاد المنتجة مثل النرويج وماليزيا والهند والمكسيك. وفي الوقت الحالي، تتحكم شركات النفط الوطنية في ثلاثة أرباع احتياطيات النفط في العالم. تعتبر شركات النفط الوطنية بمثابة قوة مالية للدول المنتجة وأداة سياسية لها: على سبيل المثال، عن طريق الحد من دور شركات النفط الدولية – كما حدث في فنزويلا.



نادي تشيلسي لكرة القدم

الأثرياء الروس

بعد تفكك الاتحاد السوفيتي خلال التسعينيات، تم بيع العديد من شركات النفط والغاز المملوكة للدولة. استخدم رومان أبراموفيتش (المبين في الصورة)، أحد المستثمرين الروس الأذكياء، ثروته في شراء نادي تشيلسي اللندني لكرة القدم.

رومان أبراموفيتش

أكبر 10 شركات للنفط والغاز في العالم*

1. شركة النفط الوطنية الفنزويلية (فنزويلا)
2. شركة أرامكو السعودية (المملكة العربية السعودية)
3. الشركة الوطنية الإيرانية للنفط (إيران)
4. شركة النفط الوطنية العراقية (العراق)
5. شركة البترول الكويتية (الكويت)
6. شركة بترول أبوظبي الوطنية (الإمارات العربية المتحدة)
7. المؤسسة الوطنية للنفط (ليبيا)
8. مؤسسة النفط الوطنية النيجيرية (نيجيريا)
9. قطر للبترول (قطر)
10. OAO روسنفت (روسيا)

من الأكبر؟

تبادلت شركتا ExxonMobil و Wal-Mart المركزين الأول والثاني على لائحة فوربس جلوبال فورتشن 500 لسنوات عديدة. وتُعد شركة ExxonMobil أكبر شركة نفط مملوكة لمستثمرين وأكثرها ربحا، إلا أنها ليست أكبر شركة نفط في العالم. أكبر 10 شركات نفط وغاز طبقا للاحتياطي (انظر الجدول)، هي شركات النفط المحلية (NOC)، الخاضعة لسيطرة الحكومات. ودائمًا ما تحتل شركة أرامكو السعودية مكانة مرموقة كإحدى كبرى شركات النفط والغاز باحتياطي يبلغ 270 مليار برميل من النفط والغاز الطبيعي، مقارنة باحتياطي 23 مليار برميل فقط لشركة ExxonMobil.

النفط يربط العالم

قامت شركات الطيران العالمية بتسيير قرابة 38.1 مليون رحلة مجدولة عام 2018. وتقوم شركات صناعة الطائرات بعمل أبحاث على أنواع وقود حيوي يمكن استخدامها في الطائرات، ولكنها مهمة صعبة، نظرا لعدم احتواء الوقود الحيوي على نفس كمية الطاقة الموجودة بالوقود الحفري. كما أن وقود الطائرات يجب ان يظل في حالة سائلة في درجات الحرارة المنخفضة التي تحيط بالطائرات أثناء الطيران وهو ما ما تفتقر إليه أنواع الوقود الحيوي التي تميل إلى التجمد بصورة أسرع من مثيلاتها المشتقة من النفط. ويهدف ذلك إلى خفض مستويات التلوث وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المحركات النفاثة المستخدمة في غالبية الطائرات الكبيرة.

*** توزيع أكبر شركات النفط في العالم تبعا لاحتياطيات النفط عام 2014**

الاهتمام بالبيئة

ألحقت المخاوف البيئية بصورة النفط كوقود أساسي يعتمد عليه العالم الكثير من الضرر. وقد أدخلت صناعة النفط على عملياتها الكثير من التطويرات التي خفضت من حدة التأثير البيئي لديها، كما أنها تقوم بضخ استثمارات هائلة في مجال الطاقة البديلة. فعلى سبيل المثال، تمتلك شركة بريتيش بتروليوم في الوقت الحالي حصةً كبيرةً في سوق الطاقة الشمسية، فقد كانت جزءًا من مخطط العالم الأضخم على الإطلاق للاعتماد على الطاقة الشمسية، والذي وفر الطاقة الشمسية للقرى المعزولة في الفلبين.

الخلايا الشمسية المنتجة من قبل شركة بريتيش بتروليوم في الفلبين

يتم حرق الغاز المتخلف عن عملية إنتاج النفط

فقر الطاقة

يطلق على الأشخاص الذين ليس لديهم إمكانية الوصول إلى مصادر طاقة اعتمادية وبأسعار معقولة، أنهم يعانون من «فقر الطاقة». ويؤثر فقر الطاقة على مليار نسمة على مستوى العالم. قد يعني ذلك قلة توفر الطاقة أو ضرورة استخدام أنواع الوقود الرديئة الملوثة للبيئة أو ضرورة قضاء وقت كبير لجمع الوقود اللازم للطهي وتلبية الاحتياجات الأساسية. ويؤثر نقص الكهرباء بشكل سلبي على الصحة والتعليم والاقتصاد في مناطق من البلدان النامية. في بعض أفقر البلدان الإفريقية، تصل نسبة المدارس الابتدائية التي ليس بها كهرباء إلى 80 بالمائة. وتتوقع الوكالة الدولية للطاقة بأن يحتاج أكثر من 600 مليون شخص في إفريقيا إلى حلول الطاقة المتجددة المنفصلة عن شبكات الكهرباء بحلول عام 2030 لتلبية هدف الأمم المتحدة للوصول الشامل للطاقة.

الآثار السلبية للنفط

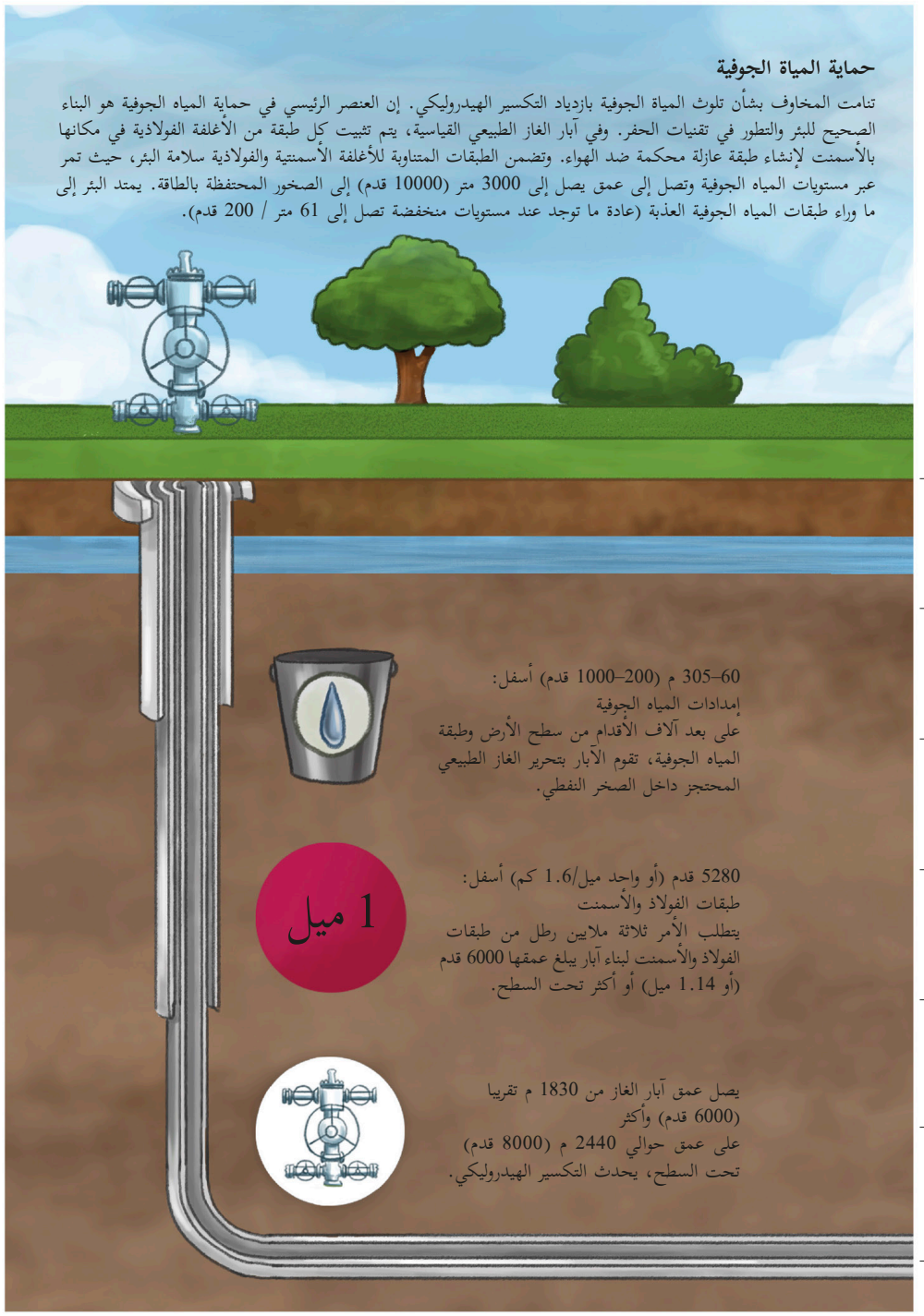
التنقيب عن النفط الخام وإنتاجه ونقله قد يسبب أضرارا للبيئة. وقد تتسبب أعمال التنقيب والحفر في الإخلال بالأنظمة البيئية البرية والبحرية. فاستخدام التقنيات الزلزالية تحت قاع المحيط قد يؤثر بالسلب على الحياة البحرية، وغالبًا ما يتطلب الحفر على الأرض إزالة النباتات. وتعمل التقنيات الجديدة والتشريعات الجديدة على تحسين تأثير هذه الصناعة على البيئة من خلال المساعدة على تحديد احتياطيات النفط بأعمال حفر أقل.

تشريعات السلامة

بعد كارثة *إيكسون فالديز*، أقر الكونجرس الأمريكي قانون التلوث النفطي (1990)، الذي فرض على جميع ناقلات النفط الجديدة المصممة للاستخدام بين الموانئ الأمريكية أن يكون لها هيكل مزدوج كامل. وفي عام 1992، وضعت المنظمة البحرية الدولية أيضًا معايير تتطلب ازدواج الهيكل في ناقلات النفط الجديدة. وبفضل ذلك، انخفضت معدلات حوادث تسرب النفط من السفن. وقد شجعت حادثة انفجار معدات ديب ووتر هورايزن وانسكاب النفط الحكومات والصناعة بشكل عام على مراجعة تقنيات وإجراءات الحفر وتعليمات السلامة.

تسربات النفط

تنجم معظم تسربات النفط عن حوادث بآبار البترول أو أثناء النقل إلى مصافي التكرير. وتؤدي تسربات النفط إلى تلوث التربة والمياه، وتضر بالحياة البرية، وقد تسبب انفجارات وحرائق. تسرب النفط من الناقلة *إيكسون فالديز* هو أحد أشهر الكوارث البيئية على الإطلاق. بعد اصطدام الناقلة بالشعاب المرجانية، انتشرت بقعة من النفط مقدارها 42 مليون لتر (11 مليون جالون) تقريبا على امتداد 1900 كيلومترا (1180 ميلاً) بساحل ألاسكا. أما اكبر حوادث التسرب البحري في التاريخ فكانت حادثة ديب ووتر هورايزن. وقعت هذه الحادثة نتيجة انفجار أثناء الحفر في خليج المكسيك، وأودى الانفجار بحياة 11 من أفراد الطاقم بالإضافة إلى كرة من النيران. غرقت المعدات، تاركة حقل النفط يفيض بقاع البحر.



على مدى البصر

يوجد بمنطقة ولفكامب شيل في حوض برميان بجنوب تكساس أطول بئر أفقي في المنطقة وواحد من أطول الآبار في الولايات المتحدة على امتداد ثلاث مقاطعات، ويبلغ طوله حوالي 5.4 كم (3.4 ميل). وفقا للمسح الجيولوجي الأمريكي، يوجد 46.3 مليار برميل من النفط و 20 مليار برميل من سوائل الغاز الطبيعي تحت هذه المنطقة.

التنظيف

حجم التسرب ليس كل شيء، قد يتسبب تسرب صغير خلال الموسم الخطأ وفي بيئة حساسة في ضرر أكبر من تسرب أكبر في وقت أو مكان آخر. ويتوقف التنظيف والتعافي من تسرب النفط على نوع النفط المتسرب ودرجة حرارة الماء وأنواع السواحل المتضررة. إن التنظيف الفعلي للتسربات النفطية باهظ التكلفة. في المستقبل، قد تساهم الكائنات الحية الدقيقة في تنظيف بقع النفط بسبب قدرتها على استيطان البقع النفطية بسطح البحر وتحليلها.

الهزات الأرضية

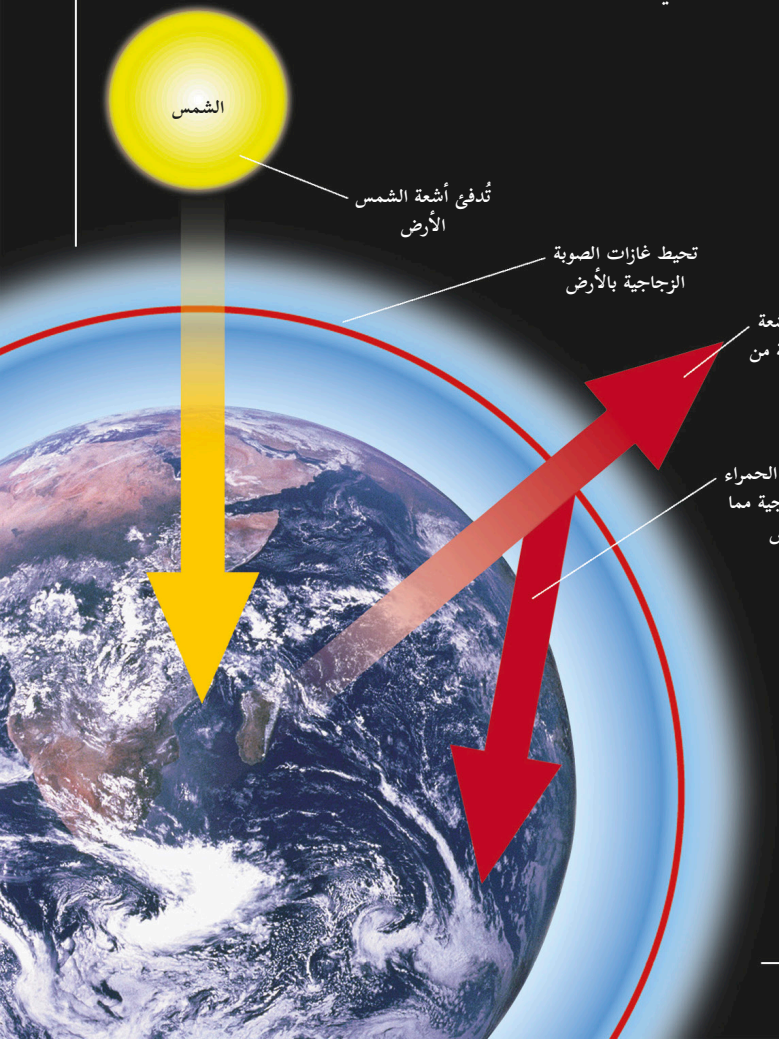
قد تحدث الزلازل عند عودة المحاليل الملحية والسوائل الأخرى إلى التكوينات الجوفية عبر آبار تصريفها. في المتوسط، يتم إنتاج حوالي 10 براميل من المياه المالحة مقابل كل برميل من النفط الخام. وتسببت بعض آبار الحقن في حدوث هزات تم الشعور بها على السطح. يحدث ذلك عادة بسبب ضخ الكثير من الماء بسرعة كبيرة. كما ترجع أسباب الزلازل المستحثة إلى أنشطة أخرى، بما في ذلك مشاريع الطاقة الحرارية الأرضية والتعدين وبناء السدود.

النفط والبيئة

في حين أن العالم من المحتمل أن يعتمد على النفط لسنوات عديدة قادمة، هناك قبول متزايد لحقيقة الاحتباس الحراري العالمي وأن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناتجة عن النشاط البشري تلعب دورًا في ذلك. وقد أدت الحاجة إلى الحد من انبعاثات الكربون إلى تغييرات في إنتاج الطاقة وفي طريقة استخدام الناس للطاقة. وقد تحسنت ممارسات صناعة البترول، في ظل وجود ضوابط أكثر صرامة وابتكارات تكنولوجية تتيح خفض الأثر البيئي. استثمرت صناعة النفط والغاز الطبيعي في الولايات المتحدة أكثر من 350 مليار دولار في السنوات الثلاثين الماضية لتحسين الأداء البيئي. وأصبحت العمليات أكثر نظافة وأكثر وقائية وأكثر أمانًا مما كانت عليه قبل عقد مضى. كما تعمل عناصر التشغيل الآلي وأجهزة الاستشعار المتطورة والطائرات بدون طيار والتقنيات المتطورة على إتاحة التطور المستمر في حماية البيئة وسلامتها.

ري النباتات

تتم زراعة أشجار الفستق وغيرها من المحاصيل الغذائية الأخرى في ولاية كاليفورنيا الأمريكية اعتمادًا على المياه التي تُجلب إلى سطح الأرض مع عملية إنتاج النفط والغاز. ويجري في الوقت الحالي إجراء اختبارات على المياه التي يتم استخراجها مع عملية إنتاج الميثان المصاحب للفحم الحجري في ولاية يومينج لاستخدامها في ري الشعير وغيرها من المحاصيل الأخرى. وتجدر الإشارة إلى أن الأساليب التقنية الحديثة المستخدمة في تنظيف الملوثات الموجودة في المياه المنتجة خلال عمليات استخراج النفط والغاز تحسن بصورة هائلة من جودة المياه المستخدمة في أغراض التصريف السطحي أو الحقن أو الاستخدام المفيد.



تأثير الاحتباس الحراري

تسهم أشعة الشمس في تدفئة الأرض التي تقوم بدورها بإعادة إطلاق الأشعة تحت الحمراء في الغلاف الجوي. وثمة جزء كبير من هذه الأشعة يتسرب في الفضاء، لكن بعضها يُحبس بواسطة غازات معينة في الغلاف الجوي، مثل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والميثان، التي تعمل مثل الزجاج في الصوبة الزجاجية. ويؤدي «تأثير الاحتباس الحراري» هذا إلى تدفئة الأرض بالقدر الكافي للحفاظ على الحياة على سطحها. لكن زيادة معدلات غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي قد تحبس قدرًا كبيرًا أكثر من اللازم من الأشعة تحت الحمراء، مما يؤدي إلى ارتفاع حرارة العالم. هذا، وتنطلق انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من محطات الطاقة التي تعتمد في عملها على حرق الوقود الحيوي بأنواعه – ومنها الفحم الحجري في الأساس – ومن عادم المركبات والبنايات. تساهم الأشجار في تنقية الغلاف الجوي من ثاني أكسيد الكربون. ولذا فإن إزالة الغابات يساعد على تراكم ثاني أكسيد الكربون في الجو. بالإضافة لما سبق، ينطلق غاز الميثان – وهو ثاني أهم غازات الصوبة الزجاجية – في الأساس من الأنشطة الزراعية مثل حقول الأرز وتطبّل (انتفاخ) الأبقار وكذلك من عمليات إنتاج الوقود الحفري.

الأمان من خطر الأعاصير

تمثل الأعاصير تهديدًا كبيرًا لإنتاج النفط والغاز في المناطق البرية والبحرية على حد سواء. في عام 2005، ضرب إعصار كاترينا خليج المكسيك وألحق أضرارًا بما لا يقل عن 30 منصة بحرية. في عام 2017، أدت الأمطار الغزيرة والرياح والفيضانات التي صاحبت إعصار هارفي إلى إغلاق أكثر من خمس منصات نفط وربع منصات الغاز الطبيعي. إجمالا، تم إغلاق ما يزيد على 3.6 مليون برميل في اليوم من طاقة تكرير النفط في الولايات المتحدة. وفي السنوات الأخيرة، ارتفع المعيار المحدد لارتفاع منصات النفط البحرية من 70 قدمًا (21 مترًا) إلى أكثر من 91 قدمًا (28 مترًا) بإرشادات المعهد الأمريكي للبترول (API).

المساحات الأقل حجمًا

تقلصت المساحات التي تشغلها منشآت الإنتاج النفطي بشكل دراماتيكي خلال السنوات الثلاثين الماضية. فقد جرى تقليل حجم قوائم الحفر بنسبة تصل إلى 80 ٪. ويمكن أن نقول إنه لو تم افتتاح حقل نفط برودهو باي الموجود في ألاسكا باستخدام التقنيات التكنولوجية في يومنا هذا، لكانت مساحته تعادل ثلث مساحته الحالية. هذا، وتعزز الأساليب الحديثة لقياس النشاط الزلزالي والاستشعار عن بُعد – بما فيها الأقمار الاصطناعية والمسح الجوي – في الوقت الراهن احتمالات العثور على النفط أو الغاز في البئر المستهدفة، وهو الأمر الذي من شأنه التقليل من عدد الحفر الجافة التي تعكر صفو البيئة. كما أن تقنيات الحفر التوجيهية المتقدمة تسمح لنا بالوصول لأهداف في باطن الأرض في حجم الحجرة الصغيرة وعلى بعد أكثر من 5 أميال عن منصة الحفر، وهو ما يسمح بحفر العديد من الآبار من موقع واحد.

من حفارات إلى شعاب مرجانية

مع نضوب النفط الموجود في إحدى الآبار، فمن اللازم سد هذه البئر أسفل سطح الأرض، بصورة تجعل من الصعب تحديد الموقع الذي كان فيه. وقد تُزال منصات النفط البحرية لإعادة تدوير العناصر المؤلفة منها أو لتدميرها بصورة ملائمة أو قد تُنقل إلى مواقع أخرى لاستخدامها كحيود بحري صناعي. وخلال فترة تتراوح ما بين ستة أشهر إلى سنة تلي إسقاط الحفار البحري، فإنه يصبح مغطى بقشريات البرنقيل والمرجان والإسفنجيات وحيوانات البطلينوس (حيوان من الرخويات أو السمك الصدفي) وغيرها من الكائنات البحرية الأخرى. وتشكل الحيود البحرية الصناعية امتدادًا لبيئات الأسماك النافعة في مناطق تفتقر إلى الحيود البحرية كما في خليج المكسيك وتايلاند – حيث تم تحويل ما يزيد على 532 منصة لإنتاج النفط في خليج المكسيك إلى حيود بحرية صناعية من أجل تعزيز المواطن الطبيعية للأسماك ولخلق مناطق للصيد الاستجمامي.

الطرق غير المرئية

تقوم الشركات في القطب الشمالي بتشييد الطرق الجليدية وممرات حفر الجليد اللازمة لإدارة عمليات التشغيل الخاصة بها. لكن هذه الإنشاءات تذوب في فصل الربيع دون ترك أثر يدل على أنها كانت موجودةً على الإطلاق.

معالجة التغير المناخي

تُعد الصين والولايات المتحدة والهند أكثر الدول المتسببة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، إلا أن أعلى نمو متوقع لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من نصيب الدول النامية. لتجنب ازدياد الاحتباس الحراري، يجب خفض انبعاثات الكربون. يتطلب ذلك إجراءً عالميًا واسع النطاق على مدار العقود القادمة، بما في ذلك زيادة كفاءة استهلاك الطاقة وخفض الطلب عليها والتحول إلى مصادر طاقة أنظف ومصادر الطاقة المتجددة، وتطوير تقنيات احتجاز وتخزين الكربون.

نزع الكربون

حددت الأمم المتحدة، ضمن أهدافها للتنمية المستدامة، احتجاز الكربون وتخزينه باعتباره سبيلاً رائدًا للمضي قدمًا في إدارة انبعاثات الكربون الزائدة. تستهدف هذه العملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من الانبعاثات الصناعية وتخزينه في باطن الأرض. ويمكن لصناعة النفط والغاز الاستفادة من كميات ثاني أكسيد الكربون هذه لتحسين الإنتاج بحقول النفط الحالية. كما يمكن أيضًا تخزينه بصفة دائمة في باطن الأرض في خزانات النفط والغاز المستنفدة. وتعتبر شركات النفط والغاز رائدة في مجال تطوير ونشر هذه التكنولوجيا.

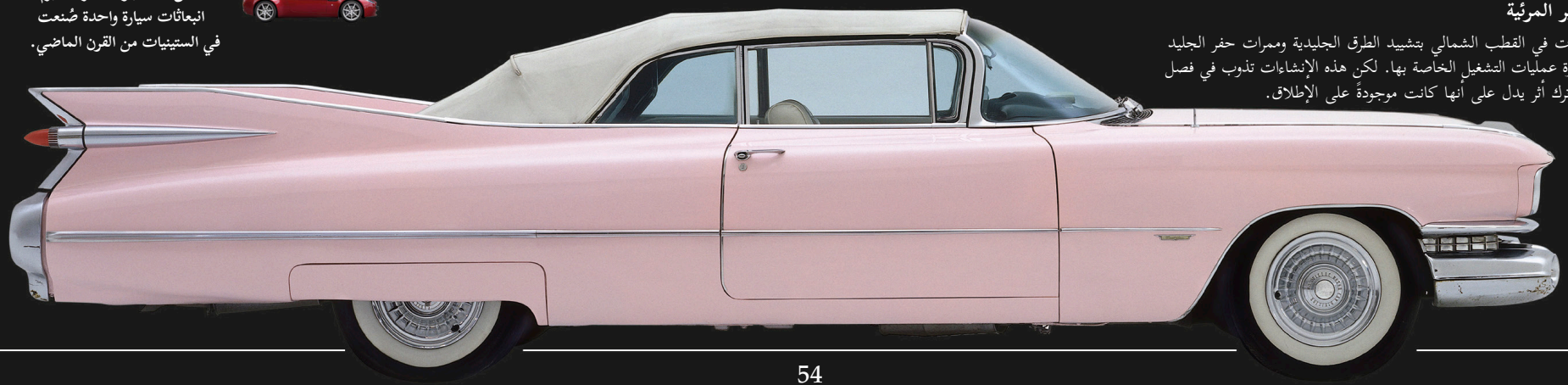
الحد من الانبعاثات

ساهم البنزين الأنظف احتراقًا والمحركات الأكثر فاعليةً في تقليل نسبة انبعاثات المركبات بنسبة 41 ٪ وذلك منذ سبعينيات القرن الماضي. وذلك بالرغم من الزيادة الضخمة في عدد السائقين وعدد الأميال المقطوعة.

تعادل الانبعاثات الناتجة عن 33 سيارة مصنوعة اليوم انبعاثات سيارة واحدة صُنعت في الستينيات من القرن الماضي.

وقود الديزل منخفض الكبريت

إن وقود الديزل منخفض الكبريت هو وقود أنظف احتراقًا يمكننا من استخدام محركات الديزل والمركبات ذات التقنيات الأنظف من الناحية البيئية، وهو ما يؤدي بدوره إلى تحسين جودة الهواء بصورة كبيرة. ويمكن القول إن معدل الانخفاض السنوي من الانبعاثات سيعادل إزالة التلوث من أكثر من 90 ٪ من الحافلات والشاحنات في وقتنا الراهن، وذلك عندما يتم استبدال الأسطول الحالي من مركبات الخدمة الشاقة بالكامل في عام 2030.



الطلب والاستهلاك

يستهلك العالم في الوقت الراهن قرابة 100 مليون برميل من النفط في اليوم الواحد – أي 4.2 تريليون جالون (16 تريليون لتر) في اليوم. كما أن كمية الطاقة التي يحتاجها العالم في تزايد مستمر وسريع وذلك مع تنامي الاقتصادات العالمية وأعداد السكان، خاصةً في الدول النامية. ويُعتقد أن ما يزيد على 80 ٪ من عدد سكان العالم بحلول عام 2030 سيكونون في الدول النامية. وفي الوقت نفسه، نجد أن إنتاج النفط والغاز الطبيعي في الولايات المتحدة وأوروبا في انخفاض. وتتركز موارد العالم من النفط والغاز الطبيعي بصورة متزايدة في الدول النامية. ومن جانبها تكشف الوكالة الدولية للطاقة عن أن الزيادة في الطلب على الطاقة سيتطلب ضخ 20 تريليون دولار في شكل استثمارات على مدار السنوات العشرين القادمة – وهو ما يعني 2600 دولار تقريبًا لكل شخص على قيد الحياة اليوم. وينبغي توجيه أكثر من نصف هذا المبلغ لصالح توليد الكهرباء وتوزيعها. من ناحية أخرى يتمثل التحدي الحقيقي في توفير موارد الطاقة الوفيرة والنظيفة ورخيصة الثمن، وهي موارد، العالم في أمس الحاجة إليها من أجل إدارة شئونه.

الدول الأغزر إنتاجًا للنفط

توجد ثلاث دول فقط – الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة العربية السعودية وروسيا – تضخ حوالي نصف الإنتاج العالمي من النفط تقريبًا. حيث تنتج الدول الثلاث مجتمعة حوالي 39 مليون برميل من النفط في اليوم.

الاحتياطيات العالمية لكل دولة

يوجد أحد أكبر احتياطيات النفط في العالم في المملكة العربية السعودية، حيث يُعد حقل غوار أكبر حقل نفطي في العالم. وينتج هذا الحقل الشاسع الذي يمتد لأكثر من 280 كيلو مترًا في 30 كيلو مترًا (174 ميلاً في 19 ميلاً) مما يزيد على 6 ٪ من الإنتاج العالمي من النفط. كما أن قدرًا كبيرًا من الكمية المتبقية من النفط العالمي توجد أيضًا تحت سطح الأرض في منطقة الشرق الأوسط. من ناحية أخرى، تتمتع كندا باحتياطيات نفطية مماثلة تقريبًا لاحتياطيات المملكة العربية السعودية، لكن الجزء الأعظم منها يأخذ شكل رمال نفطية، يصعب استخلاص النفط منها.

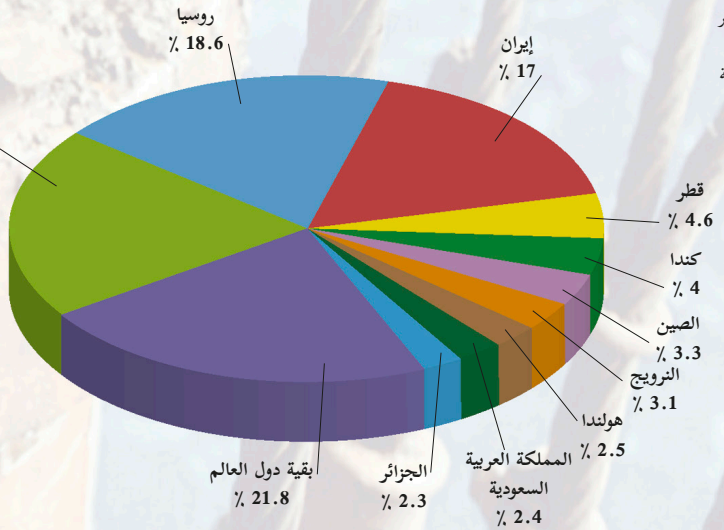
احتياطيات نفطية حديثة

مع نمو الطلب على الطاقة على مستوى العالم، أصبح التحدي الذي يواجه العالم الآن هو كيفية توفير مصدر الطاقة المناسب ورخيص الثمن الذي يمكن التعويل عليه، والذي نحتاجه من أجل ضمان نمو الاقتصاد العالمي مع حماية البيئة الطبيعية في الوقت ذاته. تقدّر شركة BP في تقريرها الإحصائي للطاقة العالمية (2018) أن موارد النفط النهائية القابلة للاستخراج تبلغ حوالي 1696.6 مليار برميل ، وهو ما يكفي لتلبية أكثر من 50 عامًا طبقا للانتاج العالمي بمعدلاته الحالية. وإلى جانب ذلك، تقدر الاحتياطيات المؤكدة من الغاز الطبيعي بحوالي 6831.7 تريليون قدم مكعب، أي ما يكفي لتلبية أكثر من 52 عامًا من الإنتاج العالمي بمعدلاته الحالية.

الولايات المتحدة
19.69 مليون برميل في اليوم

عمالقة الغاز

تُعتبر روسيا لاعبًا أساسيًا على خارطة الطاقة العالمية. وتعد شركة جازبروم، المملوكة جزئيًا للحكومة الروسية، واحدة من أكبر الشركات المنتجة للغاز في العالم، ويصل إنتاجها إلى حوالي 20 بالمئة من إمدادات العالم. ويعتمد الاتحاد الأوروبي على شركة جازبروم لتلبية ربع احتياجاته من الغاز تقريبا. خلال العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، تجاوزت الولايات المتحدة روسيا باعتبارها أكبر منتج للغاز الطبيعي في العالم، وفي عام 2013 أصبحت الولايات المتحدة أكبر منتج للهيدروكربونات البترولية في العالم، متجاوزةً المملكة العربية السعودية.



الدول الأكبر إنتاجًا للغاز الطبيعي

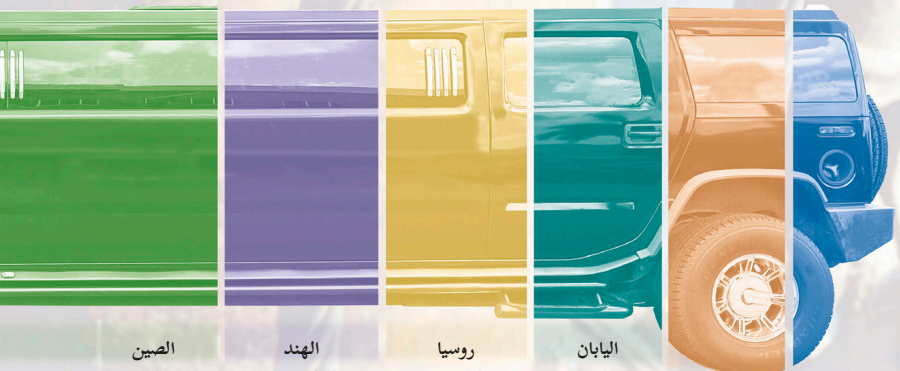
يتمتع الغاز الطبيعي بالنمو الأكبر في الاستهلاك بين جميع مصادر الطاقة الحفرية منذ الحرب العالمية الثانية. ففي عام 1950، مثل الغاز الطبيعي حوالي 10 ٪ من الإنتاج العالمي من الطاقة، بينما تصل هذه النسبة الآن إلى ما يقرب من 23 ٪ من الإنتاج العالمي من الطاقة. وتنتج الولايات المتحدة وروسيا وإيران معًا حوالي 56 ٪ من الإنتاج العالمي من الغاز الطبيعي.

النفط يحرك العالم

يمكن القول بما لا يدع مجالاً للشك إن المنتجات النفطية هي الوقود الأساسي لجميع المركبات والطائرات والسفن والقطارات تقريبًا حول العالم. وبشكل إجمالي، نجد أن المنتجات المشتقة من النفط – مثل البنزين ووقود الطائرات ووقود الديزل وزيت التدفئة – توفر حوالي 30 ٪ من الطاقة المستهلكة في المنازل والمشروعات التجارية والمصانع في مختلف أرجاء العالم. في المقابل، نجد أن الغاز الطبيعي والفحم الحجري يزودان العالم بحوالي 25 ٪ (لكل واحد منهما) من احتياجاته من الطاقة.

الدول الأعلى استهلاكًا

يستهلك العالم 99.79 مليون برميل من النفط يوميًا. وتستهلك الولايات المتحدة الأمريكية في كل يوم ما يقرب من 20 مليون برميل من النفط – أي ربع النفط المستخدم في العالم، ويزيد بمقدار 8 مليون برميل يوميًا عما تستهلكه أقرب منافسيها الصين. ويذهب القدر الأعظم من هذا النفط إلى صهاريج السيارات والشاحنات. وتتزايد معدلات استهلاك الطاقة في الصين، في ظل الزيادة المضطردة في عدد المركبات. وتسير 235 مليون مركبة على الطرق في الصين، أي ما يعني سيارة واحدة لكل ستة أشخاص (في بداية القرن كانت النسبة تقارب 1:40). وتتوقع الوكالة الدولية للطاقة أن 60 ٪ من الاستهلاك العالمي للطاقة سيتركز في الدول النامية في عام 2030.



الحفاظ على النفط

لما يزيد على قرن من الزمان، كان استهلاك النفط في – ولا يزال – في ارتفاع مضطرد، ويقدر أن الطلب سوف يستمر في الارتفاع حتى أربعينيات القرن الحالي. وسيظل النفط والغاز الطبيعي والفحم مصادر الطاقة الرئيسية، لكن النمو السريع للطاقة المتجددة سيخلق مزيجًا من أنواع الوقود لم نشهد له مثيل. وتشير المخاوف بشأن تغير المناخ إلى حاجتنا لخفض استهلاكنا من الطاقة من خلال زيادة كفاءة استخدامها. ويُعد رفع كفاءة استهلاك الطاقة هو أرخص أنواع الطاقة الجديدة وأكثرها وفرة. وبإمكان الجميع مساعدة كوكبنا من خلال اتخاذ قرارات ذكية بشأن الطاقة.

شكل انسيابي يقلل من الطاقة المطلوبة للسفر بسرعة

التحول إلى المواصلات العامة

بدلاً من أن نسافر في السيارات يمكننا أن نركب القطارات وعربات الترام والحافلات، التي تستخدم قدرًا أقل من الطاقة بمعدل يتراوح ما بين ثلاث إلى خمس مرات لكل شخص في الكيلو متر الواحد من السيارات الخاصة. وينتقل ما يزيد بقليل على 5 ٪ من عدد السكان إلى أعمالهم عبر وسائل المواصلات العامة في الولايات المتحدة. وقد أوضحت الأبحاث أنه إذا استخدم 10 ٪ فقط من الأمريكيين وسائل المواصلات العامة بانتظام، فإن مساهمة الولايات المتحدة من الانبعاثات الغازية المتسببة في استفحال ظاهرة الاحتباس الحراري يمكن أن تنخفض بما يزيد عن 25 ٪.

بعض النشاط الحركي

إن أكثر وسائل التنقل صداقةً للبيئة هي المشي أو ركوب الدراجات الهوائية. وقد خصصت الكثير من المدن والبلدات حارات ومسارات للدراجات وذلك للتقليل من مخاطر ركوب الدراجات وجعلها أكثر إمتاعًا. ويقر أكثر من نصف الشعب بالمملكة المتحدة تقريبًا بأنه يستخدم السيارة أو أي وسيلة انتقال مع المسافات القصيرة التي كان من الممكن قطعها بسهولة مشيًا على الأقدام أو بواسطة الدراجة الهوائية.

تُعد الطاقة البشرية المستخدمة في تسيير الدراجة طاقةً متجددةً وغير ملوثة للبيئة

قراصنة الطاقة

قراصنة الطاقة هي أحد أشكال الطاقة، تستخدم في الأجهزة التي تستهلك الطاقة 24 ساعة في اليوم، حتى لو لم تكن تستخدم وكانت مفاتيح التشغيل مقفلة، وتشمل هذه الأجهزة: التلفزيون والكمبيوتر والطابعة والميكروويف.

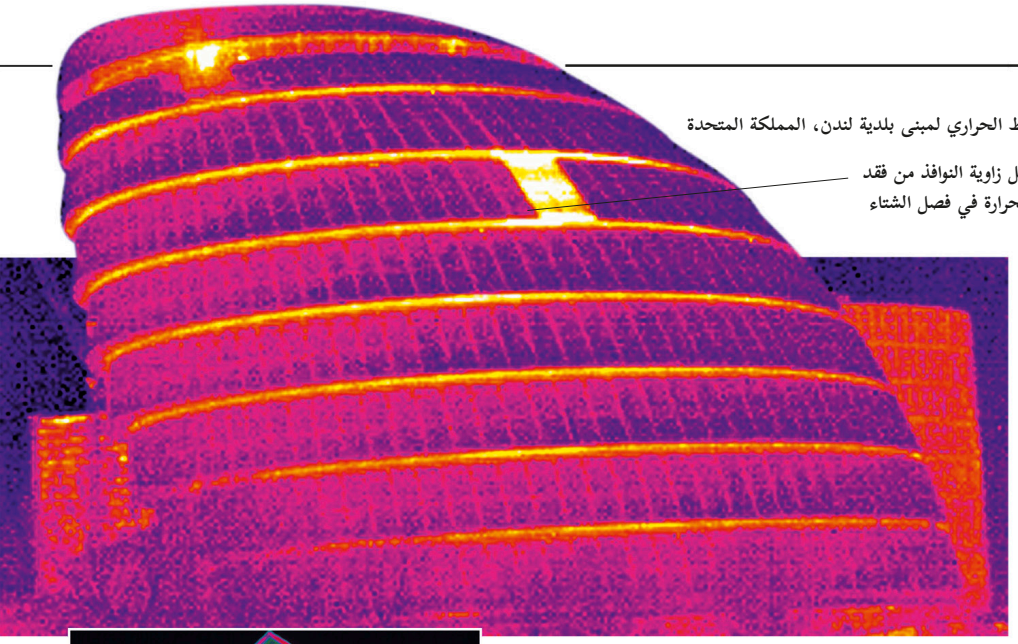
ويمكن أن تقلل هذه الطاقة المهدرة عن طريق سحب القابس من مصدر الكهرباء عندما لا تكون بحاجة إليها، تأكد أنك قد أغلقت جهازك في حالة عدم استخدامك له.

من الممكن زراعة معظم الخضراوات محليًّا

عادةً ما تكون المنتجات الزراعية المحلية طازجةً، دون الحاجة لاستخدام الطاقة في تشغيل الثلاجات

التسوق من أماكن قريبة

تم نقل الأغذية الموجودة على أرفف أي سوق مركزي عادي عبر آلاف الكيلومترات إلى أن وصلت إلى هناك. ولذلك، فبدلاً من قيادة السيارة للوصول إلى المتجر وشراء أغذية نُقلت من أماكن بعيدة، يمكننا توفير النفط من خلال التسوق محليًّا، خاصةً في أسواق المزارعين حيث تُجلب الأغذية مباشرةً من مزارع قريبة.



المخطط الحراري لمبنى بلدية لندن، المملكة المتحدة

تقلل زاوية النوافذ من فقد الحرارة في فصل الشتاء

رغم ارتفاع نسبة إعادة تدوير المخلفات البلدية الصلبة إلى 39 بالمائة، يتم التخلص من 60 مليون زجاجة بلاستيكية كل يوم في الولايات المتحدة

تدوير المخلفات

لطالما استهلكت صناعة الأشياء من المواد المعاد تدويرها قدرًا أقل من الطاقة ممَّا لو صنعت من المواد الخام. فباستخدامنا لفضلات الألومنيوم في صناعة علب المشروبات الجديدة على سبيل المثال فإننا نوفر الطاقة بنسبة 95 ٪ على العكس مما لو قمنا بتصنيع هذه العلب من الألومنيوم الخام. وعلى غير المألوف، نجد أن إعادة تدوير اللدائن يستهلك طاقة أكبر. مع هذا، فهذه الطريقة من شأنها الحفاظ على النفط وتوفيره وذلك لأن اللدائن تُصنع في الغالب من النفط.

الحد من الفقد الحراري

من خلال تسجيل درجات حرارة الأسطح، يمكن لصورة المخطط الحراري أن تكشف لنا عن مقدار الحرارة المفقودة من بناية. ويكشف لنا المخطط الحراري (على اليسار) عن أن هذا المنزل القديم يفقد معظم الحرارة عن طريق النوافذ والسطح (المناطق البيضاء والصفراء). لهذا من الأهمية بمكان تزويد النوافذ بطبقتين من الزجاج وعزل الأسطح وذلك لسد منافذ تسرب الحرارة. وينطوي الكثير من البنايات الحديثة الآن على خصائص موفرة للطاقة. فالبنية والتصميم والشكل الفريد لمبنى بلدية لندن (بأعلى) تضفي عليه تصميمًا خارجيًّا باردًا. ولذا، فهو يستخدم الطاقة بقدر أقل بنسبة 75 ٪ من المباني التقليدية المشابهة له في الحجم.

تسمح النوافذ بتسرب كميات ضخمة من الحرارة

وحدها الجدران السميكة هي التي يمكنها تقليل معدل فقد الحرارة للحد الأدنى

تستخدم مصابيح الإضاءة الموفرة للطاقة طاقة أقل وتدوم لفترة أطول لبقائها باردةً

تُعد النباتات العصارية (مثل السيدوم) خيارًا مثاليًا في الأسطح الخضراء لأنها تتحمل نقص الماء وتحتاج إلى القليل من التربة

الأسطح الخضراء

يمكن في المستقبل الحصول على المزيد والمزيد من هذه الأسطح «الخضراء» كالموضحة في الصورة – والمغطاة بنباتات مثل السيدوم والعشب – ليس فقط في الريف ولكن في المدن أيضًا. فعلى سبيل المثال، تضم ولاية شيكاجو الأمريكية الآن ما يصل إلى 650000 متر مربع (7 ملايين قدم مربع) من الأسطح الخضراء على ما يقرب من 500 سطح. إن الأسطح الخضراء لا تبدو جذابةً فحسب، لكنها توفر أيضًا نظام عزل رائعًا، يضمن التخلص من الحرارة في الصيف والحفاظ عليها خلال الشتاء، وهو ما يعني التقليل من الطاقة المستخدمة في أنظمة التدفئة والتكييف المركزية.

الحد من استهلاك الطاقة

يمكننا توفير الطاقة في المنزل من خلال الحد من استهلاكنا لها. فخفض منظم الحرارة في نظام التدفئة بمقدار درجة واحدة يوفر قدرًا هائلاً من الطاقة. وكذلك الأمر بالنسبة لإطفاء الأنوار غير المستخدمة وأجهزة التليفزيون والكمبيوتر بدلاً من ضبطها على وضع الاستعداد للعمل. كما أن تركيب مصابيح الإضاءة الفلورية الموفرة للطاقة (على اليمين) يمكن أن يوفر قدرًا أكبر من الطاقة؛ نظرًا لأن هذه النوعية من المصابيح تستهلك قدرًا أقل من الكهرباء بنسبة 80 ٪ من المصابيح العادية.

بدائل النفط

الحياة البرية في خطر

إذا كان لا بد من حرث المزيد من الأراضي لزراعة محاصيل الوقود الحيوي، فإن ذلك قد يعرض الحيوانات البرية للخطر. فالزراعة الكثيفة تصعب بالفعل على الطيور التي تضع أعشاشها على الأرض – ومنها طيور القبرة (انظر الصورة بالأعلى) – العثور على المواقع المناسبة لبناء أعشاشها. كما أن استخدام المبيدات الحشرية يعني أنها ستعاني كثيرًا للعثور على الحشرات الكافية لإطعام صغارها.

إن المخاوف والقلاقل الناجمة عن احتياطيات النفط المنخفضة وتأثير حرق النفط على مناخ الأرض شجعت الناس على البحث عن وسائل مختلفة لإنتاج وقود بديل لمركباتهم. يحتوي البنزين على كثافة طاقة عالية للغاية ويسهل التعامل معه في درجة حرارة وضغط الغرفة، لذلك فهو يعد منافسًا لدودًا للبدائل، خاصة باعتباره وقودًا لوسائل النقل. ويمكن القول إن جميع شركات تصنيع السيارات الكبرى تعمل الآن على تطوير ما يُسمى بالسيارات «الخضراء» التي تستخدم بدائل النفط. هذا، ويوجد عدد قليل من هذه السيارات معروض بالفعل للبيع في الأسواق، لكن معظمها لا يزال في طور التجربة. بعض البدائل لها فوائد بيئية قليلة، وجميعها تواجه تحديات في أن تصبح مجدية اقتصاديًا. وقد يستغرق الأمر أكثر من عقدين من الزمن ليتم تطبيق تقنية حديثة التسويق على نطاق واسع في أسطول المركبات التي تسير على الطرق في الوقت الراهن. وخير مثالين على ذلك هما تقنية الدفع الأمامي وتقنية حقن الوقود. إن تحسين كفاءة استهلاك الوقود للسيارات هو أحد الحلول المطروحة لخفض استخدام النفط في وسائل النقل، كما يبرز الوقود الحيوي، الذي يحول المحاصيل والغطاء النباتي الطبيعي إلى مصدر طاقة، كخيار لوقود المستخدم في النقل.

وقود من النفايات!

يتم في كل يوم إلقاء كميات هائلة من النفايات في حفر دفن النفايات. وتقوم البكتريا بتحليل مواد مثل الأطعمة والورق، الأمر الذي ينتج عنه تحرر غاز يتكون من الميثان بنسبة 60 ٪. ويسعى العلماء لإيجاد وسائل يمكن من خلالها تجميع هذا الميثان واستخدامه كوقود.

وقود من النباتات

يُعد الوقود الحيوي المصنوع من النباتات وقودًا متجددًا، وذلك لأنه في إمكاننا زراعة المزيد من النباتات لتحل محل تلك التي نستخدمها. ومن الممكن صناعة الوقود الحيوي من خلال تحويل السكر والنشا الموجودين في محاصيل مثل الذرة وقصب السكر إلى الإيثانول، أو عن طريق تحويل فول الصويا وبذر اللفت وبذر الكتان وغيرها من الزيوت النباتية إلى زيت ديزل حيوي. كما يمكن إنتاج الميثانول من نفايات الخشب والمزارع. إذا تم استخدام كل فدان من الذرة في الولايات المتحدة حصريًا لإنتاج الإيثانول، يمكن أن يحل الإيثانول محل 25 في المائة من البنزين المستخدم. بالإضافة لما سبق، فإن الوقود الحيوي ليس أنظف بيئيًا بدرجة كبيرة من الوقود التقليدي.

مصفاة التكرير المنزلية

يمكن للوحدات المنزلية البسيطة كهذه تحويل الزيت النباتي إلى وقود ديزل يُسمى بزيت الديزل النباتي الذي يحترق بصورة أنظف بيئيًّا بدرجة بسيطة من زيت الديزل التقليدي. ونجد أنه في البلدان الأكثر دفئًا سينساب زيت الديزل الحيوي في المركبات ذات محركات الديزل العادية. أما في الطقس الأبرد، فإنه يحتاج إلى خلطه بزيت الديزل التقليدي.

يتم تخفيف الزيت النباتي داخل المحول من خلال مزجه بمادة تُعرف باسم محلول القلي

زيت ديزل حيوي يُسحب من قاعدة المحول

الحصول على الهيدروجين من الميثانول

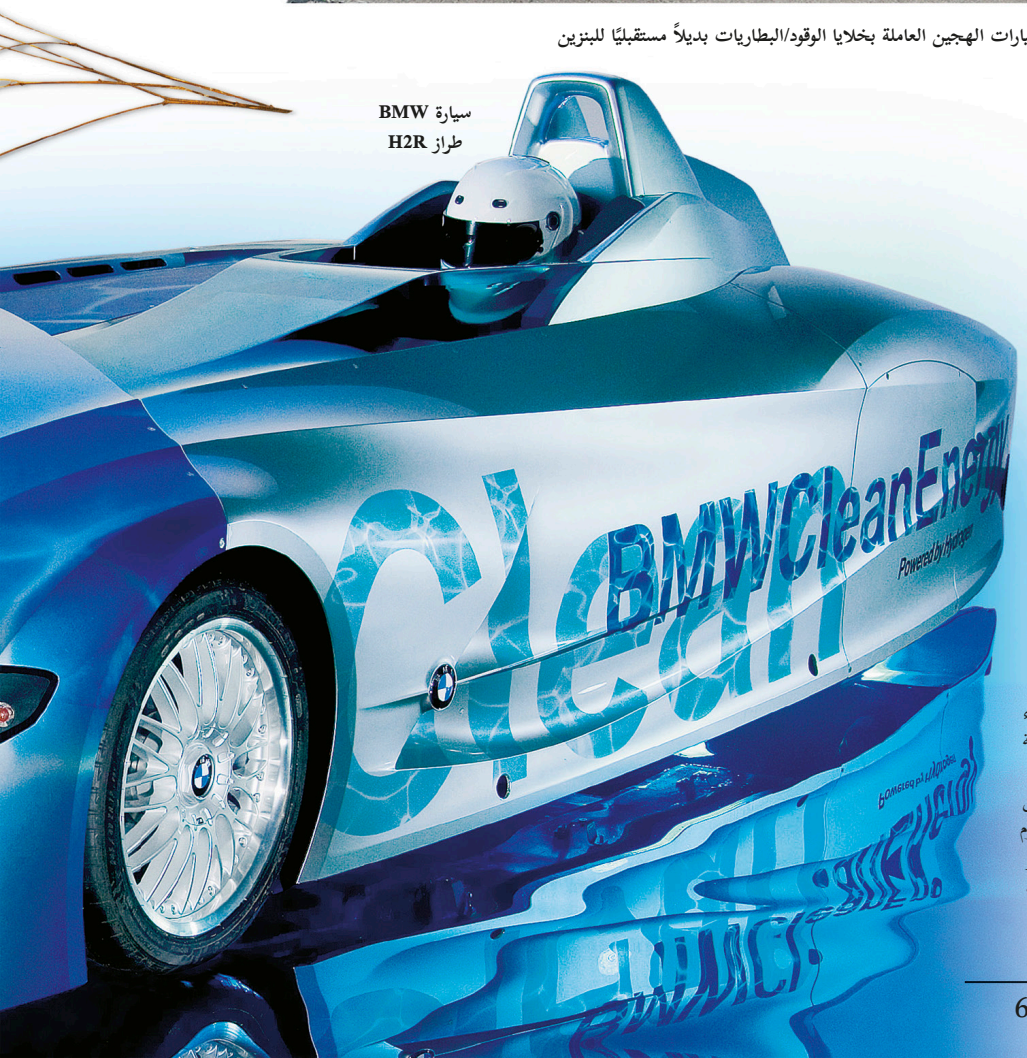
من المشكلات التي تواجه السيارات التي تعمل بخلايا وقود الهيدروجين أن عددًا قليلاً من محطات البنزين حتى الآن هو الذي تم تهيئته لتوفير الهيدروجين لهذه السيارات. ومن ثم، فإلى أن تنتشر محطات ملء الهيدروجين على نطاق واسع، سيتوجَّب على السيارات التي تعمل بالهيدروجين أن تصنع الهيدروجين الخاص بها من خلال استخلاصه من أنواع الوقود الأخرى. وتستخدم السيارة طراز Necar 5 الميثانول كمصدر للهيدروجين. وهو الوقود الذي يمكن الحصول عليه من خلال مضخات موجودة في محطات البنزين التقليدية.

توفر السيارات الهجين العاملة بخلايا الوقود/البطاريات بديلاً مستقبليًا للبنزين

طاقة المطبخ

من الممكن تعديل محرك السيارة بحيث يعمل بالزيت النباتي. وسيتم الحصول على الزيت من خلال عصر النباتات (الزيت النباتي المباشر) أو من مخلفات الزيت النباتي المتبقية من الطهي. لكن شركات الإمدادات والخدمات الغذائية لا تنتج القدر الكافي من مخلفات الزيت النباتي كي يكون لهذا الوقود الحديث الكثير من التأثير على استهلاكنا للبنزين. وكما هو الحال في الوقود الحيوي، فإن الاعتماد على الزيوت النباتية المباشرة سيتطلب وقف مساحات واسعة إضافية من الأراضي لزراعة المحاصيل التي سيستخرج منها الوقود.

سيارة BMW طراز H2R

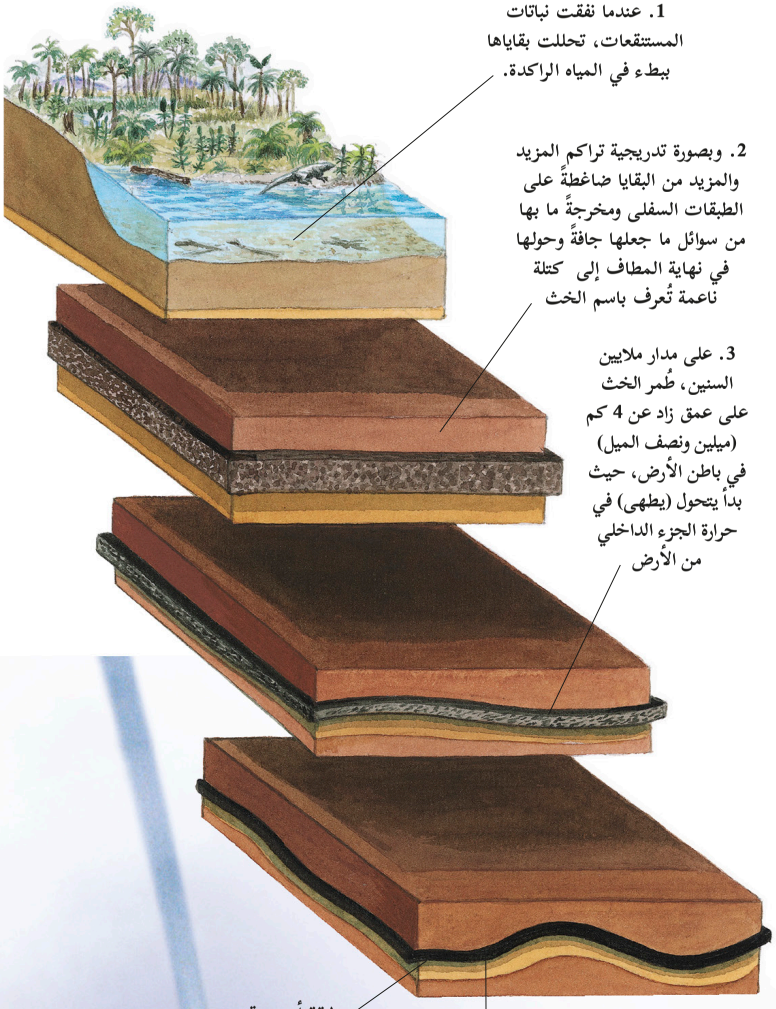


الماء وضوء الشمس

قد تعمل جميع السيارات ذات يوم بطاقة الهيدروجين، سواء باستخدام خلايا الوقود أو – كما في سيارة BMW التجريبية طراز H2R – محرك الاحتراق الداخلي المعدل لكي يحرق الهيدروجين بدلاً من البنزين. ولن ينتج عن سيارة الهيدروجين أية غازات عادم ضارة. ومن الممكن توفير الهيدروجين اللازم لملء خزانات السيارات باستخدام الطاقة الشمسية في شطر الماء إلى الهيدروجين والأكسجين. وهكذا ستسير السيارات بفاعلية وكفاءة معتمدةً على الماء وضوء الشمس – وهما أكثر مصادر الطاقة جميعها تجددًا.

وقود توليد الكهرباء

يستخدم قرابة 40 ٪ من إمدادات الطاقة الرئيسية في العالم في توليد الكهرباء، ولا شك أن الطلب على الكهرباء في تسارع مستمر على مستوى العالم. وتعمل محطات توليد الكهرباء باستخدام مجموعة متنوعة من الوقود. كما يعد الفحم حاليًا أكبر مصدر للطاقة يستخدم لتوليد الكهرباء في جميع أنحاء العالم. وقد ازدادت أهمية الغاز الطبيعي في توليد الكهرباء لأنه أنظف احتراقًا من الفحم، ويولد حاليًا حوالي 20 بالمائة من كهرباء العالم. في المستقبل، سيعتمد توليد الكهرباء بالمرتبة الأولى على الغاز الطبيعي والطاقة المتجددة. ومن المتوقع بحلول عام 2040 أن تكون الطاقة المتجددة أكبر مصدر للطاقة في جميع أنحاء العالم.

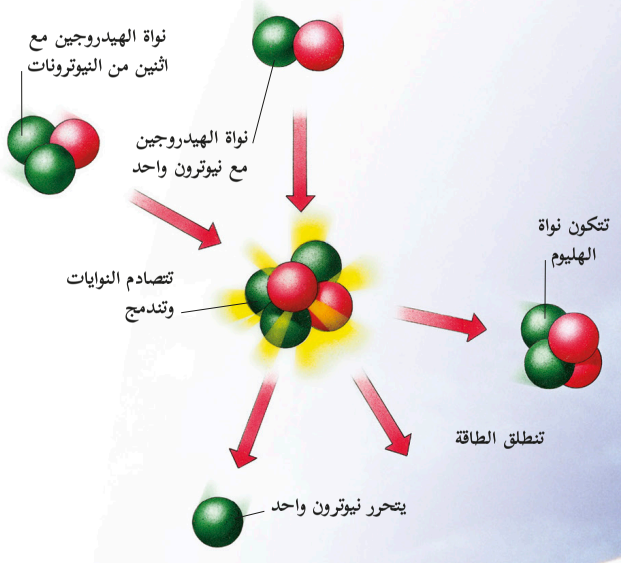


الفحم الحجري

الفحم الحجري هو مورد غير متجدد تكون من طبقات الماء والوحل التي أوقعت النباتات الميتة في شركها في قاع الغابات السبخة منذ ملايين السنين. وقد أدت الحرارة والضغط إلى تحول البقايا النباتية إلى ما نسميه الآن بالفحم الحجري. هذا، ويوجد الفحم الحجري في كل قارات العالم، بما فيها القارة القطبية الجنوبية. وتزيد احتياطيات العالم من الفحم الحجري عن 1 ترليون طن – وهو ما يكفي ليدوم حوالي 180 سنة وفقًا لمعدلات الاستهلاك الحالية. وقد يُحرق الفحم الحجري مباشرةً للحصول على الحرارة أو لاستخدامه في الطهي، لكن الجزء الأعظم منه يُستخدم في محطات الطاقة لتوليد الكهرباء. وتساهم التقنيات الحديثة في الحد بشكل مؤثر من غازات الاحتباس الحراري التي تنبعث من خلال محطات الطاقة التي تعتمد في عملها على حرق الفحم الحجري.

الطاقة النووية

إن الطاقة النووية هي طاقة غير متجددة تُستخلص من نوايات (مركز) الذرة. وخلال عملية الانشطار النووي، تنشطر الذرات إلى أجزاء صغيرة، مطلقةً في خضم هذه العملية الطاقة في شكل حرارة. ومع اصطدام شظايا الذرة بالذرات الأخرى، فإنها تنشطر هي الأخرى منتجةً المزيد من الحرارة. وهو ما يؤدي إلى تسخين الماء، الذي يؤدي بدوره إلى تكوين البخار الذي يدير التوربينات لتشغيل المولدات التي تحول الطاقة إلى كهرباء. كذلك، فإن المواد المشعة تشخص وتعالج عددًا من الأمراض – من بينها السرطان – وتزيل الغبار من أفلام التصوير وتقيس كمية الهواء المخفوق في المثلجات! فكرية واحدة من الوقود النووي تزن ستة جرامات (ثلث أوقية) تنتج طاقة مساوية للطاقة الناتجة عن حرق طن من الفحم الحجري. ولا ينتج عن الطاقة النووية انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون – غاز الاحتباس الحراري الرئيسي – ثاني أكسيد الكبريت أو أكاسيد النيتروجين. مع هذا، فإنها تخلف نفايات مشعة خطيرة، وكذلك مياه حارة من المحطات النووية يمكن أن تضر بالحياة المائية.



الطاقة الحرارية الأرضية

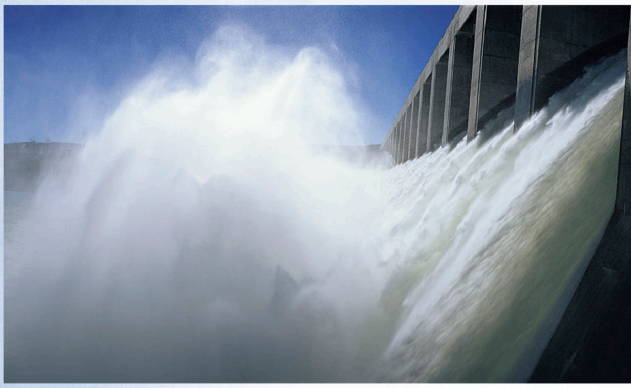
تتولد الطاقة الحرارية الأرضية في مركز الأرض على عمق يبلغ 4000 ميل تحت سطح الأرض. ويساهم الانحلال المستمر والوئيد للجسيمات المشعة في باطن الأرض إلى ارتفاع درجات الحرارة بها بما يجعلها أسخن من سطح الشمس. وتسخن الصخور الحارة المياه في باطن الأرض وهو الأمر الذي يولد البخار. ويستخدم في حفر آبار الطاقة الحرارية الأرضية نفس التكنولوجيا المستخدمة لحفر آبار النفط والغاز. ويتم العثور على معظم خزانات الحرارة الأرضية من خلال حفر آبار البخار، بطبيعة الحال فوق سطح الأرض. مع هذا، فقد تكون هذه الخزانات في بعض الأحيان الجزء السطحي في البراكين وينابيع وعيون الماء الحار. ويحدث معظم النشاط الحراري الأرضي في العالم في منطقة تحف المحيط الهادئ تُعرف باسم حلقة النار. ومن الممكن الاستفادة من الطاقة الحرارية الأرضية في تدفئة المنازل وتوليد الكهرباء عن طريق ضخ المياه الحارة أو البخار من باطن الأرض إلى السطح، في ظل معدلات منخفضة من الانبعاثات الغازية. وتنتج الطاقة الحرارية الأرضية حوالي سدس كمية غاز ثاني أكسيد الكربون التي تطلقها محطة الطاقة المشغلة بالغاز الطبيعي. وهي أيضًا مصدر طاقة متجدد وذلك لأن سقوط الأمطار يعوض المياه المستنفدة؛ أما بالنسبة للحرارة فهي تُنتج باستمرار في باطن الأرض.

الرياح

الرياح مورد متجدد وشكل من أشكال الطاقة الشمسية. عندما يرتفع الهواء الساخن الناتج عن أشعة الشمس، ينخفض الضغط الجوي على سطح الأرض، ويحل الهواء الأكثر برودةً محله مما يؤدي إلى تكون الرياح. وتقوم توربينات الرياح بتحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة ميكانيكية أو كهرباء. ولا تلائم توربينات الرياح جميع المواقع وذلك نظرًا لما تحتاجه من مساحة شاسعة وللضجيج الصادر عنها وخطورتها على الطيور. مع هذا، فحقول طواحين الهواء (مجموعات من توربينات الرياح) تُعد من المعالم المميزة في العديد من الدول مثل ألمانيا والمملكة المتحدة وحتى الولايات المتحدة الغنية بالنفط. ولا يسع المرء التكهن بموعد أو قدر الرياح التي ستهب، لكنها مصدر طاقة نظيف ومتجدد. وما إن يتم تركيب التوربينات، فلن يصبح استخدام الرياح بالأمر المكلف.

الطاقة الشمسية

الطاقة الشمسية هي طاقة متجددة (ضوء أو حرارة) مصدرها الشمس. وفي الإمكان تحويلها بشكل مباشر أو غير مباشر إلى صور أخرى من الطاقة – مثل الحرارة والكهرباء – دون تلويث البيئة. ويتطلب الأمر توفير مساحات واسعة من أجل تجميع الطاقة الشمسية، ويمكن القول: إن الاستثمار الأولي في هذه الطاقة مرتفع التكلفة. وتُستخدم الألواح الشمسية المصنوعة من الصلب أو الزجاج أو البلاستيك في تجميع الحرارة من الشمس، التي تسخن بدورها الأنابيب التي تحتوي على المياه أو الهواء. وتحول الخلايا الكهربائية الضوئية الحرارة المستمدة من الشمس مباشرةً إلى كهرباء. ومن الممكن الاستفادة من هذه الخلايا بطرق عدة، من توفير الطاقة في الأجهزة المحمولة في اليد – مثل الآلات الحاسبة والمصابيح الشمسية – إلى توليد الكهرباء التي تفي باحتياجات مدينة كاملة.



الطاقة المائية وطاقة الأمواج

أُستخدمت الطاقة المائية منذ آلاف السنين في طحن الذرة وإدارة الآلات البسيطة. وتوفر هذا المورد المتجدد اليوم خمس الطاقة الكهربائية في العالم. تدير المياه المتدفقة التوربينات لتشغيل المولدات التي تقوم بدورها بتحويل الطاقة إلى كهرباء. إن الماء مورد نظيف وقوي ويمكن التعويل عليه، وفي الإمكان ضبطه وتعديله حسب الطلب. مع هذا، فقد يكون الماء عملةً نادرة خلال فترات القحط، كما أن الطلب يزيد في الكثير من الأحيان على الوقود الحفري للحصول على طاقة إضافية. ومن الممكن للسدود أو التغييرات في جودة المياه أن تؤثر سلبًا على مواطن الأحياء المائية أو النظم البيئية الأرضية. كذلك، فإن الأمواج الناتجة عن الرياح العاصفة فوق سطح المحيط هي أيضًا مصدر هائل للطاقة. إذ من الممكن توجيه الأمواج نحو قناة ضيقة – وهو ما يزيد من قوتها وحجمها – واستخدامها مباشرةً في إدارة التوربينات. وجدير بالذكر أن نظم الطاقة المائية أكثر تكلفةً في تشغيلها من النظم التي تعتمد على الوقود الحفري.

الطاقة، وليس شركات النفط

إن شركات النفط والغاز اليوم هي أيضًا شركات الطاقة، كما أنها مستثمر أساسي في عملية تطوير مصادر الطاقة البديلة. وتشمل المشاريع البحثية تحقيقات في أبحاث الوقود الحيوي للطحالب، وتطوير الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والطاقة الحرارية الأرضية. وتستثمر العديد من الشركات في توربينات الرياح البحرية سواء لتزويد عملياتها بالطاقة ولإمداد الكهرباء أيضًا.

عالم من فرص العمل

تتوفر مجموعة واسعة من فرص التوظيف في مجال صناعة النفط بجميع أنحاء العالم. وتتراوح فرص العمل ما بين العمل اليدوي في حقول النفط إلى العمال المهرة وفني الصيانة، إلى المواقع الهندسية والعلمية والإدارية الحرفية المتخصصة. وتتيح هذه الشركات فرص العمل الرائعة والتي لا تخلو من التحدي في العديد من مواقعها. ويتنقل العاملون في الحقل الاستكشافي وعمال الحفر في الكثير من الأحيان من مكان إلى آخر. أما عمال تشغيل البئر ومعالجة الغاز الطبيعي فهم يستقرون في العادة في الموقع ذاته لفترة زمنية طويلة. أما المديرون التنفيذيون والموظفون الإداريون فهم يعملون بصفة عامة في المكاتب. بينما قد يقسم الجيولوجيون والمهندسون والمديرون أوقاتهم بين المكاتب ومواقع العمل، خاصةً خلال مهام العمل الاستكشافية.

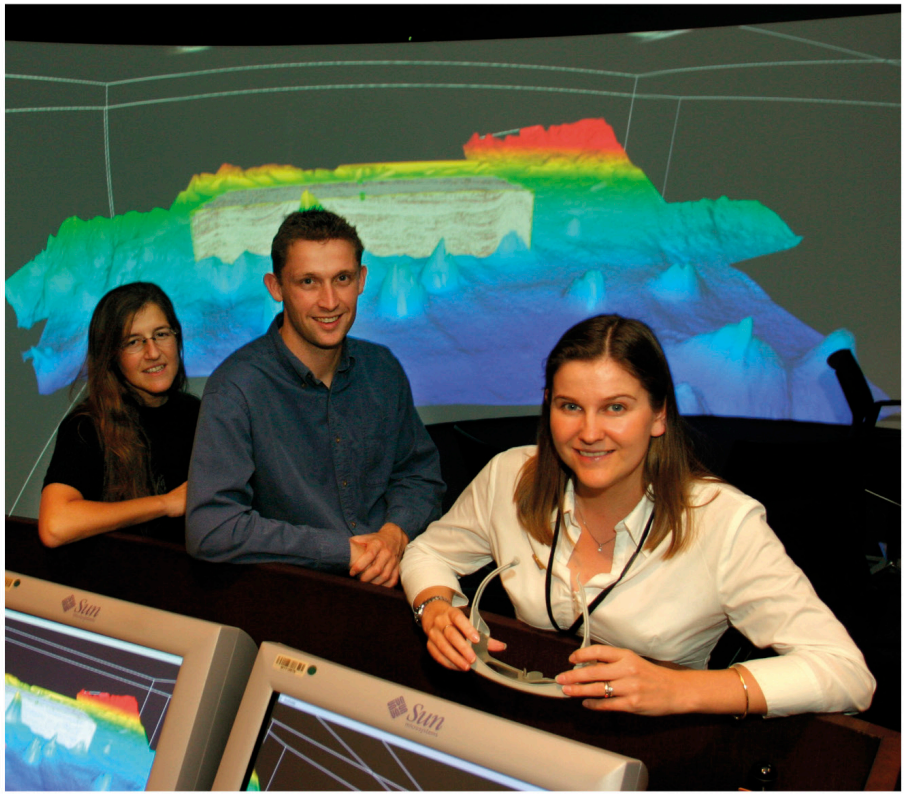
المحترفون

مهندسو النفط – يبحث مهندسو النفط – الذين ينخرطون في جميع مراحل استكشاف النفط وحفر الآبار والإنتاج – عن خزانات النفط والغاز ويطورون الأساليب الآمنة والفعالة لاستخراج هذه الموارد النفطية إلى سطح الأرض. ويسافر الكثير من مهندسي النفط أو يعيشون في بلدان أخرى غير بلدانهم الأصلية، حيث تقتضي طبيعة عملهم أن يعملوا في الصحاري وأعالي البحار والجبال وفي المناطق المتجمدة للعثور على مصادر الطاقة البكر. مع هذا، فالبعض منهم يعمل في المكاتب حيث يقوم بتحليل تقارير وتوصيات مهندسي الحقل ويبدي نصائحه لصانعي القرار في الشركات النفطية فيما يتعلق بجدوى الاستمرار في الحفر أو عدم جدواه. ويجب أن يحمل مهندسو النفط مؤهلاً جامعيًّا في الهندسة أو علوم الأرض، لكن الغالبية العظمى من المهندسين يواصلون دراساتهم العليا للحصول على الدرجات العلمية الأرقى.

الجيولوجيون – يدرس الجيولوجيون بنية الأرض وتاريخها والعمليات التي تجري في باطنها من أجل العثور على التراكمات النفطية. وقد يمضي هؤلاء ما بين أسابيع إلى سنين في وضع المخططات والخرائط وإجراء عمليات القياس والحفر وجمع العينات من باطن الأرض. ثم يقومون بعد ذلك بإجراء التجارب في المعامل على العينات لتحليل مكوناتها ومعرفة كيفية تطورها. ويستخدم الجيولوجيون أجهزة كمبيوتر متطورة في ابتكار المخططات ثنائية وثلاثية الأبعاد للأرض كي يكون في استطاعتهم تقديم التوصيات المتعلقة بأنسب مواقع الحفر. ويطبق الجيولوجيون معرفتهم بعلوم الكيمياء والفيزياء والأحياء والرياضيات في مهام عملهم المختلفة. وتتطلب بعض الوظائف الجيولوجية الحصول على مؤهل جامعي متخصص فقط، لكن الدرجات العلمية الأعلى كالماجستير والدكتوراه تتيح لحاملها المزيد من فرص العمل والترقي.

مسئولو إدارة المواقع النفطية – هي وظيفة فريدة في أمريكا الشمالية، حيث يحصل مسئولو إدارة المواقع النفطية على إذن من مالك الأرض وكذلك الرخص المطلوبة من العديد من الجهات الحكومية لحفر بئر. وهم مسئولون عن عملية استخراج وتصريف النفط أو الغاز الطبيعي أو الشئون المتعلقة بالجزء السطحي من الموقع، وكذلك عن إجراء المفاوضات ووضع الخرائط أو إدارة الاتفاقيات والإشراف على أنشطة إدارة أرض الموقع. هذا، وتتطلب معظم وظائف إدارة الموقع النفطي التمتع بمؤهل جامعي في إدارة المواقع النفطية. ويُرحب بشدة بعمل من يحملون مؤهلاً قانونيًّا في هذه الوظيفة.

أخصائيو الفيزياء الأرضية – يدرس أخصائيو الفيزياء الأرضية الأرض اعتمادًا على عناصر مثل الجاذبية والأساليب المغناطيسية والكهربائية وصور النشاط الزلزالي للأرض. ويقضي بعضهم جل وقته خارج مكاتبهم في دراسة تضاريس ومعالم الأرض، بينما يقبع البعض الآخر داخل مكاتبهم لإجراء الحسابات – المتعلقة بتصميم النماذج – على أجهزة الكمبيوتر. ويتمتع أخصائيو الفيزياء الأرضية بخلفية معلوماتية قوية عن علوم الأرض، مع التأكيد بشكل خاص على الرياضيات والجيولوجيا والفيزياء. ويتطلب العمل في وظيفة أخصائيي الفيزياء الأرضية الحصول على شهادة جامعية في ذلك المجال.



علماء البيانات

يتنامى الطلب على علماء البيانات في مجال النفط بسرعة كبيرة. ومع استعانة الصناعة بمزيد من المستشعرات خلال عملياتها، فقد جرى حرفيًا توليد مليارات البيانات. وبدأت الصناعة في استكشاف الرؤى التي تمكن الحصول عليها من هذا الكم الهائل من البيانات، بحيث يمكن التنبؤ بالمشاكل وتصحيحها قبل حدوثها. الجدير بالذكر أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال البترول في ازدياد مستمر. كما بدأت الروبوتات في تقديم مساهمات كبيرة في مجالي عمليات وأمن الصناعة.

الرواتب

تتيح صناعة النفط والغاز بعض من أعلى الرواتب في كل المستويات الوظيفية بين جميع الصناعات الأخرى، كذلك فإن الوظائف التي لا تتطلب مهارةً أو خبرةً سابقةً تدر هي كذلك على أصحابها رواتب جيدة للغاية، بينما يجني العمال الجامعيون وخريجو المدارس الفنية الذي يشغلون الوظائف الحرفية والفنية في العادة أعلى الرواتب. وتختلف رواتب عمال الحفر حسب الخبرة ومستويات التدريب، وهي تشمل في العادة بدلات خاصة بالإعاشة. ويمكن القول إن العمال على متن الحفارات البحرية بشكل عام يحصلون رواتب تفوق تلك التي يحصل عليها نظراؤهم في حقول النفط الأرضية وذلك بسب ظروف العمل الأشد قسوةً على متن هذه الحفارات.

متطلبات العمل

إن العمال الناجحين في صناعة النفط هم في العادة هؤلاء ذوو المهارات الفنية، والذين يتمتعون بحس عال فيما يتعلق بالأمان والسلامة المهنيين، ويجيدون اتباع التوجيهات ويعملون بجد ضمن فريق عمل. ويمكن للعمال دخول هذه الصناعة عبر مجموعة متنوعة من التخصصات والخلفيات التعليمية. ولا تتطلب الوظائف العادية في هذه الصناعة من صاحبها التمتع بأية خبرة أو دراسة سابقة، لكنها تقتضي من المتقدمين لشغلها النجاح في اختبار بدني. إذ يتم في العادة اكتساب المهارات الأساسية خلال التدريب في أثناء العمل. أما عن فرص الترقي لعمال حقول النفط فهي متاحة بشكل خاص وممتازة أمام أصحاب المهارات والخبرات. وجدير بالذكر أن الطواقم العاملة على متن الحفارات البحرية - حتى في نطاق الوظائف العادية – تتمتع بشكل عام بقدر أكبر من الخبرة من الطواقم الأرضية وهذا يعود إلى الطبيعة الحساسة لبيئة العمل. على جانب آخر، تتطلب الوظائف الحرفية المتخصصة – مثل الجيولوجيين أو أخصائيي الفيزياء الأرضية أو مهندسي النفط – على الأقل الحصول على مؤهل جامعي، وإن كان الكثير من الشركات يفضل الحاصلين على درجة الماجستير، أو قد يطلب في شاغلي هذه الوظائف الحصول على درجة الدكتوراه. وهو ما يجعلنا نقول إن شركات النفط تسعى بجد لاستقطاب أصحاب الدرجات العلمية العليا.

أخصائيو البيئة والسلامة

العلوم البيئية والعمال الفنيون – يجري هؤلاء الفنيون بعض الاختبارات المعملية والميدانية لمراقبة البيئة ودراسة مصادر التلوث. كما أنهم يجمعون عينات من الغازات والتربة والماء وغيرها من المواد لإجراء الاختبارات عليها، ثم يتخذون بعد ذلك القرارات الصائبة.

مهندسو السلامة والأمان – إن تطبيق المعرفة بالعمليات الصناعية والآلات الميكانيكية والكيمياء وفيزياء الأرض والصحة الصناعية وقوانين السلامة والأمان على أرض الواقع من أجل تعزيز ظروف العمل أو السلامة الإنتاجية هي مسئولية مهندسي السلامة والأمان.

خدمة المجتمع

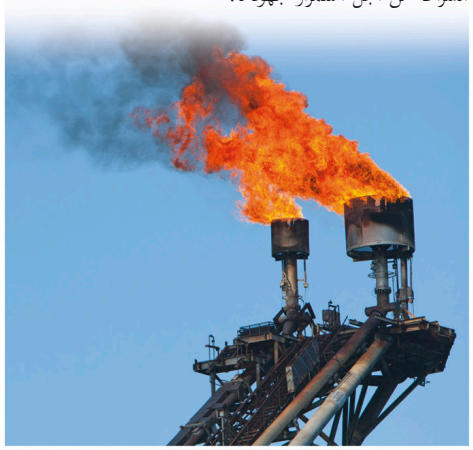
إن الطاقة أمر ضروري لأي نشاط نقوم به – فهي توفر لنا التدفئة اللازمة لراحتنا والحفاظ على صحتنا، والكهرباء اللازمة للاضاءة وتشغيل الأجهزة، والوقود لتسيير المركبات. ويعني صون الطاقة إنتاج الطاقة بصورة اقتصادية وآمنة بأسلوب مسئول بيئيًّا واجتماعيًّا يساعد في حماية رفاهية وسعادة أجيال المستقبل. وتجدر الإشارة إلى أن شركات النفط والغاز تعمل في أغلب الأحيان في مناطق أقل تقدمًا وكذلك في مناطق ذات حساسية بيئية، وقد يكون لعملياتها التشغيلية تأثير اقتصادي هائل على الدول المضيفة. لقد كانت هذه الشركات النفطية سباقةً ورائدةً في المسئولية الاجتماعية في المجتمعات التي تعمل بها، وذلك من خلال التعاون مع موظفيها وعائلاتهم والمجتمع المحلي والمجتمع بشكل عام في تحسين جودة حياة هؤلاء الأفراد، وذلك عبر سبل مفيدة لكل من المشروعات الصناعية الخاصة بها وأغراض التنمية. وتمثل نماذج الشراكة والمشروعات المذكورة في هذه الجزئية شريحةً صغيرةً فقط لما تقوم به صناعة النفط والغاز الطبيعي من أجل بناء والحفاظ على استمرارية العلاقات ذات الفائدة المشتركة، التي تعود على المجتمع.

التخلص من رصاص البنزين

تأثرت جودة الهواء سلبًا في الكثير من الدول النامية بفعل النمو الحضري وزيادة استخدام السيارات والمركبات. هذا، ويواصل الكثير من السيارات استخدامها للبنزين المحتوي على الرصاص، بالرغم من أن الرصاص مكون سام ويزيد من الانبعاثات التي تقلل من جودة الهواء. وعليه، فقد اجتمعت أكثر من 80 مؤسسة عالمية – بما فيها شركات صناعة النفط في شرق إفريقيا – لوضع نهاية للبنزين المحتوي على الرصاص وتبني تقنيات حديثة أنظف من الناحية البيئية فيما يتعلق بصناعة السيارات. وهكذا تكونت الشراكة من أجل وقود وسيارات نظيفة، ودشنت هذه المؤسسات لحملة تعليمية وقامت بتطبيق القواعد التي مكنتها وبنجاح من التخلص من البنزين المحتوي على الرصاص في إفريقيا جنوب الصحراء. وفي بداية عام 2006، توقفت جميع عمليات إنتاج واستيراد البنزين المحتوي على الرصاص وأصبح الوقود الخالي من الرصاص متاحًا لجميع السكان بلا استثناء. وتواصل هذه الشراكة جهودها في دول أخرى مثل جامبيا وتايلاند.

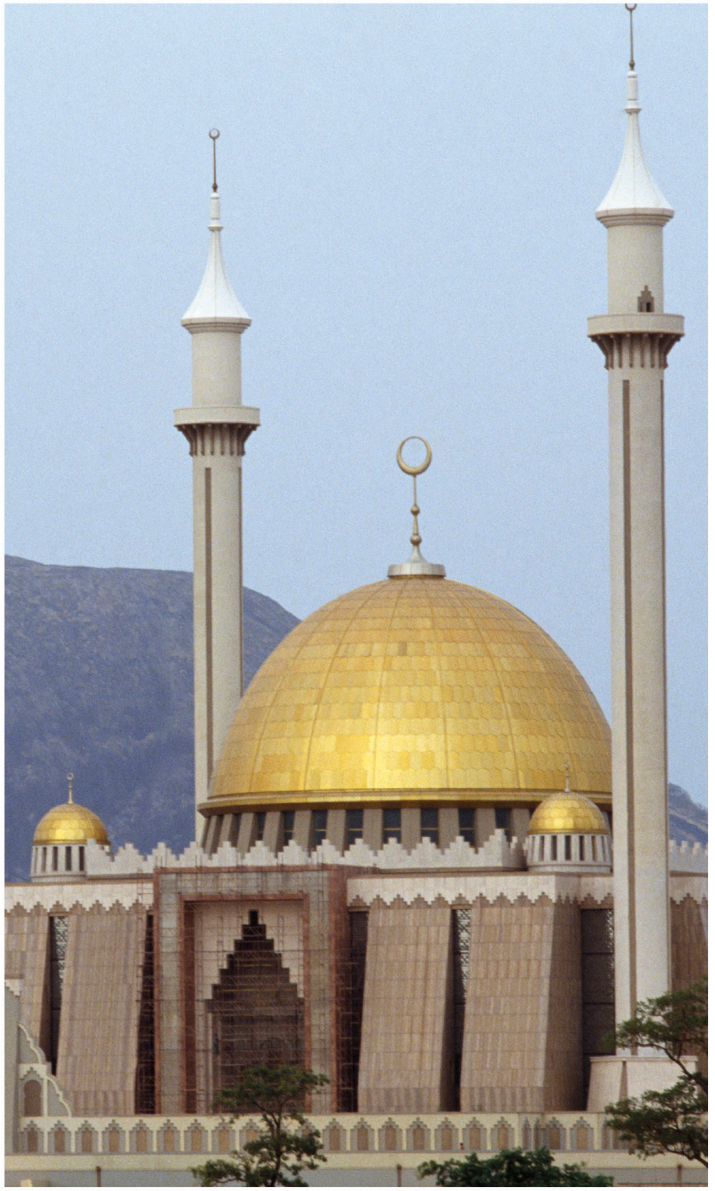
التقليل من معدلات حرق الغاز

يوجد النفط الخام والغاز الطبيعي معًا جنبًا إلى جنب في باطن الأرض، وتساهم عملية الحفر في استخراج كلا الموردين إلى سطح الأرض. ونظرًا لأن تجميع الغاز الطبيعي قد يكون مكلفًا ويتطلب الاستعانة ببنية تحتية من أجل معالجة ونقل الغاز عبر خطوط الأنابيب، يلجأ الكثير من طواقم العمل إلى حرق الغاز القيم. ففي إفريقيا وحدها يقدر أن عملية الحرق هذه 40 مليار متر مكعب من الغاز كل سنة – وهو ما يكفي لتزويد القارة بنصف احتياجاتها من الكهرباء. وقد تشكلت شراكة خفض عمليات الحرق العالمي للغاز للتقليل من معدلات حرقه بواسطة ائتلاف من شركات النفط والشركات المنتجة للغاز بدعم من البنك الدولي. وقد عملت هذه المجموعة على تطوير عملية الحرق الطوعية ومعايير الطرد والتهوية بما يساعد الدول على تحقيق أهدافها المتعلقة بخفض معدلات حرق الغاز بصورة أسرع. كما تعمل المجموعة على الاستفادة من الغاز الطبيعي والغاز المسال في المجتمعات المحلية القريبة من مواقع الحرق. ويمكن القول إن خفض معدلات حرق الغاز تتطلب المزيد من العمل والجهد، وقد زاد عدد الأطراف المشاركة في الشراكة من أجل استمرار جهودها.



دعم التنمية المحلية

عند اكتشاف شركة كونوكوفيلبس للاحتياطيات النفطية في خليج باريا – وهي منطقة ذات حساسية بيئية تقع بعيدًا عن ساحل فنزويلا – فقد أعربت أصوات في المجتمع المحلي عن مخاوفها فيما يتعلق بالتأثير الذي قد يكون لعملية الإنتاج النفطي على صناعة صيد الأسماك والطيور المهاجرة والاقتصاد بشكل عام. وقد طمأنت شركة كونوكوفيلبس من جانبها هذه الأطراف بأنها ستعمل على حماية البيئة وستدعم المجتمع المدني. وبالفعل قامت الشركة بتعليم الصيادين أساليب لحفظ أسماكهم، وعلمت النساء مهارات حرفية مربحة ودربت السكان على البرامج والعادات الصحية وزادت من مصادر المياه الصالحة للشرب في المنطقة. كما يضم برنامج الشركة للتنمية المحلية توظيف العمال المحليين والمساهمة في التنمية المستدامة للاقتصاد والتعاون مع مجموعات حماية البيئة لصون التنوع البيولوجي.



تدريب قضاة الشريعة في نيجيريا

قادت الجهود الرامية لإصلاح النظام السياسي في نيجيريا الكثير من الولايات الشمالية للبلاد إلى تطبيق الشريعة الإسلامية وتعيين قادة دينيين في مناصب القضاة. وبالرغم من إلمامهم الشديد بالقرآن والتعاليم الإسلامية، فإن الكثيرين من هؤلاء القضاة لم يتلقوا أي قدر من التعليم القانوني الرسمي، ويفتقدون المعرفة اللازمة لتطبيق القرارات المتعلقة بحقوق الإنسان. وقد قامت ستيت أويل – وهي شركة نفط وغاز مقرها النرويج – من جانبها بتوفير الدعم المالي لمشروع العون والدفاع القانوني النيجيري الذي مكن نحو 20 ٪ من القضاة في البلاد من حضور ندوات للتدريب على حقوق الإنسان.

القضاء على انتقال الإيدز من الأم لأطفالها

يعاني قرابة المليون شخص من مرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز) في جمهورية الكونغو، أكثر من نصفهم من النساء. ونظرًا لعملها في هذه الدولة، فقد سعت شركة إني Eni لمنع انتشار المرض وحماية موظفيها والمجتمعات المحلية في المناطق المتأثرة بالمرض. ومن خلال تركيزها على منع انتقال المرض من الأم إلى أطفالها، تقوم الشركة بتمويل المستشفيات المحلية بالموارد المالية والمعدات الطبية اللازمة لتشخيص مرض الإيدز في الأمهات الحوامل، وتوفر الاستشارات الطبية للأسر وتعالج الأطفال حديثي الولادة الذين يعانون من المرض. وكنتيجة لهذا، انخفضت معدلات الوفاة بشكل مذهل في الكونغو، وصار هذا البرنامج نموذجًا للدول الأخرى.

إنقاذ النمور

خلال أقل من 100 عام، انخفضت أعداد النمور البرية إلى أقل من 5000 نمر من نحو 100000 نمر تقريبًا كانت ذات يوم تزأر في كافة أنحاء قارة آسيا من سيبريا إلى سومطرة. وجدير بالذكر أنه تم حظر الاتجار في جميع أنواع النمور في عام 1987، لكن قلة المواطن الطبيعية وتهريب الحيوانات والتجارة غير الشرعية في جلود النمور لا تزال تشكل تهديدات خطيرة على بقاء هذه الحيوانات. وقد استخدمت شركة إكسون موبيل لأول مرة صورة النمر كرمز لها في الترويج لمنتجاتها في أوائل القرن العشرين. وفي عام 1995، كونت الشركة صندوق إنقاذ النمور من أجل دعم حماية النمور المتبقية في العالم. ومن خلال نشر التعاليم المتعلقة بحماية الأحياء البرية والدفاع عنها والبرامج المناهضة لتهريبها واستعادة مواطنها الطبيعية، تعمل شركة إكسون موبيل مع المجتمعات المدنية من أجل تنمية أعداد النمور البرية.

مهارات عمل للنساء في باكستان

تعتمد أسباب الرزق للكثير من العائلات في المناطق غير الصناعية في جنوب باكستان على الزراعة – التي هي مصدر رزق لا يمكن التعويل عليه نظرًا لعدم استقرار الطقس ولنظم الري المتخلفة. ولإعالة عائلاتهم، يسعى الرجال طلبًا للعمل في المدن القريبة، بينما تمارس النساء الحرف المختلفة ويبعن منتجاتهن في السوق. مع هذا، تفتقد النساء للتدريب الضروري لتنمية حرفهن التجارية تمامًا. ولهذا السبب، يشجع مركز التدريب الحرفي التابع لشركة BHP Billiton الاستقلالية الاقتصادية للنساء من خلال تعليمهن فنون التطريز والخياطة والتفصيل. وقد حضر المئات من النسوة إلى المركز، وافتتح الكثيرات منهن محلات لبيع الملابس ومستحضرات التجميع في القرى المحلية.

عام 1856
يؤسس إجناسي لوكاسفيز أول معمل لتكرير النفط الخام في العالم في مدينة أولازوفيتش ببولندا.

عام 1857
حصل الأمريكي مايكل ديتز على براءة اختراع نظير ابتكاره لمصباحه الذي صُمم لحرق الكيروسين بدلاً من زيت الحوت الأغلى سعرًا. وخلال سنوات قليلة، لم يعد هناك وجود لمصابيح زيت الحوت في الأسواق.

عام 1858
تم افتتاح أول بئر نفطية في أمريكا الشمالية في ينابيع النفط في أونتاريو بكندا.

عام 1859
قام إدوين إل . دريك بحفر أول بئر نفطية في أمريكا في تيتوسفيل بولاية بنسلفانيا.

عام 1860
شركة النفط الكندية تصبح أول شركة نفط متكاملة في العالم، تتحكم في عملية الإنتاج والتكرير والتسويق.

عام 1861
تم نقل النفط عبر البحار على متن السفينة إليزابيث واتس من بنسلفانيا إلى لندن، وهي أول عملية شحن للنفط تُسجل في التاريخ.

عام 1862
حصل الفرنسي ألفونس بو دي روكا على براءة اختراع، نظير ابتكاره محرك احتراق داخلي رباعي الأشواط. وباستخدام الغاز كوقود، سيتم تركيب هذا المحرك في معظم سيارات القرن العشرين.

ج. د. روكفلر

عام 1865
اخترع المهندس الروسي إيفانتيسكي مضخة أعماق لاستخراج النفط من الآبار واختبرها في حقول النفط بأذربيجان.

عام 1870
أسس جون د. روكفلر شركة ستاندرد أويل التي عُرفت فيما بعد باسم إسو، وتُعرف الآن باسم إكسون موبيل.

عام 1878
تم حفر أول بئر نفطية في فنزويلا في بحيرة ماراكايبو.

عام 1879
اخترع الأمريكي توماس إيدسون المصباح الكهربائي.

عام 1885
في ألمانيا، ابتكر المهندس ورجل الصناعة جوتيب ديلمر أول محرك بنزين حديث، يستخدم الأسطوانة العمودية والمكربن (الكاربيراتور) لضخ البنزين.

عام 1885
المهندس الألماني يبتكر أول محرك يعمل بالبنزين ليباع على مستوى تجاري.

عام 1885
اكتشاف النفط في سومطرة بواسطة شركة النفط الملكية الهولندية (شل).

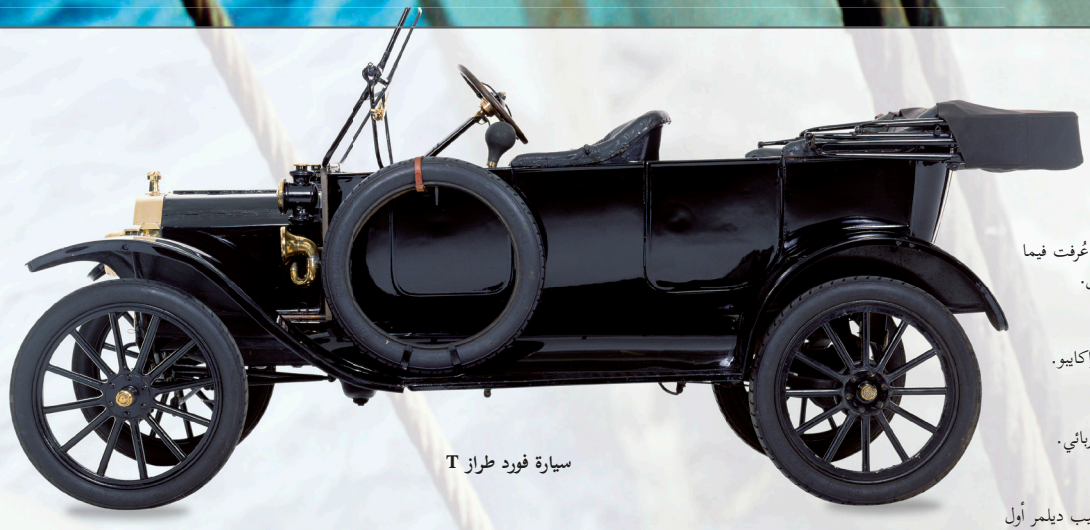
عام 1901
ساهمت أول بئر نفطية عميقة وغزيرة الإنتاج في سبيندلتوب بولاية تكساس الأمريكية في بدء ازدهار صناعة النفط في تكساس.

عام 1907
اندمجت شركة النفط البريطانية ونظيرتها الهولندية لتكونا معًا شركة شل الملكية الهولندية.

عام 1908
تم طرح أول سيارة تنتج على نطاق واسع – السيارة فورد طراز T – في الأسواق. وقد جعل الإنتاج الكمي سعر السيارات في متناول الأشخاص العاديين، ومن ثم ارتفعت معدلات امتلاك السيارات بسرعة وزاد الطلب على البنزين بمستويات قياسية.

عام 1908
عُثر على النفط في فارس (إيران الحديثة)، الأمر الذي أدى لتأسيس شركة النفط الأنجلو- فارسية – الشركة الأم لشركة النفط الحديثة العملاقة بريتيش بتروليوم – في عام 1909.

عام 1910
تم اكتشاف النفط لأول مرة في المكسيك في مدينة تامبيكو على ساحل خليج المكسيك.


سيارة فورد طراز T

من 1914 - 1918
خلال الحرب العالمية الأولى، كانت سيطرة بريطانيا على إمدادات النفط الإيراني لصالح سفنها وطائراتها عاملاً حاسمًا في هزيمة ألمانيا.

عام 1927
شركة شلمبرجير تسجل أول سجل مقاومة كهربائية لبئر نفطي في بلدية ميركويلير بيتشبلبرون، فرنسا.

عام 1932
اكتشاف النفط في البحرين.

عام 1935
تم ابتكار النيلون، وهو من أول الأنسجة الصناعية المصنوعة من المنتجات النفطية.

عام 1935
استخدام التكسير الحفزي لأول مرة في تكرير النفط. حيث يتم استخدام الحرارة الشديدة مع مادة حفازة لفصل المركبات الهيدروكربونية الثقيلة.

عام 1938
اكتشاف احتياطيات نفطية هائلة في الكويت والمملكة العربية السعودية.

من 1939 – 1945
اندلعت الحرب العالمية الثانية. ولقد لعبت السيطرة على إمدادات النفط – خاصةً تلك القادمة من باكو والشرق الأوسط – دورًا هامًّا في انتصار الحلفاء.

عام 1947
حفر أول بئر نفطية بحرية تجارية بواسطة منصة «متحركة» بعيدًا عن الأرض، في 14 قدمًا من المياه بخليج المكسيك قبالة جنوب شرق لويزيانا.

عام 1948
تم اكتشاف أكبر حقل للنفط السائل في العالم وهو حقل الغوار في المملكة العربية السعودية، والذي يحتوي على حوالي 80 مليار برميل من النفط.

عام 1949
إجراء أول معالجتين للتكسير التجاري بواسطة شركة هاليبرتون في مقاطعة ستيفنز بأوكلاهوما، ومقاطعة آرتشر بتكساس.

عام 1951
تم تأميم الشركة الأنجلو فارسية للنفط الإيرانية حاليًا على يد الحكومة الإيرانية، مما أدى إلى حدوث انقلاب، دعمته كل من الولايات المتحدة وبريطانيا لإعادة الشاه إلى السلطة ثانيةً.

عام 1960
تأسست منظمة الأوبك (منظمة الدول المصدرة للنفط) من كل من المملكة العربية السعودية وفنزويلا والكويت والعراق وإيران.

يستمر الجدول الزمني في الصفحة 70

الخط الزمني

منذ آلاف السنين استخدم النفط – خاصةً في منطقة الشرق الأوسط – في مجموعة متنوعة من الأغراض، من حرقه في مصابيح الإضاءة إلى عزل الأسطح وهياكل السفن به ضد تسرب الماء. مع هذا، فقد بدأ عصر النفط العالمي في واقع الأمر منذ حوالي 150 سنة فقط، وثمة نقاط فاصلة في تاريخ النفط في العالم، منها اختراع أول مصابيح الكيروسين في عام 1857 وكذلك – وهو الأمر الذي يفوق سابقه أهميةً – ابتكار أول محرك احتراق داخلي في عام 1862. وهو الأمر الذي أدى إلى ظهور السيارة. ويمكن أن نقول الآن إن النفط لا يسيطر فقط على اقتصاد العالم، لكنه يحظى بتأثير عظيم في سياسات العالم.

معبد النار الزرادشتي في أذربيجان

حوالى عام 4500 ق.م
استخدم الناس فيما يُعرف الآن بدولة العراق البيتومين المستخرج من برك النفط الطبيعية في تحصين أسطح منازلهم ضد المياه.

حوالى عام 4000 ق.م
استخدمت شعوب الشرق الأوسط البيتومين في تحصين قواربها ضد تسرب المياه. وهي العملية المعروفة باسم الجلفطة، والتي استمر بناءو السفن في الاعتماد عليها حتى أوائل القرن العشرين.

حوالى عام 600 ق.م
استخدم الملك نبوخذ نصر قطع القرميد المحتوية على البتومين في بناء حدائق بابل المعلقة، والأنابيب المبطنة بالبتومين في تزويد الحدائق بالمياه.

عام 500 ق.م
وضع الرماة الفرس البتومين على سهامهم لتحويلها سهام نارية.

عام 450 ق.م
وصف المؤرخ اليوناني هيرودوت برك البتومين الموجودة بالقرب من بابل، والتي حظيت بتقدير كبير من قبل البابليين.

حوالى عام 300 ق.م
شيد أتباع الديانة الزرادشتية معابد النار في أماكن مثل أذربيجان. وتم استخدام الغاز الطبيعي المستمد من باطن الأرض في تزويد شعلة دائمة الاشتعال داخل المعبد بالوقود.

حوالى عام 200 ق.م
استخدم المصريون القدماء في بعض الأحيان البيتومين في تحنيط موتاهم.

تابوت مومياء مصرية

حوالي عام 1 ق.م
استخرج الصينيون النفط والغاز الطبيعي أثناء تنقيبهم عن الملح. وكانوا يحرقون الغاز لتجفيف المياه ومن ثم استخلاص الملح.

عام 67 م
استخدم اليهود المدافعون عن مدينة يوتاباتا النفط المغلي ضد المهاجمين الرومان.

عام 100 م
وصف المؤرخ الروماني بلوتارك تدفق النفط من الأرض قرب كركوك (في العراق). وهذا واحد من أوائل التسجيلات التاريخية للنفط السائل.

القرن السادس م
استخدمت السفن البيزنطية قنابل «النيران اليونانية» المصنوعة من البتومين والكبريت والجير الحي.

عام 1264
سجل التاجر والمغامر الإيطالي (من البندقية) ماركو بولو مشاهدته للنفط يتدفق في بركه الطبيعية بالقرب من مدينة باكو (في أذربيجان حاليًا) وكيف أنه كان يُجمع بكميات كبيرة لاستخدامه في الأغراض الطبية والإضاءة.

القرن السادس عشر
كان النفط المستخرج من برك النفط الموجودة في جبال كاربثيان بمدينة كورونسو البولندية يُستخدم في إضاءة مصابيح الشوارع.

ثمانينيات القرن الثامن عشر
تفوق مصباح إيميه أرجان الفيزيائي السويسري الذي كان يعمل بزيت الحوت على جميع أنواع المصابيح الأخرى.

حوالى عام 1800
تم استخدام مادة شبيهة بالأسفلت (خليط من الحصى المتساوي والقار) لأول مرة في تعبيد الطرق.

عام 1807
غاز الفحم يوفر الوقود لأول مصابيح إضاءة في الشوارع عرفها العالم في لندن بإنجلترا.

عام 1816
بداية صناعة غاز الفحم في بالتيمور بالولايات المتحدة الأمريكية.

عام 1821
تم تداول الغاز الطبيعي على نطاق تجاري لأول مرة في فريدونيا بولاية نيويورك في أمريكا، كان الغاز ينقل عبر أنابيب خشبية مفرغة إلى المنازل.

عام 1846
الكندي أبراهام جيسنر يصنع الكيروسين من الفحم.

عام 1847
تم حفر أول بئر نفطي في العالم في مدينة باكو بأذربيجان.

عام 1849
اكتشف أبراهام جيسنر كيفية تصنيع الكيروسين من النفط الخام.

عام 1851
في كندا، نجح تشارلز نيلسون تريب وآخرون ينتمون إلى أول شركة نفط في أمريكا الشمالية – شركة التعدين والتصنيع العالمية - في استخراج الأسفلت من برك القار في أونتاريو.

عام 1851
افتتح الكيميائي الاسكتلندي جيمس يونج أول مصفاة لتكرير النفط في العالم في باثجايت بالقرب من أدنبره، لإنتاج النفط من نوع من أنواع الطفل الصفحي الزيتي.

عام 1853
اكتشف الكيميائي البولندي إجناسي لوكاسفيز كيفية تصنيع الكيروسين من النفط الخام على نطاق صناعي. وهو الأمر الذي مهد الطريق لظهور مصباح الكيروسين الذي أحدث ثورةً في مجال إضاءة المنازل فيما بعد.

لمبة كيروسين

اكتشف المزيد

تعرفنا في هذا الكتاب على لمحة عن أضخم الصناعات في العالم وأكثرها تعقيدًا، لكن يجب ألا ينتهي المطاف برحلتك الاستكشافية عزيزي القارئ عند هذا الحد. إذ يمكنك التعرف على المزيد عن الجوانب الجيولوجية للنفط من خلال استكشاف الصخور الموجودة في المنطقة التي تعيش فيها، تعلم كيفية تحديد الصخور الرسوبية التي يوجد بها النفط. كما يمكنك أيضًا التعرف على الملامح التاريخية والعلمية والتقنية للنفط من خلال زيارة المتاحف. ويمكن للمواقع الإلكترونية المختصة بالطاقة أن تخبرك بالمزيد حول خيارات الطاقة الذكية.

مصادر مفيدة

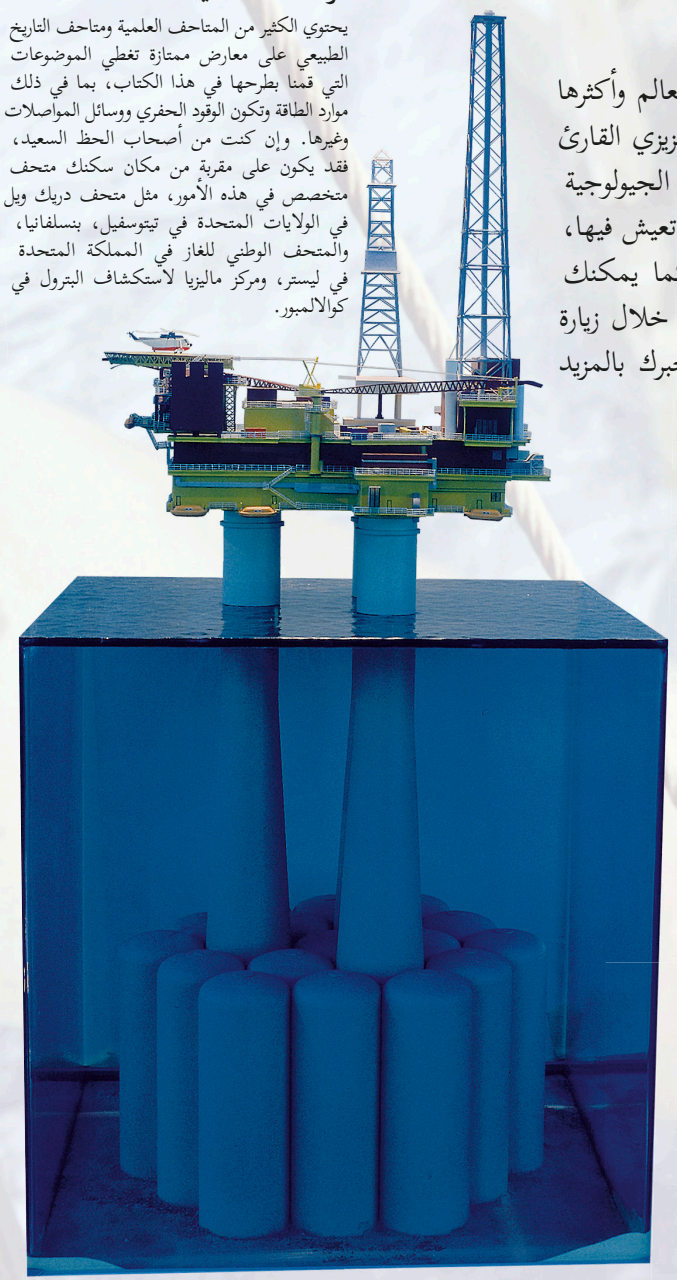
تصفح الموقع www.energy4me.org للاطلاع على جداول الدروس المرتبطة بمحتوى هذا الكتاب.

ص 8	تاريخ النفط
ص 16	فهم الكثافة
ص 18–19	علاقة الأسماك والحفريات بتكوين الوقود
ص 20	إنه غاز!
ص 24	حجارة تقطر نفطا
صفحة 24–25	استكشاف المسامية
	الخزانات والإنتاج
	حجارة تقطر نفطا
ص 28	الاستكشاف بالموجات الصوتية
	اختر اسما لهذا اللحن
ص 29	انتقاء العينات الأساسية
ص 30–31	أغلفة الآبار المثقبة
ص 32–33	التكسير الهيدروليكي بالجيلاتين
	استخراج النفط
	دفعة لأعلى
ص 38–39	سلسلة قيمة البترول
ص 41	مرتشحات النفط
ص 46–47	برج القوة
ص 48–49	منتجات من النفط
ص 51	تعليمات لعبة ذروة النفط
ص 54–55	النفط والبيئة
ص 62	البحث عن كاسحة الطاقة

- معلومات حول جميع المهن المتاحة بقطاع مصادر الطاقة والبحث عن النفط وإنتاجه، وقائمة بمعارض النفط والغاز في جميع أنحاء العالم: **www.energy4me.org**، مقدمة من جمعية مهندسي البترول
- زيارة منصة Captain Offshore Platform الافتراضية: **resources.schoolscience.co.uk/SPE**
- صفحة الطلاب بالمعهد الأمريكي للجيولوجيا: **www.earthsciweek.org/for-students**
- روابط بشأن الحقائق والألعاب والأنشطة المتعلقة بالطاقة، وغيرها: **www.eia.gov/kids**
- موقع وزارة الطاقة الأمريكية بشأن الوقود الأحفوري، بما في ذلك الفحم والنفط والغاز الطبيعي: **www.fossil.energy.gov/education**

الرحلات المتحفية

يحتوي الكثير من المتاحف العلمية ومتاحف التاريخ الطبيعي على معارض ممتازة تغطي الموضوعات التي قمنا بطرحها في هذا الكتاب، بما في ذلك موارد الطاقة وتكون الوقود الحفري ووسائل المواصلات وغيرها. وإن كنت من أصحاب الحظ السعيد، فقد يكون على مقربة من مكان سكنك متحف متخصص في هذه الأمور، مثل متحف دريك ويل في الولايات المتحدة في تيتوسفيل، بنسلفانيا، والمتحف الوطني للغاز في المملكة المتحدة في ليستر، ومركز ماليزيا لاستكشاف البترول في كوالالمبور.



نموذج متحفي لحفار الآبار البحرية

الزيارات والجولات الافتراضية

لعل مدرستك تكون قادرةً على ترتيب زيارة لمصفاة لتكرير النفط أو ميناء رسو أو محطة بنزين. وفي استطاعة الأقسام التعليمية داخل شركات النفط الكبرى في العادة توجيه النصح والاستشارة حينما يكون الأمر ممكنًا. لكن المنشآت النفطية توجد في أغلب الأحيان في مناطق بعيدة، وقد تكون العمليات التي تحدث بها في غاية الخطورة لجعل الترتيب للزيارات المدرسية لها أمرًا ممكنًا، لذا فقد تكون الجولات الافتراضية خيارًا أمثل في هذه الحالة. انظر الروابط المدرجة في مربع مصادر إلكترونية مفيدة بالأعلى.

مواد من القمامة من الممكن إعادة تدويرها

يمكن لعملية إعادة تدوير المخلفات أن تقلل من استهلاكنا للطاقة

تساعد الصور المسلسلة والمشاهد التفصيلية في شرح عملية تكرير النفط

زيارة مفترضة لمصفاة لتكرير النفط

عام 1967
بدأ الإنتاج التجاري من النفط في مواقع رمال القار في ألبرتا بكندا، أكبر مورد للنفط في العالم.

عام 1968
اكتشاف النفط في خليج برودهو باي، ألاسكا. ويصبح هذا المصدر الرئيسي للنفط في الولايات المتحدة.

عام 1969
حدث تسرب واسع للنفط في الولايات المتحدة نتيجة لانفجار النفط من إحدى منصات الحفر البعيدة عن ساحل سانتا باربرا بولاية كاليفورنيا، الأمر الذي تسبب في الحاق ضرر بيئي غير مسبوق بالكائنات البحرية.

عام 1969
تم اكتشاف النفط والغاز الطبيعي في بحر الشمال، مما أدى إلى زيادة احتياطيات بلدان مثل المملكة المتحدة من النفط لمدة 25 عامًا.

عام 1971
بدأت دول الأوبك في منطقة الشرق الأوسط تأميم أصولها النفطية وذلك لتعيد بسط قبضتها على احتياطياتها من النفط.

عام 1973
رفعت منظمة الأوبك أسعار النفط أربعة أضعاف. وتوقف الإمدادات إلى الدول الغربية المساندة لإسرائيل في حربها ضد القوات العربية بقيادة مصر وسوريا. وهو الأمر الذي أحدث نقصًا حادًا في إمدادات النفط في الغرب.

عام 1975
بدأ إنتاج النفط في حقول بحر الشمال.

عام 1975
في استجابة لأزمة النفط التي شهدها العالم عام 1973، أنشأت الولايات المتحدة الأمريكية احتياطيًا استراتيجيًا لها من النفط لتلبية احتياجاتها في أوقات الطوارئ وذلك في القباب الملحية. وبحلول عام 2005، أصبح لدى الولايات المتحدة (حسب التقديرات) 658 مليون برميل من النفط مخزّنة.

عام 1977
الانتهاء من تشييد خط أنابيب ترانس – ألاسكا.

عام 1979
وقوع الكارثة النووية في جزيرة الثلاثة أميال في هاريسبورغ بولاية بنسلفانيا، وتسرب بعض المواد المشعّة.

من 1979 إلى 1981
ارتفعت أسعار النفط من 13 دولارًا إلى 34 دولارًا للبرميل.

عام 1989
جنحت ناقلة النفط إكسون فالديز في منطقة برينس ويليام ساوند بولاية ألاسكا، مما تسبب في كارثة بيئية نتيجة لتسرب النفط على ساحلها.

عام 1991
تم إشعال النيران في حقول النفط الكويتية.

عام 1995
صدر قرار من الأمم المتحدة يسمح بالاستئناف الجزئي لصادرات العراق من النفط فيما عرف باتفاق «النفط مقابل الغذاء».

عام 1996
افتتحت قطر أول منشأة كبرى في العالم لتصدير الغاز الطبيعي المسال.

عام 1998
شركة ميتشل إنرجي تتوصل إلى أول تكسير اقتصادي للصخر النفطي باستخدام تقنية التكسير بالماء الدقيق في منطقة بارنيت شال، مستهلة ثورة النفط الصخري.

عام 2002
بدء إنشاء خط أنابيب باكو-تبليسي-جيهان من مدينة باكو إلى ساحل البحر المتوسط.

منشأة نفطية غمرتها المياه بعد الإعصار كاترينا الذي ضرب الولايات المتحدة في عام 2005

خط أنابيب ترانس – ألاسكا

عام 2003
إجراء أول عملية تسليم للغاز الطبيعي المسال في الولايات المتحدة منذ عام 1980 إلى محطة إعادة تدوير الغاز الطبيعي المسال Cove Point LNG في ماريلاند، والتي ستصبح فيما بعد أكبر منشأة لإعادة تحويل الغاز الطبيعي المسال إلى غاز في الولايات المتحدة.

عام 2004
سجلت واردات الولايات المتحدة من النفط رقمًا قياسيًّا، حيث وصلت إلى 11,3 مليون برميل في اليوم.

عام 2004
يشهد إنتاج بحر الشمال من النفط والغاز انخفاضًا.

عام 2005
ضرب الإعصار كاترينا ساحل الخليج، مما أحدث فوضى في صناعة النفط الأمريكية.

تنظيف البيئة بعد تسرب النفط من الناقلة إكسون فالديز

عام 2006
أوقفت روسيا إمداداتها من الغاز إلى أوكرانيا حتى يوافق الأوكرانيون على دفع زيادة عالية فى السعر.

عام 2006
أغلقت شركة بريتيش بتروليوم بشكل جزئي حقل نفط برودهو باي نظرًا لتآكل خط أنابيب ألاسكا التابع لها.

عام 2007
الوكالة الدولية للطاقة تعلن أن الصين قد تخطت الولايات المتحدة كأكبر دولة فى انبعاث ثانى أكسيد الكربون عام 2007، وأن الهند ستكون ثالثة كبرى الدول في انبعاثات ثانى أكسيد الكربون عام 2015.

عام 2008
وصول سعر النفط إلى مستوى قياسي بلغ 147 دولارًا للبرميل قبل أن ينخفض بشكل كبير بسبب الأزمة الاقتصادية العالمية.

عام 2010
بدء الإنتاج بأعمق منصة بحرية للحفر والإنتاج في العالم، والتي ترسو على ارتفاع 8000 قدم من المياه في خليج المكسيك.

عام 2010
يتسبب انفجار ناجم عن عطل بمانع انفجار منصة ديب ووتر هوريزون، وهي منصة حفر شبه غاطسة، في مقتل 11 شخصًا ويؤدي إلى أكبر تسرب نفطي في المياه الأمريكية.

عام 2015
تقوم منصة سخالين-1 بحفر أطول وأعمق بئر أفقي في جزيرة سخالين بروسيا.

عام 2016
أسعار النفط تنخفض إلى 26 دولارا للبرميل.

عام 2016
الولايات المتحدة تسمح بتصدير النفط للمرة الأولى منذ الحرب العالمية الثانية.

الكشاف

(أ)

الآبار الجزافية 29
آبار النفط 12–13، 20، 38، 52–53
آبار النفط المتدفقة 14
أبراج التقطير الأنبوبي 43
إبراموفيتش، رومان 51
إجناسي لوكاسفير 12
الاحتباس الحراري 54، 58، 62
احتياطيات النفط 56
أرجان، إيميه 10–11، 68
الإرهاب 39
أزمة النفط (1973)، 70
استهلاك النفط 6، 14، 40، 56–57، 58
الأسفلت 16، 27، 44، 68
الإضاءة 10–11، 21، 42، 66
إعادة تدوير النفايات 59، 71
أكسون فالديز 53، 70
ألاسكا 30، 39، 53، 54، 70
الألكانات 16
الألياف الصلبة 49
الإمارات العربية المتحدة 50–51، 53
الأنبيق 12
الإنتاج 29، 30–31، 33، 34–35، 36–37، 45، 51، 52، 54، 56–57، 60، 64، 66، 69–70
الإنتاج الكمي 14
انسكابات النفط 40–41، 53، 70
الأوكتان 16–17
أوكرانيا 68
الإيثان 21، 42
الأيزوبوتان 21

(ب)

بارکس، ألكسندر 48
الباركسين 48
الباكليت 4، 48
باكو 12، 50، 68–69، 70
البتروكيماويات 2، 46–47
البترول 10، 12–13، 16، 31، 33، 41، 46–47، 51، 52، 54، 57، 64–65، 66، 69، 70–71
البتومين 8، 9، 16، 17، 19، 26–27، 68
بتومين بابل 8–9، 27، 68
بحيرة الزفت (ترينداد) 27
بدائل النفط 60
البراميل 6، 7، 26، 38، 40، 42، 44، 51، 52، 54، 56، 57، 69، 70
برك القار 27
البروبين 21، 42
بريتيش بتروليوم 51، 56، 69، 70
البنزين 16، 19
البنزين 6–7، 14، 17، 38، 42–43، 44–45، 60–61، 66، 69
بوردينو، فيرجينيو 14
البوليبروبلين 46، 48
البوليثيلين 48
البوليثين عالي الكثافة 47، 48
البوليثين منخفض الكثافة 48
البوليستيرين 7، 47، 48
البوليمرات 48–49
بيسل جورج 12
البيوتان 3، 21، 42

(ت)

تاجييف، حاجي 50
تسرب النفط 16، 27، 68
التقطير الجزئي 42
التكثيف 16، 20

التكسير 42-43، 69
التكنولوجيا 22، 29، 30–31، 36–37، 52، 54–55، 60، 63، 71
التكنولوجيا متناهية الصغر 31
تكون النفط 18–19
التمثيل الضوئي 18
التوربينات 44، 62–63
توفير الطاقة في المنازل 59
التيربين 17

(ث)

ثاني أكسيد الكربون 20، 22، 54–55، 60، 62–63، 70
الثروة 50–51

(ج)

جسم الإنسان 17
جلفطة القوارب 8، 68
جنسر، أبراهام 12، 68
جوارب النايلون 15، 46–47، 69
جيتي، جين بول 50

(ح)

حرائق آبار النفط 53
الحرب 15، 57، 69، 70
حفارات النفط 2، 34–35، 70
الحفاظ على النفط 58–59
الحفر 12–13، 14، 19، 28–29، 30–31، 32–33، 34–35، 36–37، 52–53، 54–55، 63، 64، 66، 68، 70
حقول النفط 12–13، 25، 38، 42، 52، 55، 65، 70
الحمار ذو الرأس المتأرجح 12–13

(خ)

الخث 62
الخط الزمني لعصر النفط العالمي 68–70
خط أنابيب باكو – تبليسي – جيهان 38، 70
خط أنابيب ترانس ألاسكا 39، 70
خطوط الأنابيب 7، 20–21، 23، 30، 34، 36–37، 38–39، 66
الخلايا الكهروكيميائية الضوئية 63
خلايا الوقود 61

(د)

دريك، إيدوين ال 12، 69
الديزل 2، 17، 42–43، 44–45، 55، 57، 61

(ر)

رأس الحصان 12–13
رمال القار 26، 70
الرمال النفطية 26، 31، 56
روسيا 20، 51، 56–57، 69، 70
روكفلر، جون دي 50، 69

(ز)

الزراعة (فلاحة) 7، 60
الزفت 8، 11، 16
الزلازل 39، 52
زيت الحوت 10–11، 12، 68–69
الزيوت الضرورية 17
الزيوت النباتية 9، 10، 61

(س)

سدادات خطوط الأنابيب 38
السفن 17، 21، 22، 27، 34، 37، 40، 44، 53، 68–69
سميث، ويليام 25
سوبر ماركت 6، 58
السيارات 6–7، 14، 44–45، 55، 57، 58، 60–61، 66، 69
السيارات المهجنة 44، 61
سيارات تعمل بالبخار 14
سيارات تعمل بوقود الهيدروجين 61
السياسة 38، 52، 68
سير والتر رايلي 27

(ش)

شجرة عيد الميلاد 32، 37
شركة النفط الأنجلو – إيرانية 69
شمع البارافين 47
الشموع 47
شيريه، جول 10

(ص)

الصخور 18–19، 23، 24–25، 26، 28–29، 32، 34، 37، 63
الصين 20، 55، 57، 70

(ط)

الطاقة الشمسية 51، 61
الطاقة المائية 63
الطاقة النووية 21، 62، 70
الطاقة 6–7، 17، 18، 20–21، 22، 30–31، 33، 37، 39، 44، 46، 51، 53، 54–55، 56–57، 58–59، 60، 62–63، 64، 66، 70–71
الطرق 6، 14، 27، 55، 68
الطفل الصفحي الزيتي 26–27
الطيات المحدبة 24، 25–27، 39

(ع)

العطريات (المركبات العطرية) 16
العقاقير 46–47
عُمَّال الحفْر المهرة 35، 65
العوالق 18

(غ)

الغاز 6، 10، 13، 16، 19، 20–21
الغاز الحامضي 20
الغاز الحيوي 20
الغاز الطبيعي 6، 8، 16، 19، 20–21، 22–23، 33، 37، 48–49، 51، 52–53، 54، 56–57، 58، 62–63، 64، 66، 68، 70–71
الغاز الطبيعي السائل 20–21، 70
غاز الفحم 21، 22، 68
غاز المدن 21
الغواصون، حفارات النفط الشاطئية 35

(ف)

الفحم 2، 12، 14، 20–21، 22–23، 27، 44، 54، 57، 58، 62–63، 68، 71
فورد، هنري 14

(ق)

القار 16، 27، 68
قار الفحم 27
قرطاج 9، 11

(ك)

الكاربوهيدرات 17، 60
كاروزرز، والاس 15
كلوريد البوليفينيل 15، 47، 48
الكهرباء 6، 21، 22، 32، 44، 51، 56، 58–59، 62–63، 66
الكوك 43، 44
الكوليسترول 17
الكويت 51، 52، 57، 69، 70
الكيروجين 19، 24، 26–27
الكيروسين 10، 12، 14، 17، 27، 42، 68–69

(ل)

اللدائن 6، 15، 42، 46، 48–49، 59
اللدائن المدعمة بألياف الكربون 49

(م)

ماك آدام، جون لودون 27
المتاحف 71
المحركات 14، 44–45، 51، 55
محطات الطاقة 17، 22، 54
محطات الغاز 50، 61
مراقبو الإنتاج 35، 65
المريخ (حفر) 31
مستحضرات التجميل 46
المسح الزلزالي 5، 28، 30، 37، 52، 54، 64
المسوح المغناطيسية 29
مسئولية المجتمع 66–67
المشاعل 10–11
مشتعل 66
مصابيح الشوارع 21، 68
مصادر النفط الأمريكي 57
مصافي التكرير 43
المصائد، 18–19، 24، 28
مصفاة تكرير النفط 13، 16، 36، 38، 43، 53
مقياس الجاذبية 29
مقياس الغاز 21
المنخربات 19
المنظفات 46
منظمة الأوبك 52، 69، 70
المنقبون المغامرون 14
المهن 64، 71
المواد المصنوعة من النفط 46–49
مواقع إنترنت لمزيد من المعلومات 71
موانئ النفط 41
المومياوات 9
المومياوات المصرية 9، 68
الميثان 16–17، 20–21، 22–23، 42، 54، 60

(ن)

النافيتيات 16
ناقلات النفط 40
ناقلات النفط العملاقة 6–7، 34، 37، 40–41، 53
النفط الخام 6، 12، 16–17، 20، 26–27، 30، 33، 38–39، 40–41، 42-43، 47، 52، 66، 68–69
النفط الغازي 42
نيجيريا 51، 56، 67

(هـ)

هاركينس، إدوارد 50
هارولدسون، هانت 50
هرمونات الإستورويدات 17
هلام الهواء (إيروجيل) 3
الهليوم 21، 62
الهموم البيئية 51
هياكل الآبار 12–13
الهيدروكربونات (المركبات الهيدروكربونية) 17، 19، 37، 42–43، 45، 46–47، 48–49، 69

(و)

واتسون، جوناثان 50
وسائل المواصلات 6–7، 14، 22، 36، 40–41، 44–45، 52–53، 58، 60
الوقود الحفري 51، 54، 63، 71
الوقود الحيوي 51، 60–61، 63
وقود الطائرات 17، 38، 42، 44–45، 57
ويليامز، جيمس 12

(ي)

يونج، جيمس 27، 68

Acknowledgments

Dorling Kindersley would like to thank: Karen Whitehouse for editorial work; Dawn Bates for proofreading; Hilary Bird & Heather MacNeil for the index; Claire Bowers, David Ekholm-JAlbum, Clarie Ellerton, Sunita Gahir, Joanne Little, Susan St Louis, Steve Setford, & Bulent Yusef for help with clip art; David Ball, Kathy Fahey, Neville Graham, Rose Horridge, Joanne Little, & Sue Nicholson for the wall chart; Margaret Parrish for Americanization on the original edition; Margaret Watson (SPE); Kelly D. Maish for redesign and composition work; Katherine Linder for image manipulation.

The publisher would like to thank the following for their kind permission to reproduce their photographs:

(الرموز : a-فوق، b-أسفل/سفلي، c-وسط، f-بعيد، l-يسار، r-يمين، t-أعلى)

2 Dorling Kindersley: Judith Miller / Ancient Art (tc); Oxford University Museum of Natural History (cb). **Wikipedia:** (bl). **3 Dorling Kindersley:** Natural History Museum, London (tl). **4 Dorling Kindersley:** Judith Miller / Luna (bc); Science Museum, London (l). **5 Woodside Energy Ltd. (www.woodside.com.au):** (tr). **6 Courtesy of Apple. Apple and the Apple logo are trademarks of Apple Computer Inc., registered in the US and other countries:** (c). **Getty Images:** Bloomberg (bl); Stone + / Tim Macpherson (tr). **Science Photo Library:** Paul Rapson (tl). **6-7 Getty Images:** Lester Lefkowitz / Photographer's Choice (bc). **7 Alamy Stock Photo:** Worldspec / NASA (tr). **Getty Images:** Photographer's Choice / Joe McBride (tc). **8 Alamy Stock Photo:** Werner Forman / Heritage Image Partnership Ltd (b). **9 Alamy Stock Photo:** Falkensteinfoto (crb). **Bridgeman Images:** British Library, London / © British Library Board. All Rights Reserved (cb/castle); Private Collection, Archives Charmet (tc). **Dorling Kindersley:** (tr, bl, br); Judith Miller / Cooper Owen (bl/arrow). **10-11 Dorling Kindersley:** Science Museum, London (c). **10 Dorling Kindersley:** Science Museum, London (bc). **Mary Evans Picture Library:** (tl). **11 Alamy Stock Photo:** North Wind Picture Archive (tr). **Bridgeman Images:** Lebrecht Music and Arts (br). **Dorling Kindersley:** Judith Miller / Ancient Art (bc); Science Museum, London (tl). **12 Getty Images:** Bettmann / Corbis (tc, ca); Universal Images Group (cl). **Oil Museum of Canada, Oil Springs, Ontario:** (bl). **12-13 Alamy Stock Photo:** Ping Han. **13 Getty Images:** George Rinhart (br); Three Lions (tc); Texas Energy Museum / Newsmakers (tr). **Library of Congress, Washington, D.C.:** (bc). **14 Dorling Kindersley:** National Motor Museum, Beaulieu (tl, cr). **Getty Images:** Hulton-Deutsch Collection / Corbis (bl); Hulton Archive (bc). **15 The Advertising Archives:** (tr, br). **Alamy Stock Photo:** Robert Fried (l). **Dorling Kindersley:** Science Museum, London (cb). **16 Dorling Kindersley:** Natural History Museum, London (bl). **iStockphoto.com:** francisblack (tl). **16-17 Science Photo Library:** Laguna Design (cb). **17 Science Photo Library:** Paul Rapson (br). **18 Getty Images:** John Clegg / Science Photo Library (bl). **NASA:** Jeff Schmaltz, MODIS Rapid Response Team, GSFC (tr). **19 Dorling Kindersley:** Rough Guides (tl). **Getty Images:** Steve Gschmeissner (tr). **NASA:** Susan R.Trammell (UNC Charlotte) et al., ESAIC, HST, ESA (bl). **Dr Richard Tyson, School of Geoscience and Civil Engineering, Newcastle University:** (clb). **20 Mary Evans Picture Library:** (tl). **Shutterstock:** kaiser-v (tr). **20-21 Dreamstime.com:** Oleksandr Kalinichenko / (cb). **naturepl.com:** Bryan & Cherry Alexander (b). **21 Alamy Stock Photo:** Angel Svo (tr). **Getty Images:** John Guillemin / Bloomberg (bc); Hulton-Deutch Collection / Corbis (tl). **22 U.S. Department of Energy's National Energy Technology Laboratory:** (br). **23 Canadian Society for Unconventional Resources:** (r). **Dorling Kindersley:** Source: U.S. Energy Information Administration based on data from various published studies. Updated: June 2016 (tl). **Woodside Energy Ltd. (www.woodside.com.au):** (bl). **24-25 Alamy Stock Photo:** Vitaly Titov (b). **25 Alamy Stock Photo:** The Picture Art Collection (c). **Bridgeman Images:** Natural History Museum, London (br). **Dorling Kindersley:** Natural History Museum, London (c/sandstone). **Landsat 7 satellite image courtesy of NASA Landsat Project Science Office and USGS National Center for Earth Resources Observation Science:** (tl). **26 Alamy Stock Photo:** Peter Essick / Aurora Photos / Cavan (tl). **Rex by Shutterstock:** Norm Betts (bl). **26-27 Rex by Shutterstock:** Norm Betts (b). **27 Alamy Stock Photo:** Rose-Marie Murray (c). **Dreamstime.com:** Rimpilstilskin (tl). **Getty Images:** Corbis /VCG (tc); Hulton Archive (tr). **Science & Society Picture Library:** (br). **Science Photo Library:** Michael Long (cla). **28 Petrobras:** (br). **Science Photo Library:** Chris Sattlberger (tr). **Woodside Energy Ltd. (www.woodside.com.au):** (bl). **29 Getty Images:** Bob Rowan / Progressive Image / Corbis (cra); Tim Wright / Corbis (tr). **Micro-g Lacoste:** (tl). **Woodside Energy Ltd. (www.woodside.com.au):** (b). **30-31 Getty Images:** Greg Smith / Corbis (bc). **30 Getty Images:** exi5 / iStockVectors (tl). **Photographic Services, Shell International Ltd.:** (bc). **31 NASA:** (br). **33 Getty Images:** Keith Wood / The Image Bank (bl). **34 Getty Images:** National Geographic / Justin Guariglia (bc). **Reuters:** Greg Locke (tl). **35 Alamy Stock Photo:** Amar and Isabelle Guillen - Guillen Photo LLC (tr). **Dorling Kindersley:** Natural History Museum, London (br). **Getty Images:** Robert Nickelsberg (bc). **36 © BP p.l.c.:** (br). **Saudi Aramco:** (tl). **Transocean:** (tr). **37 SERPENT Project:** (bl). **Statoil:** Norsk Hydro (tc). **Transocean:** (br). **38 Getty Images:** Ross Land (br); Mustafa Ozer / AFP (bc); Ted Streshinsky / Corbis (tr). **NASA:** JPL (bl). **ROSEN Swiss AG:** (c). **39 Alamy Stock Photo:** Carl Johnson / Design Pics Inc (b). **Getty Images:** Lloyd Cluff / Corbis (tr); Jacques Langevin / Corbis Sygma (tc). **40 Auke Visser, Holland:** (clb). **40-41 Alamy Stock Photo:** Stock Connection Blue (c). **41 Alamy Stock Photo:** Roger Bamber (br). **Getty Images:** Stone / Keith Wood (tc). **42 Dorling Kindersley:** Peter James Kindersley (clb). **Getty Images:** Roger Ressmeyer / Corbis /VCG (cr). **Science Photo Library:** Paul Rapson (bc). **43 Alamy Stock Photo:** AGStockUSA, Inc. (tl). **Dreamstime.com:** Shariff Che\'Lah (b). **Getty Images:** Keith Wood / The Image Bank (tr). **44 Alamy Stock Photo:** Chronicle (tl). **Getty Images:** 3alexd / E+ (tr); Matthias Kulka / Corbis (bl). **45 Alamy Stock Photo:** kolvenbach (cl); Mark Wagner Aviation-Images (b). **Dreamstime.com:** Johnny Habell (tl). **46-47 Nat Geo Image Collection:** (c). **46 Science Photo Library:** NASA / ESA / STSCI / E.KARKOSCHKA, U.ARIZONA (cl). **47 Science Photo Library:** Eye of Science (cr). **48 Dorling Kindersley:** Judith Miller / Wallis & Wallis (tl); Judith Miller / Luna (cr). **Getty Images:** LongHa2006 / E+ (br/pill bottle). **Wikipedia:** (tr). **49 Alamy Stock Photo:** imagebroker / Stefan Obermeier (br); Kari Marttila (ftl). **Getty Images:** Science & Society Picture Library (clb); Greg Wood / AFP (tr). **Science & Society Picture Library:** (tl). **50 Getty Images:** Jose Fuste Raga / Gamma-Rapho (b). **Mary Evans Picture Library:** (tr). **51 © BP p.l.c.:** (bc). **Dreamstime.com:** Olga Besnard (tl); Thanyalak Chalermarrewong (cra). **Getty Images:** Alex Livesey (br). **Reuters:** Akintunde Akinleye (bl). **52 Getty Images:** Karen Kasmauski / Corbis (bl). **53 123RF.com:** jukurae (tl). **Getty Images:** Albert Ceolan / De Agostini (bl). **Pixabay:** Anita Starzycka (br). **54 Alamy Stock Photo:** Mike Hill (cb). **iStockphoto.com:** tfoxfoto (tr). **NASA:** (bl). **55 Dorling Kindersley:** Garry Darby, American 50s Car Hire (b). **Getty Images:** Little Dinosaur (tr). **56-57 © BP p.l.c.:** (background). **Dorling Kindersley:** Garry Darby, American 50s Car Hire (bc). **56 Getty Images:** Matthias Kulka / Corbis (tr, l/oil drums). **Vattenfall Group:** (cr). **57 Getty Images:** Matthias Kulka / Corbis (tl). **58 Alamy Stock Photo:** Richard Cooke (l); Andre Jenny (tr). **Getty Images:** CostinT / E+ (br). **59 Alamy Stock Photo:** allOver Photography (br). **Getty Images:** studiocasper / E+ (bl). **Science Photo Library:** Tony McConnell (tl); Alfred Pasieka (cl). **60-61 BMW Group UK:** (bc). **60 Alamy Stock Photo:** David R. Frazier Photolibrary, Inc. (tl). **Dreamstime.com:** Colin & Oksana Phillipson (bl). **61 Biodys Engineering:** (br). **Daimler AG:** (tl). **62-63 Getty Images:** Stone / David Frazier (c). **63 Getty Images:** Otto Rogge / Corbis (br); Paul A. Souders / Corbis (tl). **64 Photographic Services, Shell International Ltd.:** (br). **Woodside Energy Ltd. (www.woodside.com.au):** (tr, bl). **65 © BP p.l.c.:** (tc, c, crb). **Statoil:** (b, tr). **Transocean:** (tl). **66 Getty Images:** De Agostini (br); Photodisc (cl). **67 Getty Images:** Sophie Elbaz / Sygma (tr); SM Rafiq Photography / Flickr (bc); Tom Stoddart Archive / Hulton Archive (tl). **68-69 © BP p.l.c.:** (background). **68 Bridgeman Images:** British Museum, London (bl). **Dreamstime.com:** Blossfeldia (tc). **69 Getty Images:** Bettmann / Corbis (bl). **70-71 © BP p.l.c.:** (background). **70 © BP p.l.c.:** (tl). **Getty Images:** Natalie Fobes / Corbis (bl); Jerry Grayson / Helifilms Australia PTY Ltd. (br). **71 Courtesy of Apple. Apple and the Apple logo are trademarks of Apple Computer Inc., registered in the US and other countries:** (bc/Laptop). **© BP p.l.c.:** (bc/screen image). **Dorling Kindersley:** Peter Griffiths & David Donkin - Modelmakers (bl).

Cover images: *Front:* **Alamy Stock Photo:** Ping Han c; **Getty Images:** Roger Ressmeyer / Corbis /VCG tl, Stone / Keith Wood ftr; **ROSEN Swiss AG:** ftl; **Science Photo Library:** Eye of Science tr, Chris Sattlberger tc; *Back:* **Alamy Stock Photo:** David R. Frazier Photolibrary, Inc. tc; **Dreamstime.com:** Oleksandr Kalinichenko c; **Getty Images:** Bloomberg tl; **Rex by Shutterstock:** Norm Betts ftr; **Science Photo Library:** Paul Rapson ftl; **Statoil:** Norsk Hydro tr.

All other images © Dorling Kindersley
For further information see: www.dkimages.com