الحياة الخضراء

وسائط النقل الخضراء

نقله إلى العربية

محمد عبد الكريم قعدان

obeikan.com

العبيكان
Obeikan

Original Title
LIVING GREEN
Green Transportation

Author:
By World Book Inc.
Copyright © 2010, 2009 World Book, Inc.
ISBN-10: 0716614057

ISBN-13: 978-0716614050

All rights reserved. Authorized translation from the English language edition
Published by **World Book, Inc**. Michigan (U.S.A.)
حقوق الطبعة العربية محفوظة للعبيكان بالتعاقد مع وورلد بوك المحدودة. الولايات المتحدة الأمريكية.

© العبيكان Obeikan 2012 ـ 1433

ح شركة العبيكان للتعليم، 1437هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
مجموعة مؤلفين
سلسلة الحياة الخضراء
وسائط النقل الخضراء./ مجموعة مؤلفين؛ محمد عبد الكريم قعدان
- الرياض، 1437هـ
64 ص؛ 20× 28 سم،
ردمك: 4 - 928 - 503 - 603 - 978
1 - الحياة الخضراء أ. العنوان ب. السلسلة
ديوي: 813 رقم الإيداع: 4730 / 1437

الطبعة العربية الأولى 1437هـ - 2016م

الناشر العبيكان Obeikan للنشر
المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول
هاتف: 4808654 فاكس: 4808095 ص.ب: 67622 الرياض 11517

موقعنا على الإنترنت
www.obeikanpublishing.com
متجر العبيكان Obeikan على أبل
http://itunes.apple.com/sa/app/obeikan-store

امتياز التوزيع شركة مكتبة العبيكان Obeikan
المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول
هاتف: 4808654 - فاكس: 4889023 ص. ب: 62807 الرياض 11595

جميع الحقوق محفوظة للناشر. ولا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواء أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

obeikan.com

قائمة المحتويات

وسائط النقل؛ حاجة الإنسان الأساسية 4
السيَّارات 8
التلوُّث النَّاجم عن السَّيَّارات 10
معاناة المدن 14
الوقود الحيوي 16
السَّيَّارات الكهربائية والهجينة 18
المركبات البديلة 20
الدرَّاجات النارية 22
بدائل الدرَّاجات النارية 24
الشاحنات 26
محرِّك الديزل 28
صناعة الديزل الصديق للبيئة 30
الحافلات 32
القطارات 34
نقل الأفراد 36
قطارات النقل الجماعي 38
السفن والقوارب 40
طاقة الديزل الحيوي 42
شراع الطاقة الشمسية 44
الطائرات 46
النقل الجوي والتلوُّث 48
الابتكار في مجال الطيران 50
الحكومات ووسائط النقل 52
ما الذي يتعين على الحكومات فعله؟ 54
ماذا يمكنك أن تفعل؟ 56
الأنشطة 58
مسرد المصطلحات 60
مصادر تعلم إضافية 62

يتوافر مسرد المصطلحات في الصفحتين 60،61؛ عُرِّفت فيه المصطلحات التي تظهر بخط داكن عند ورودها في الدرس أول مرَّة.

obeikan.com

وسائط النقل؛ حاجة الإنسان الأساسية

ملخص

تشمل **وسائط النقل** جميعها وسائط نقل الناس والمنتجات حول العالم.

لقد غيرت وسائط النقل الحديثة طريقة حياتنا بصورة كبيرة، ولكن هذا التغير أعقبه نفقات باهظة على سلامة البيئة.

تستخدم معظم وسائط النقل مشتقات البترول (النفط)، وهو مورد محدود وسينضب في يوم ما. ويعدُّ حرق مشتقات البترول أحد أسباب التلوُّث البيئي، إضافة إلى ما ينجم عنه من غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يتراكم في الغلاف الجوي مسبِّبًا احترارًا عالميًّا؛ لذا فإن تقليل الأثر البيئي لوسائط النقل يعدُّ أمرًا حيويًّا للحفاظ على البيئة.

تكوِّن آلاف الطائرات التجارية شبكة من الخطوط في العالم كلَّ يوم.

توجد سيارات لنقل العائلات من كاليفورنيا عابرة الولايات المتحدة إلى ساحل مين، ولما كان البرد شديدًا في كندا، فتوجد طائرة لنقل المستجمين في شهر يناير إلى جزيرة مشمسة في البحر الكاريبي، وتوجد أيضًا سفينة ضخمة، تنقل ملايين الجالونات من **النفط الخام** عبر المحيطات.

هذه الشواهد جميعها أمثلة على وسائط النقل، وهي وسائل لنقل الناس والمنتجات، ومن دونها ستتعطل شؤوننا الحياتية. أما استخدامات وسائط النقل، فكثير منها مألوف بالنسبة إلينا؛ فمركبات تنقل الأشخاص إلى المدارس وأماكن العمل، وقطارات تنقل المسافرين في رحلاتهم ذات المسافات المتوسطة، وطائرات تستخدم في الرحلات ذات المسافات الطويلة، ومع ذلك نادرًا ما نفكر فيما وراء وسائط النقل التي تيسِّر طريقة حياتنا؛ فمثلًا الأغذية جميعها التي نشتريها من البقالات تُشحن من مكانٍ ما، ومعظم الغاز أو النفط الذي يزوِّدنا ومنازلنا بالدِّفء، من المحتمل أنه يُنقل عبر أنابيب تحت الأرض، زد على ذلك أن خدمات البريد تعتمد على كثيرٍ من وسائط النقل، ومنها الشاحنات والطائرات.

توضح الصورة أعلاه سفينة شحن تنقل كميات كبيرة من المنتجات عبر العالم.

حقيقة

وفقًا **لوكالة حماية البيئة** في الولايات المتحدة الأمريكية، فإن نقل الناس والمنتجات في الولايات المتحدة مسؤول عن (27%) إلى (30%) من **انبعاثات** غاز ثاني أكسيد الكربون في العالم.

نفقات النقل

تحتاج وسائط النقل إلى الطاقة، وهي سلعة غالية الثمن في العالم الحديث. وقد اعتمدت معظم أنشطتنا في القرن الماضي على الطاقة التي نحصل عليها من **البترول** (النفط)، والفحم الحجري، والغاز الطبيعي؛ حيث تكوِّن هذه الأنواع ما يُعرف **بالوقود الأحفوري** الذي يوجد في ترسبات تحت الأرض، تكوَّنت من بقايا نباتات وحيوانات عبر ملايين السنين، أما حاليًّا، فكلنا يعلم تناقص موارد الوقود الأحفوري مع الزمن، وأنها ستنفد يومًا ما؛ لذا فإنَّها تُعدُّ **موارد غير متجددة**، وإذا نفد الوقود الأحفوري هذا، فإنه سينفد إلى الأبد، ولما كان استهلاك الناس أكثر من الكميات المتاحة، فإنَّ أسعاره في تزايد مستمر، بالإضافة إلى نفقات باهظة أخرى تُنفق نتيجة لاستخدام الوقود الأحفوري تتمثَّل في قضايا التلوث.

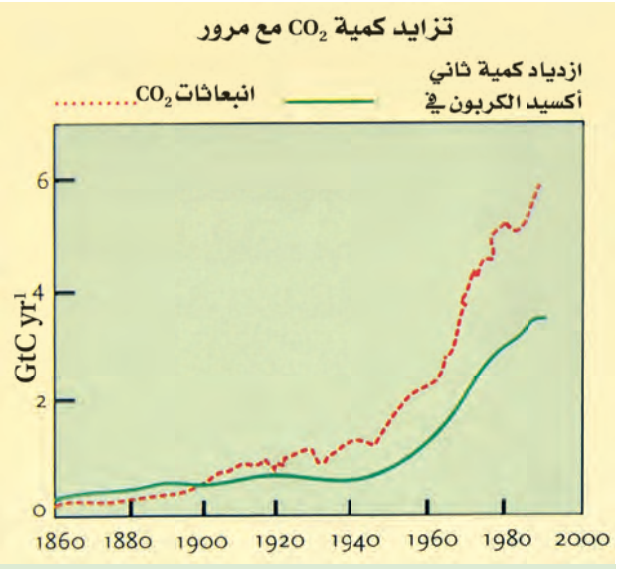
أما التلوُّث فهو القاذورات والنُّفايات التي تُلحق الضَّرر بالمخلوقات الحية والبيئة، ما يؤدي مع مرور الزمن إلى الإخلال بالدورات الطبيعية التي تحافظ على نظافة الأرض وسلامتها. وللحصول على الطاقة من النفط والفحم الحجري والغاز الطبيعي لا بدَّ من حرقها. وإما **الاحتراق** فهو تفاعل كيميائي، يتحد فيه أكسجين الهواء كيميائيًّا مع الوقود كالخشب، أو الفحم الحجري، ما يولِّد طاقة على صورة ضوء وحرارة، ويعطي أيضًا **ثاني أكسيد الكربون** (غاز لا لون له ولا رائحة)، وبخار الماء، وكميات قليلة من مواد أخرى.

تحرق السَّيَّارات كميات من الوقود الأحفوري، وتطلق كميات كبيرة من الملوِّثات.

obeikan.com

ثاني أكسيد الكربون

غـاز ثاني أكسيـد الكربون هو أحد نواتـج الاحتراق الرئيسة، وعلى الرغم من أنه لا يلحق ضررًا بالمخلوقات الحيـة بصورة مباشرة عادة، فإن الكميات الكبيرة التي ينبعـث منها بفعل الأنشطة البشرية أصبحت تُعدُّ خطرًا كبيرًا على التَّوازن الطبيعي للغازات في الغلاف الجوي. يعدُّ غاز ثاني أكسيد الكربون أحد المكوِّنات الرئيسة في الهواء؛ لأنه يساعد على **تنظيم** درجة حرارة الأرض من خـلال احتباس بعض حرارة الأرض في الغلاف الجوي. وتسمـى هذه العملية **ظاهرة الدفيئـة** ولها أهمية كبيرة في حفظ حـرارة الأرض، ولكن بتراكم كميـات كبيرة مـن ثانـي أكسيد الكربـون في الغـلاف الجـوي تزداد كميـة الحـرارة المحتبسـة، ولمَّا كان لغاز ثانـي أكسيد الكربـون دور فـي ظاهرة البيت الزجاجـي، فإنه يُسمى **غـاز الدفيئـة**. وهو ليس وحـده غاز الدفيئة في الغلاف الجـوي، بل هو الغاز الأكثر شيوعًا.



يقارن الرسم البياني أعلاه بين معدل الزيادة السنوية لتركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (الخط الأخضر)، ومعدل انبعاثاته التي تُطلق من جرَّاء أنشطة الإنسان (الخط الأحمر).

الاحترار العالمي

يُعـدُّ تراكم ثانـي أكسيد الكربـون أحد الأسبـاب الرئيسة فـي **الاحترار العالمـي**؛ حيـث ارتفعـت درجة حـرارة سطح الأرض في القـرن الماضي. ويعتقد معظم العلماء أن المسبب الرئيس لهذا الارتفاع في درجة الحرارة هو الأنشطة البشرية المتمثلة في حرق الوقود الأحفوري.

ينبعث عن المركبات، كالدراجات النارية، غاز ثاني أكسيد الكربون وغيره من الملوِّثات.

إنَّ وسائـط النقل ليسـت الأنشطة البشرية الوحيـدة المسؤولة عن تكاثر ثانـي أكسيد الكربون في الغلاف الجوي؛ فهنـاك أنشطة بشرية أخرى تُطلق ثانـي أكسيـد الكربون، مثـل المصانع (صنـع المنتجات)، وتوليـد الكهرباء فـي محطات الطاقة وتدفئـة المباني، ومع ذلك فإن وسائـط النقل تُعدُّ أحد الأسبـاب الرئيسة في إطلاق ثانـي أكسيد الكربون، مـع الأخذ في الحسبان أن الحاجـة إليها سوف تزداد في الأيام القادمة؛ لذا فأي توجه نحو السلامة البيئية لابد من أن يأخذ في الحسبان احتياجات الناس لوسائط النقل هذه.

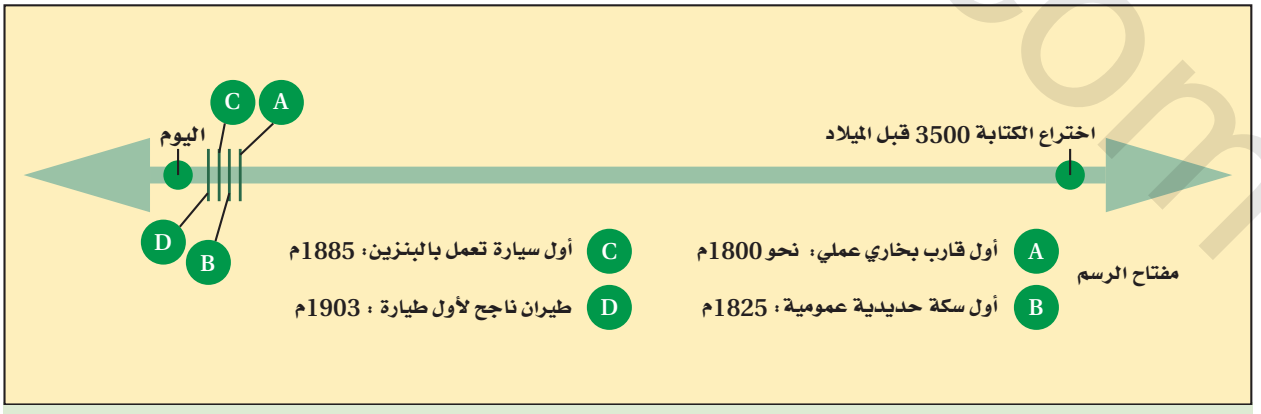
(ثورة وسائط نقل) أخرى

لقـد غيَّـرت وسائط النقـل الحديثة فـي الأنمـاط الحياتيـة للمجتمعات البشريـة، ولكنها أسهمت بالمقابل في مشكلات التلوُّث على مستوى البشرية قبـل القرن التاسـع عشر الذي كان يفتقـر إلى أي خبرات فـي هذا المجال. وخـلال معظـم تاريخ البشريـة، اعتمـد النـاس فـي ترحالهم علـى طاقتهم البشريـة، أو طاقـة الحيوانـات، أو طاقة الريـاح فقط، ولم يكـن أي نوع من وسائـط النقل التي تعمل بالمحركات مستخدمًـا على نطاق واسع قبل القرن التاسـع عشر، وعليه فقد صاغ المؤرخون جملـة (ثورة وسائط النقل) لوصف التطورات السريعة في وسائط النقل التي بدأت في بداية القرن التاسع عشر.

ربمـا يتعين علينا حاليًّا، ابتكار ثورة وسائط نقل جديدة؛ لإيقاف التراكم السريـع لثانـي أكسيد الكربون وغيـره من **الملوِّثات** في غلافنـا الجوي؛ لذا يطـوِّر المهندسون والعلماء وسائط نقل ذات تقنيات أقلَّ تلويثًا للبيئة بصورة كبيرة؛ فهناك بعض وسائط النقل الجديدة تسبب تلوثًا قليلًا، أو لا تسبب أيَّ تلـوث على الإطلاق، ولو عدنا إلى عصرنـا الحالي بعد ثلاثين سنة من الآن، فربمـا سنُدهش بسبـب استخدامنا آلات تفتقر إلى الفاعليـة (تستهلك قدرًا كبيرًا من الطاقة)، وتلوِّث البيئة أيضًا.

حقيقة

قبل انتشـار وسـائط النـقل التي تعمل بالمحركات، كان معدل قطع المسافات الطويلة برًّا بالعربات التي تجرها الخيول أو البغال نحو عشرة أميال (16 كيلومترًا) في الساعة. وكذلك كان السير على الأقدام أبطأ من ذلك بكثير.



المقارنة بين التغيرات التي طرأت على وسائط النقل الحديثة والسريعة جدًا عبر تاريخ الحضارات جميعها.

السيَّارات

ملخص

السَّيَّارات هي المصدر الرئيس للتلوث، فمعظم السَّيَّارات تسير بوقود البنزين المشتق من البترول، ما يؤدي إلى إطلاق ثاني أكسيد الكربون وملوِّثات أخرى لدى حرقه.

يسعى العلماء وشركات صناعة السَّيَّارات إلى إنتاج سيارات أقل تلويثًا للبيئة، وقد أصبحت السَّيَّارات؛ الكهربائية والهجينة أكثر تطورًا وذات أسعار معقولة؛ فقد ازداد إقبال الناس عليها عندما تطورت تقنيًّا، وأصبحت تستهلك وقودًا أقل.

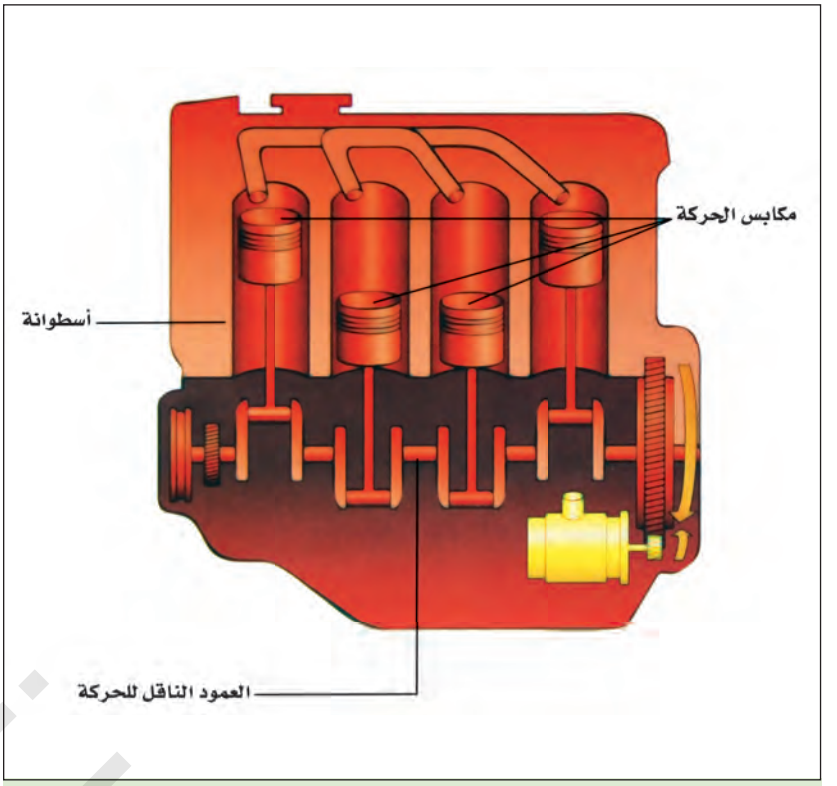
طوَّر العلماء أيضًا وقودًا بديلًا أقلَّ تلويثًا للبيئة من الوقود الأحفوري؛ فبعض السيَّارات تستخدم حاليًّا الوقود الحيوي (الوقود المشتق من النباتات).

سيارة (فورد T) هي أول سيارة بيعت عام 1908م، وهي أول سيارة أيضًا بيعت في الولايات المتحدة الأمريكية بسعر معقول.

تُعدُّ السيارات اليوم من أكثر وسائط النقل شيوعًا؛ لذا فهي في واجهة الاهتمامات البيئية المتعلقة بوسائط النقل، ولابد لنا من فهم **محرك الاحتراق الداخلي** في السيارة؛ لأنه مصدر الطاقة في معظمها.

يحرق محرك الاحتراق الداخلي الوقود الممزوج بالهواء داخل أسطوانات مغلقة، فتتمدَّد الغازات وتدفع المكبس إلى داخل الأسطوانة، حيث يرتبط المكبس بقضبان لنقل هذه الطاقة إلى عمود يسمى ناقل الحركة الذي ينقل حركة المكبس من حركة أعلى ـ أسفل إلى حركة دورانية، ومن ثَمَّ تنتقل إلى العجلات التي تحرك السيارة.

تعمل معظم محركات السيَّارات ضمن دورة أربعة أشواط؛ ففي هذه الدورة، يتحرك المكبس في الأسطوانة إلى الأعلى وإلى الأسفل، جاعلًا ناقل الحركة يتحرك حركتين مكتملتين (إلى الأعلى والأسفل)، وفي نهاية كل دورة تندفع الغازات المشتعلة التي تُسمى العادم إلى خارج الأسطوانة، ثم إلى أنبوب تخرج منه إلى الهواء.



يحرق المحرك الوقود لدفع المكابس التي تحرك بدورها ناقل الحركة.

عبقري - وغير فاعل

على الرغم من أن محرك الاحتراق الداخلي عبقري حقًّا، وأصبح المكوِّن الرئيس لمئات الملايين من السَّيَّارات المصنوعة في القرن العشرين، لكنه غير ذي جدوى بصورة كبيرة في إنتاج الطاقة.

إنَّ **كفاية الوقود** في السَّيَّارات وغيرها من وسائط النقل ترتبط بقدرة المحرك على إنتاج الطاقة بأقل كمية هدر لها، حيث تتحول معظم طاقة الوقود في الآلات ذات الكفاية العالية إلى طاقة لإنجاز عمل بأقل هدر ممكن، ومع ذلك فإن كفاية محركات الاحتراق الداخلي العادية المستخدمة في السَّيَّارات في تحويل الطاقة إلى عمل، لا تتجاوز (20%) إلى (25%)، وهذا ما يدل على أن ثلاثة أرباع الطاقة الناتجة هي طاقة ضائعة، ومعظم الطاقة الضائعة هي حرارة بسبب كثرة الأجزاء المتحركة في المحرك الداخي للاحتراق؛ حيث تسبب هذه الحركات جميعها احتكاكًا يولِّد حرارة.

نظرة عن قرب

جوتليب ديملار

طوَّر المهندس الألماني جوتليب ديملار (1834ـ1900م) أول محرك احتراق داخلي حقيقي، وعلى الرغم من أن هذا المهندس لم يبتكر فكرة محرك الاحتراق الداخلي، فإنه طوَّر وزميله ميباك الشكل العملي لهذا الجهاز في ورشة عمل خاصة بهما في شتوتجارت بألمانيا عام 1885م. وفي السنة نفسها، ركَّب ديملار المحرك على درَّاجة هوائية، فكوَّن أول درَّاجة نارية في العالم.

قدَّم ديملار وميباك عام 1889م أول سيارة حقيقية متكاملة، وقد اعتمدت أعمالهما في وضع أساسات لشركة ديملار بينز التي أصبحت من الشركات الرائدة في صناعة السَّيَّارات في العالم.

التلوُّث النَّاجم عن السَّيَّارات

تنتـج من محرك الاحتراق الذاتي طاقة بفعـل اشتعال **الوقود الأحفوري** مثـل البنزين في غرفة **الاحتراق**، وتنتج من هذه العملية نفايات محمولة جوًّا تُسمى **الانبعاثات**، فتُطلق في الهواء من خلال أنظمة العادم.

من أكثر انبعاثات السَّيَّارات، **ثاني أكسيد الكربون**، وهو المسبب الرئيس **للاحتـرار العالمـي** . بالإضافـة إلـى انبعاثات أخـرى للسيـارات، من مثل: أول أكسيـد الكربـون، والهيدروكربونات، وأكاسيـد النيتروجين، و**المركبات العضـوية المتطايرة** (VOC's)، والمواد العالقة. والجدول أدناه يصف هذه المركبات وتأثيراتها بصورة عامة في المخلوقات الحية والبيئة.

كل سيارة تسير على الطريق تلوِّث الهواء بمجموعة متنوعة من الملوِّثات.

صُنَّاع المواد الكيميائية المؤذية

يمكـن أن تمتزج انبعاثات السَّيَّارات بمواد أخـرى في الهواء لتكوين أنواع مختلفـة من **التلوُّث**؛ فمثـلًا تتحد أكاسيد النيتروجين مـع بخار الماء وثاني أكسيـد الكبريـت، وهو **ملـوِّث** ينبعث من محطـات توليد الطاقـة التي تعمل بالفحـم الحجري؛ حيث تكوِّن هذه المواد معًا **الأمطار الحمضـية** التي تضر بالمسطحـات المائيـة بصـورة كبيرة، وبالغابـات، والأجسـام الحجرية في مناطق كثيرة من العالم.

ملوِّثات في عوادم السَّيَّارات

المادة الملوِّثة	الوصف	التهديدات البيئية أو الصحية
ثاني أكسيد الكربون	غاز عديم اللون والرائحة، المنتج الرئيس للاحتراق.	يحجز حرارة الشمس، فيسبب ارتفاعًا في درجة حرارة الأرض (الاحترار العالمي).
أول أكسيد الكربون	غاز سام، عديم اللون والرائحة.	ضار للغاية بالمخلوقات الحية.
النفط والهيدروكربونات	جزيئات معقدة تصدر بسبب الاحتراق غير الكامل.	تسهم في تكوين (الضباب الدخاني) في المدن.
أكاسيد النيتروجين	مركبات النيتروجين والأكسجين من أكثر الغازات وفرة في الهواء، وتتكوَّن بوجود الحرارة العالية.	تسهم في تكوين المطر الحمضي والضبخن (الضباب الدخاني).
المركبات العضوية المتطايرة (VOC's)	تحتوي على مركبات الكربون التي تُطلق أبخرة في درجة حرارة الغرفة.	ضارة بالمخلوقات الحية.
المواد العالقة	دقائق صغيرة جدًّا من المواد الصلبة، تطفو بحرية في الهواء، وتسمى أيضًا السَّخام.	تحتوي على رصاص وجسيمات خطيرة جدًّا على المخلوقات الحية.

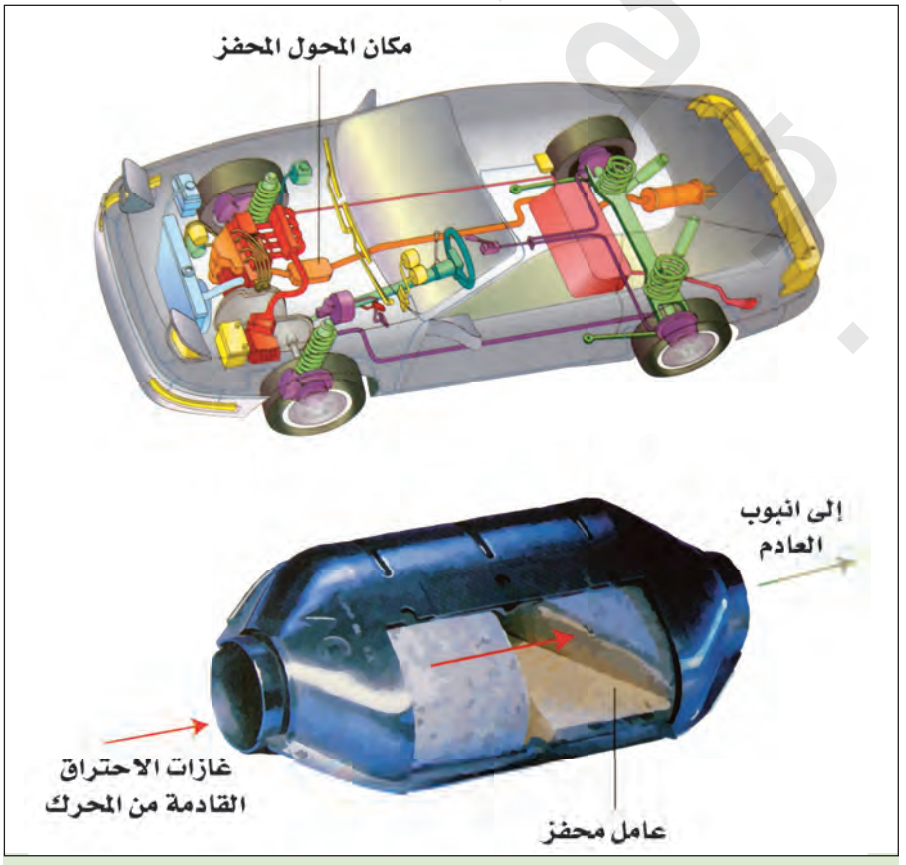
الضبخن (الضباب الدخاني): هو نوع من التلوُّث الجوي الذي يتكوَّن عندما تتحد غازات العادم معًا اتحادًا كيميائيًّا بوجود ضوء الشمس. **والأوزون** شكل من أشكال الأكسجين، وهو غاز حاد الرائحة، وقد يضر بالرئتين، ويعدُّ أحد المكوِّنات الرئيسة للضبخن الذي يتركز عادة في المدن، ومن آثاره ضيق في التنفُّس.

المحوِّل المحفِّز

تحتوي السَّيَّارات الحديثة على جهاز يُسمى **المُحوِّل المُحفِّز** الذي يساعد على تقليل عدد الملوثات المنبعثة من محرك الاحتراق الداخلي، ويعتمد تصميم المحول المحفز على العمل الكيميائي لمواد محفزة معينة (المواد التي تُسرِّع التفاعلات الكيميائية) تساعد على تحويل الملوِّثات إلى مواد أقلَّ ضررًا، أو غير ضارة أبدًا.

تتدفق الغازات عند اشتعالها في المحرك من خلال المحوِّل المحفز الشبيه بالصندوق، وقد رُكِّب ضمن نظام العادم في السيارة، ويتألف من الداخل من ممرات صغيرة جدًّا تشبه قرص العسل، مغلفة بطبقات رقيقة من الفلزات؛ مثل البلاتين والروديوم اللذين لا يتآكلان بسهولة، ويعملان عملَ مواد مساعدة (محفزات) على حدوث التفاعل الكيميائي. فعندما تتدفق غازات العادم من خلال الممرات المغلفة، تحدث تفاعلات كيميائية تحوِّل الملوثات إلى مواد غير ضارة.

وعلى الرغم من أنَّ المحوِّل المحفز في السَّيَّارات لا يقضي على مشكلة تلوث الهواء، لكنه يتخلص من بعض الملوِّثات الأكثر ضررًا، أو يقلِّل منها، وقد استُخدمت السيارات ذات المحوِّلات المحفزة على نطاق واسع في الولايات المتحدة عام 1975م.



تستخدم المحوِّلات المحفِّزة مواد تحوِّل الملوِّثات إلى مواد غير ضارة.

حقيقة

في عام 2008م، عانى ثلاث مئة وخمسة وأربعون إقليمًا في الولايات المتحدة مستويات مرتفعة من الضبخن أعلى من المعايير التي اعتمدتها وكالة حماية البيئة.

obeikan.com

ليس بالضرورة أن يكون الأكبر هو الأفضل

اقتصاد الوقود هو عدد الأميال (أو الكيلومترات) التي يمكن للمركبة أن تقطعها في كل جالون (أو لتر) من الوقود المحترق. إن وزن المركبة عامل مهم في اقتصاد الوقود، وفي معدلات التلوُّث؛ فالمركبة الكبيرة والثقيلة تحتاج إلى حرق كميات كبيرة من الوقود للحصول على ما يكفيها من الطاقة؛ ولذلك فإنها تُطلق كميات كبيرة من الملوِّثات في الهواء.

يفضِّل كثير من سائقي السيارات في الولايات المتحدة الأميركية السَّيَّارات الكبيرة؛ لذا عرض صنَّاع السَّيَّارات في الولايات المتحدة في السنوات التي تلت الحرب العالمية الثانية (1939-1945م)، سيارات كبيرة وثقيلة يرغب عامة الناس باقتنائها، ومنذ بداية ثمانينيات القرن العشرين، أنتج كثير من صنَّاع السَّيَّارات أعدادًا هائلة من **السيارات العائلية الكبيرة (SUV's)** أو الجيب، وأنتجوا أيضًا مجموعة متنوعة من شاحنات صغيرة (البيك أب) وغيرها من الشاحنات الصغيرة. وبحلول عام 2000م، كان ربع السَّيَّارات الجديدة المبيعة من قبل صنَّاع السيارات في الولايات المتحدة من السَّيَّارات العائلية الكبيرة.

ينتج صُنّاع السَّيَّارات عادة في الولايات المتحدة سيارات كبيرة وثقيلة، كالتي صُنعت عام 1940م.

إنَّ السَّيَّارات العائلية الكبيرة هي وسيلة نقل للركاب، تجمع مزايا السيارة العائلية (الستيشن) والشاحنة معًا؛ فهي أطول وأكبر من السيارة العادية، وتُصنَّف رسميًّا من قبل الوكالات الفيدرالية بأنها (شاحنات صغيرة). وتمتاز أيضًا كالشاحنة العادية بارتفاع مقعد السائق وارتفاعها عن سطح الأرض، هذا بالإضافة إلى أن معظمها أيضًا يشبه سيارات الفان (الباصات الصغيرة)، والشاحنات الصغيرة؛ حيث إنها أثقل من معظم السيارات العادية، ولمَّا كانت السَّيَّارات العائلية الكبيرة، وسيارات الفان، والشاحنات

الصغيـرة سيـارات كبيـرة وثقيلة وتنتـج كميات كبيـرة من الملوِّثـات، فإن القوانين الحكوميـة الفدرالية في الولايات المتحدة لهـذه السَّيَّارات الكبيرة تختلف عن قوانين السَّيَّارات العادية.

الخطورة في الأرقام

في السنوات الأولى من عهد إنتاج السَّيَّارات، لم يكن موضوع تلوث الهواء يخطر ببال مستخدميها، وإذا فكروا في ذلك، فإنهم سيفترضون أن الغلاف الجـوي سينظف نفسه بنفسه. أما الآن، فهناك عدد هائل من السيارات على الأرض؛ إذ توجد سيارة واحدة مقابل كل سبعـة أشخاص على هذا الكوكب؛ وقـد بلغ مجموعهـا تسع مئة مليـون سيـارة، ويعتقد بعض الخبـراء أن عدد السَّيَّارات على الأرض سيكون بحلول عام 2020م، مليارًا ومئتي مليون سيارة، وقـد يكون هذا التقديـر منخفضًا؛ لوجـود دولتين في العالـم أكثر اكتظاظًا بالسـكان، وهما الصين والهنـد؛ واللتان تشهدان نمـوًّا سريعًا في التصنيع، وهذا ما يؤدي إلى زيادة معدل طلب شراء السيارات.

قـام محلِّلون في سييرا كلوب (منظمـة بيئية في الولايات المتحدة وكندا) بتقديـر يشير إلى أنَّ السيارة المتوسطة تعطي أكثر من سبعين طنًّا (64 طنًّا متريًّـا) من انبعاثات ثاني أكسيد الكربـون، مقابل أكثر من مئة طن (91 طنًّا متريًّـا) تعطيه سيارة الدَّفع الرباعي في أثناء مدة تشغيلهما، ونظرًا إلى عدد السيـارات الكبير في العالـم، فإن معدل التلوُّث يُعدُّ تهديـدًا خطيرًا لسلامة كوكبنا.

يعتقد كثير من الخبراء أنَّ علـى العلماء، والمهندسين، وشركات صناعة السَّيَّـارات إعـادة تصميـم السَّيَّارات لجعلهـا أقلَّ تلويثًا، وهـذا العمل يحرز حاليًّا تقدمًا حقيقيًّا، ومن المرجح أن تكون تصاميم السيارات في المستقبل مستوحاة من شعار (الأصغر هو الأفضل).

حقيقة

تستهلك المَرْكبات في الولايات المتحدة الأمريكية، أكثر من ستة آلاف جالون (22712 لترًا) من البنزين في كل ثانية.

يُعدُّ صُنع سيارات صغيرة الحجم، خفيفة الوزن، آمنة، وذات أداء جيد، من التحديات الكبرى في القرن الواحد والعشرين.

معاناة المدن

يوجد حاليًّا تسع مئة مليون سيارة على الأرض، وهي غير موزعة بالتساوي في أنحاء العالم جميعها، حيث تتركز بصورة كبيرة في المدن تبعًا لعدد السكان؛ فمنذ منتصف القرن الماضي، أصبح العالم ينمو بسرعة أكبر في **المناطق الحضرية** (سكان المدينة)؛ ففي عام 1975م، كان ثلث سكان العالم فقط يعيشون في المناطق الحضرية، ولكن بحلول عام 2008م، أصبح نصف سكان العالم يعيشون في هذه الأماكن. (تُعرف المناطق الحضرية على أنها المساحة المبنية في المدينة والبلدة أو بالقرب منهما).

تزدحم الطرق في كثير من الأحيان بحركة مرور الركاب في المدن الكبيرة، مثل العاصمة التايلاندية بانكوك.

وعندما توسعت المدن، وامتدت مساحتها لتصل إلى مناطق الضواحي في الولايات المتحدة وفي مناطق أخرى من العالم، تضاعف عدد السَّيَّارات فيها مرات عدة، ما أدى إلى تركز تلوث الهواء، ولاسيما الضبخن، أكثر فأكثر في المناطق الحضرية.

إنَّ **الازدحام المروري** أحد العوامل المسببة لتفاقم تلوث الهواء الناجم عن السَّيَّارات؛ ففي **ساعة الذِّروة** (وقت ذهاب الأفراد إلى أماكن أعمالهم، والرجوع إلى منازلهم) يكثر عدد السيارات في المدن الكبرى؛ حيث تتحرك السَّيَّارات ببطء شديد، أو تتوقف تمامًا ـ مع تشغيل المحركات، وفي عام 2005، أجريت دراسة على كمية الوقود الضائعة في الازدحامات المرورية، شملت أكثر من أربع مئة مدينة في أنحاء الولايات المتحدة جميعها، فتوصلت إلى أن متوسط فقدان البنزين لكلِّ سيارة هو ستة وعشرون جالونًا (98 لترًا) في هذا العام وحده، وتضاف هذه القيمة إلى ما مجموعه ملياران وتسع مئة مليون جالون (10.9 مليارات لتر) من الوقود الضائع في السنة ـ أي ما يكفي لملء خزانات الوقود لـ مئتين وتسعين ألف شاحنة.

تبين هذه الخريطة موقع أكبر المدن الكبرى النامية (امتداد للمناطق الحضرية) في الولايات المتحدة، والطرق السريعة الرئيسة التي تربط بينها.

قصة لوس أنجلوس

ربما كانت لوس أنجلوس المدينة الأولى في العالم التي واجهت مشكلات تلوث الهواء، ويُعزى ذلك على نحوٍ رئيس إلى السَّيَّارات؛ ففي أربعينيَّات القرن العشرين، لاحظ سكان المدينة أجواء ملوَّثة بدخان كثيف، أطلقوا عليها (هجمات الغاز). وفي خمسينيَّات وستينيَّات القرن العشرين، أصبح الضبخن مشكلة كبرى في لوس أنجلوس.

اتخذت الحكومات المحلية وحكومة ولاية كاليفورنيا في ستينيَّات وسبعينيَّات وثمانينيَّات القرن العشرين، إجراءات حيال ذلك؛ فنظَّمت كمية التلوُّث المسموح بإطلاقها لكل من المصانع، ومحطات الطاقة، والسَّيَّارات، والشاحنات، والحافلات، وغيرها من مصادر التلوُّث، وشخَّصت أيضًا العاملين في المكاتب على استخدام سيارة واحدة في تنقلهم، وعلى الرغم من أن لوس أنجلوس نجحت في الحدِّ من التلوُّث الحادِّ في الهواء، لكنها لا تزال تُصنَّف على أنها المدينة الأكثر تلوُّثًا في الولايات المتحدة وفقًا لدراسة أجريت في عام 2007م.

هناك صراع حادٌّ بين المسؤولين والمواطنين في لوس أنجلوس يتعلق بالتلوُّث، ومنذ عام 1950م تقريبًا، تضاعف عدد سكان المدينة، وأصبحت لوس أنجلوس -في الواقع- واحدة من أكبر **المدن الكبرى** في العالم الحديث، إذ إن المدينة الكبرى تُعرَّف بأنها منطقة حضرية يقطنها عشرة ملايين شخص أو أكثر، وكلما ازداد عدد الأفراد الذين يذهبون إلى المدن، تفاقمت مشكلة التلوث أكثر فأكثر؛ لذا تزايدت مشكلات التلوُّث في هذه المدينة بسبب تجاوز عدد السَّيَّارات الزيادة في عدد السكان، وغالبًا ما توصف لوس أنجلوس بأنها أول (مدينة سيَّارات)، على الرغم من أن وسائط النقل العام لا تُعدُّ فيها أولوية كبيرة.

نظرة عن قرب

جاكارتا مدينة كبرى

شهدت جاكارتا عاصمة إندونيسيا، نموًّا هائلًا في السنوات الخمسة والعشرين الماضية، حيث يبلغ عدد سكان المناطق الحضرية كلها، ومنها الضواحي نحو أربعة عشر مليون نسمة، وفي عام 2005م، قدرت وكالة النقل في المدينة أن سبعة ملايين محرك بنزين يلوث الهواء في جاكارتا كل يوم.

يؤثر تلوث الهواء على نحو خطير في صحة المواطنين في هذه العاصمة، ووَفْقًا لإحصاءات نُشرت عام 2000م، تُعدُّ جاكارتا الثانية بعد أكبر مدينة في العالم من حيث عدد الوفيات الناجمة عن تلوث الهواء؛ لذا بدأ المسؤولون المنتخبون في إندونيسيا بدراسة مشكلة التلوُّث وكيفية الحدِّ منها.

جاكارتا عاصمة إندونيسيا

الوقود الحيوي

يُعـدُّ **الوقـود الحيوي** للسيـارات أقلَّ تلويثًـا للبيئة من البنزيـن، ويُصنَّع الوقـود الحيـوي من المخلوقـات الحيـة أو منتجاتها، وقـد ازداد استخدامه بصورة كبيرة في الولايات المتحدة وفي دول أخرى.

الإيثانـول نوع من الكحول المصنوع من الـذرة، وقصب السكر، ونباتات أخـرى. وهو نـوع من الوقـود الحيوي الـذي يُخلط عـادة بالبنزيـن لتشغيل السَّيَّـارات، حيـث إن معظم البنزين المستخدم فـي الولايات المتحدة مزيج مـن (10%) إيثانول و (90%) بنزين، فالسَّيارات E–85 تشتغل بوقود ممزوج مـن (85%) إيثانـول و (15%) بنزين. ولتشغيل سيـارات E–85، لابد من أن تُصنـع وتباع على أنها سيارات E–85، أو أن تُعدَّل محركاتها، ولابد أيضًا من العثور على محطات تبيع الوقود E–85.

يبحث العلماء عن طرق جديدة أفضل لتحويل النباتات إلى وقود حيوي.

مزايا الوقود الحيوي

خلافًـا للوقـود المشتق من البتـرول، يُصنَّـع معظم الوقـود الحيوي من النباتات التي تُصنَّف على أنَّها **موارد متجددة**، حيث إن استخدام هذا النوع مـن الوقود يساعـد على حفظ مواردنـا المحدودة من النفط الـذي يعدُّ من **المـوارد غير المتجددة**، فضلًا عـن أن كمية الانبعاثات الضارة منه أقل من كمية الانبعاثات الصادرة من مشتقات البترول؛ إذ يصدر عن عملية حرقة غاز ثاني أكسيد الكربون، ولكن الكمية المنبعثة من هذا الغاز تمتصها المحاصيل خـلال حياتها. وبعبارة أخـرى، يُعدُّ الوقود الحيوي جـزءًا من **دورة الكربون** الطبيعية التي لا تلحق ضررًا بالأرض بصورة كبيرة؛ فالنباتات تأخذ الكربون في أثناء حياتها، وتتخلص منه عند الاحتراق، فلا ينجم عنها تغيرات طويلة المدى فـي كمية ثانـي أكسيـد الكربون في الغـلاف الجوي. وعلـى النقيض من ذلـك، فـإن ثانـي أكسيـد الكربـون في الوقـود الأحفـوري يُختـزن عـادة مـدة طويلة فـي أعمـاق الأرض، وعند حرق الوقود الأحفـوري، تختـلُّ دورة الكربون عن طريق إضافة كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي؛ وهي كمِّيَّـات قد تحتـاج الأرض إلـى ملايين السنين لتخزينها مرة أخرى.

يعتقد كثير من مواطني الولايات المتحدة أن الوقود الحيوي قد يقلل من اعتماد البلاد على البترول الذي يُستورد من دول أخرى.

عيوب الوقود الحيوي

يرى بعض الخبراء أن الوقود الحيوي قد يسبب أضرارًا بيئية أكثر من الوقود المشتق من البترول؛ فمثلًا إذا أصبح الوقود الحيوي مصدرًا مهمًّا من مصادر الوقود، فستُقطَّع الأشجار في مساحات شاسعة من الأراضي لزراعة محاصيل تكفي لتلبية الاحتياجات البشرية؛ وعليه فإن الأشجار والنباتات الأخرى ستمتصُّ ثاني أكسيد الكربون، الأمر الذي قد يكون عبئًاعليها، ما يؤدي إلى الإخلال بقدرة الأرض الطبيعية على التخلص من ثاني أكسيد الكربون من الجو، زد على ذلك أنَّ نموَّ الذرة، وهي من المحاصيل الرئيسة المستخدمة في صنع الإيثانول، يتطلب كميات كبيرة من **مبيدات الأعشاب والأسمدة الكيميائية**، وهاتان المادتان عادةً ما تُصنعان من الوقود الأحفوري، وقد تلوِّثان أيضًا الهواء والماء.

وعلى الرَّغم من أنَّ احتراق الوقود الحيوي يُطلق كميات من ثاني أكسيد الكربون فقط، التي تمتصها محاصيل الوقود الحيوي قبل حصادها، لكن صناعة الوقود الحيوي تُطلق كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون؛ فمثلًا قد يستخدم المزارعون كميات كبيرة من الوقود الأحفوري لإنتاج المحاصيل المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي، ولكن من المحتمل أن تُحرَق كميات كثيرة من الوقود الأحفوري أكثر من الكمية التي تُنتج من الوقود الحيوي، وهذه مشكلة خاصة بالذرة؛ بوصفها من المحاصيل الرئيسة المستخدمة في صنع الوقود الحيوي؛ إذ إن الذرة لا تحتوي على قدر كبير من الطاقة؛ لذا لابد من استخدام كميات كبيرة منها لإنتاج وقود حيوي.

الحاجة إلى تقنيات جديدة

يبحث العلماء حاليًّا عن طرق لإنتاج وقود حيوي أكثر **استدامة**، وإحدى هذه الطرق إنتاج الإيثانول من **السليلوز**، وهي مادة نباتية تتألف من سلاسل من جزيئات السكر المترابطة بإحكام. ويسعى الباحثون للوصول إلى طرق غير مكلفة لتحطيم السليلوز إلى سكريات بسيطة، تتحوَّل بسهولة إلى إيثانول، أما الطريقة الأخرى لإنتاج الإيثانول، فهي زراعة محاصيل تنتج التبن، أو عشب الجاموس بدلًا من زراعة الذرة؛ إذ يمكن لهذه الأعشاب أن تنمو على الأرض، ولكنها غير صالحة لزراعة المحاصيل الغذائية، وتتطلب أيضًا كميات قليلة من الطاقة للنُّموِّ.

يتفق معظم العلماء والمسؤولين الحكوميين على أن الوقود الحيوي ثروة واعدة بصورة كبيرة بوصفه مصدرًا للطاقة البديلة، ومع ذلك لابد من إجراء بحوث عدة لتجنب وقوع ضرر غير مقصود على البيئة والناس في العالم.

نظرة عن قرب

المواد الغذائية والوقود الحيوي

إن المحاصيل التي كانت تُزرع في كثير من البلدان لإنتاج الأغذية، أصبحت تزرع الآن للحصول على الوقود؛ ففي عام 2006م، استُخدم (14%) من محصول الذرة المزروعة في الولايات المتحدة في إنتاج الوقود الحيوي، وتتوقع دائرة الزراعة الأمريكية أن هذه النسبة المئوية ستتضاعف بحلول عام 2016م، وقد توقَّع بعض الخبراء - آنذاك - زيادة استخدام الحبوب لإنتاج الوقود، ما قد يؤدي إلى ارتفاع أسعار المواد الغذائية؛ حيث توقعوا ارتفاع أسعار المواد الغذائية عام 2008م، في أنحاء العالم جميعها بصورة حادة الأمر الذي يؤدي إلى أعمال شغب في بعض البلدان، ويعتقد الخبراء أن هناك عوامل كثيرة تسبب ارتفاع الأسعار، منها: زيادة الطلب على الغذاء في البلدان النامية مثل الهند، وكذلك موجات الجفاف التي تُزرع فيها هذه المحاصيل بصورة طبيعية، إضافة إلى زيادة استخدام المحاصيل في إنتاج الوقود الحيوي.

محطة الوقود الحيوي وحقول الذرة

السَّيَّارات الكهربائية والهجينة

على الرغم من أنَّ السَّيَّارات التي تعمل بطاقة البطارية موجودة في أنحاء العالم جميعها، ومنذ وقت طويل، لكنها حتى الآن غير عملية بتاتًا؛ إذ إن شحن بطارياتها ينفد بسرعة، ولابد من إعادة شحنها بعد أن تقطع مسافات محدودة من الأميال.

سيارة تيسلا رودستر سيارة رياضية تعمل بالكهرباء فقط، وبدأ إنتاجها عام 2008م.

السَّيَّارات الكهربائية

يعيد الناس في هذه الأيام النظر مرة أخرى في إنتاج سيَّارات كهربائية تسمى أيضًا السيارات التي تعمل بطاقة البطارية؛ فقد طوَّر الباحثون بطاريات أقوى، وتعمل مدة زمنية أطول، وتعلموا أيضًا كيفية صناعة هياكل سيَّارات قوية، وآمنة، وخفيفة الوزن، آخذين في الحسبان أن السَّيَّارات الكهربائية تعمل بهدوء، ولا تكوِّن عوادم.

إنَّ بطارية أيون الليثيوم من أكثر التقنيات الواعدة في السَّيَّارات الكهربائية اليوم، فالسَّيَّارة الكهربائية العادية لديها عدد من البطاريات في علبة خاصة بها، ومع ذلك فإن وزن هذه البطاريات يعدُّ عاملًا محدِّدًا. ولما كانت بطارية أيون الليثيوم أخفَّ وزنًا من البطاريات الأخرى المماثلة لها، فإنَّ السيارة الكهربائية تستطيع الاحتفاظ بما يكفي من هذه البطاريات لقطع مسافة ثلاث مئة ميل (483 كيلومترًا) من دون الحاجة إلى إعادة شحنها.

لكن السَّيَّارات الكهربائية خالية من التلوُّث؛ فلابدَّ من توصيلها بالمقابس الكهربائية لإعادة شحن بطارياتها، وحتى تكون خالية من التلوُّث، لابد من أن تكون محطات توليد الكهرباء خالية أيضًا من التلوُّث، ومع ذلك فإن كفاية استخدام السَّيَّارات الكهربائية للطاقة أكثر من كفاية السَّيَّارات غير الكهربائية، وكذلك فإن التلوُّث الناجم عن إنتاج الطاقة الكهربائية في محطات توليد الطاقة أقل بكثير من التلوُّث الناجم عن حرق الوقود الأحفوري في عدد كبير من محركات الاحتراق الداخلي، واستنادًا إلى ذلك فإن السَّيَّارات الكهربائية تحرز تقدمًا كبيرًا في الحدِّ من التلوُّث.

السَّيَّارات الهجينة

تستخدم السَّيَّارات **الهجينة** كلًّا من الطاقة الكهربائية ومحرك بنزين صغير، وهذا النظام يعطي السيارة الهجينة مزايا عدة، ولأن بإمكان محرك البنزين إعادة شحن البطاريات، فإن السيارة الهجينة يمكنها قطع مسافات تساوي المسافات التي تقطعها السيارة العادية التي تعمل بالبنزين، ويمكنها أيضًا الحصول على دفعات سريعة من الطاقة من محرك البنزين عندما يحتاج السائق إلى الدخول في حركة مرور تتطلب منه القيادة بسرعة.

يُعدُّ نظام الطاقة الهجينة ذكيًّا ومعقدًا في الوقت نفسه؛ إذ إن حساسات أو مجسات وأجهزة حاسوب تحوِّل محرك البنزين من وضع إنتاج الطاقة (تحريك السيارة فعليًّا) إلى وضع إعادة الشحن (إعادة شحن البطاريات). ويلتقط أيضًا نظام الطاقة في السيارة الطاقة من عملية تُدعى **الكبح التجديدي** لإعادة شحن البطارية.

يوجد نوع آخر من السَّيَّارات الهجينة العادية، هي السَّيَّارات الهجينة ذات الشحن المنزلي (plug_in hybrid)، وهذا النوع من السَّيَّارات لديه وحدة توصيل لإعادة شحن البطارية، وعلى الرغم من أن محرك البنزين في السَّيَّارات الهجينة ذات الشحن المنزلي يشحن البطارية للسرعات المنخفضة فقط، لكنها أكثر كفاية من السَّيَّارات الهجينة العادية.

مزايا السَّيَّارات الهجينة وعيوبها

إنَّ كمية البنزين التي تستهلكها السيارة الهجينة أقل من كمية البنزين التي تستهلكها السَّيَّارات العادية، لكنها ما زالت تعتمد على مشتقات البترول، وتختلف عن السيارة الكهربائية بأنها تنتج عوادم، ولمَّا كانت السيارة الهجينة أكثر تعقيدًا، فإنَّها تتطلب نفقات كلفة من السَّيَّارات التقليدية التي تعمل بالبنزين، ومع ذلك، وإذا تحول عدد كبير من سائقي السيارات العادية إلى اقتناء السيارات الهجينة، فإن كميات تلوث الهواء في المناطق الحضرية ستنخفض انخفاضًا ملحوظًا.

سيارة تويوتا بريوس سيارة شعبية؛ حيث تحتوي على شاشة عرض تبين استهلاك الطاقة.

نظرة عن قرب

الكبح التجديدي

عندما يضغط السائق في السيارة العادية على الكوابح يجعل نظام الكوابح يضغط على مجموعة الإطارات، وعلى الرغم من أن هذا الإجراء يؤدي إلى احتكاك يقلل من سرعة السيارة، فإنه يفقد طاقة على شكل حرارة أيضًا. وهذه الطاقة المهدورة تذهب هباءً دون فائدة.

تستخدم السيارة الهجينة على سرعات عالية المكابحَ التقليدية، ومع ذلك، ففي أثناء التوقف والانطلاق في حركة المرور، فإن الضغط على الكوابح يؤدي إلى عكس اتجاه المحرك الكهربائي الذي يخفف من سرعة السيارة أو يوقفها؛ ففي وضع الاتجاه المعاكس، يعيد المحرك الكهربائي شحن البطارية؛ لذا فإن توقف السيارة وانطلاقها في حركة المرور في المدينة يوفر الطاقة فعلًا، وعلى النقيض من ذلك، تطبيق هذا النوع من القيادة على سيارة البنزين العادية يؤدي إلى هدر الطاقة، ويزيد من الانبعاثات.

obeikan.com

المركبات البديلة

يُجري الباحثون اليوم تجارب على عدد من الأنظمة المختلفة من الطاقة لتشغيل السَّيَّارات. وأحد هذه الأنظمة الواعدة هي خلية **وقود الهيدروجين**.

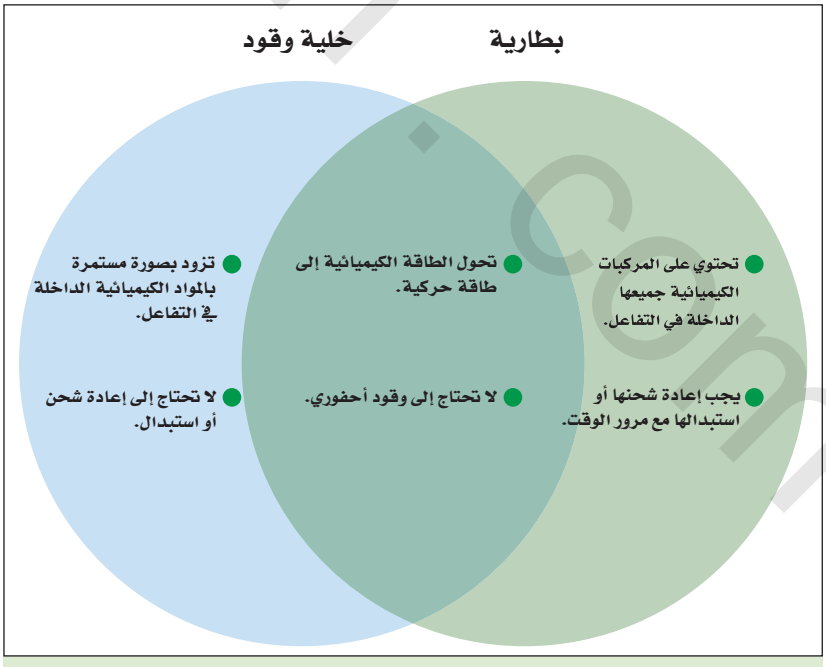
طوَّرت شركات عدة سيارات تعمل بخلايا الوقود، ولكنها لا تتوافر حتى الآن على نطاق واسع.

خلايا الوقود

تسبب خلية الوقود حدوث التفاعل الكيميائي، وتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية. وعلى الرغم من أن هذه الطريقة في خلية الوقود تشبه عمل البطارية، لكن المواد الكيميائية التي يتطلبها التفاعل الكيميائي في خلية الوقود يُؤتى بها من الخارج.

خلية الوقود الشائعة هي خلية وقود الهيدروجين. يحصل هذا الجهاز على غاز الهيدروجين من خزان الوقود المضغوط في السيارة، ويأخذ الأكسجين من الهواء الذي حولها. ويتحد الهيدروجين والأكسجين كيميائيًّا داخل خلايا الوقود بطريقة تحرر **الإلكترونات** (أجزاء صغيرة من الذرات) لإنتاج تيار كهربائي. إن هذا التفاعل لا يُنتج عوادم ولا ملوثات، والنفاية الوحيدة التي ينتجها هي المياه فقط.

تقوم الشركات المعنية بصناعة السيارات التي تعمل بخلايا الوقود، على الرغم من أن هذه التقنية ما زالت في طور النمو المبكر. إن إحدى المشكلات الرئيسة في تقنية خلايا الوقود هي في كيفية إنتاج أسطوانات الهيدروجين بأسعار معقولة، وسهولة الحصول عليها لتغذية المضخات بحيث يمكن للسائقين استخدامها. وقد طورت بعض الشركات محطات الطاقة الرئيسة، لتحويل الغاز الطبيعي إلى غاز الهيدروجين النقي الذي يغذي خلايا الوقود. وهناك شركات أخرى طورت لوحات خاصة لاستخدام المياه وطاقة أشعة الشمس لإنتاج الهيدروجين. وعلى أي حال، علينا الانتظار، فلو أصبحت هذه التقنية في متناول قدرة الأفراد، لاستُخدِمت على نطاق واسع.



لكل من البطاريات وخلايا الوقود مزايا وعيوب.

Obeikan.com

بعض محطات الوقود لديها مضخات للغاز الطبيعي مخصصة لـ NGV's.

السَّيَّارات التي تعمل بالغاز الطبيعي

منذ تسعينيات القرن العشرين، أنتجت بعض شركات صناعة السَّيَّارات عددًا محدودًا من **مركبات الغاز الطبيعي (NGV's)**، حيث تعمل هذه المركبات بطاقة محرك الاحتراق الداخلي الذي يعمل بالغاز الطبيعي بدلًا من البنزين، وعلى الرغم من أن حرق الغاز الطبيعي ينجم عنه قليل من التلوُّث، فإن نواتج حرقه أكثر نظافة من احتراق البنزين.

يعتقد خبراء الطاقة أن الغاز الطبيعي تحت الأرض في الولايات المتحدة قد يكون أكثر وفرة من النفط، وأنَّ الغاز الطبيعي في محطات الوقود أرخص من البنزين دائمًا، وذلك منذ أن بدأت أسعار الطاقة في الصعود الحاد بعد عام 2000م.

أما العيب الكبير لهذا النوع من السَّيَّارات؛ (NGV's) فهو عدم الحصول على الغاز الطبيعي بكميات كبيرة؛ لذا يتوافر مقدار قليل منه في محطات الوقود، ومع ذلك فإن سائقي سيارات (NGV) يشترون أسطوانات تُعبأ في المنزل لإعادة تعبئة الغاز الطبيعي الذي يستخدمه أصحاب المنازل في التدفئة والطهو، حيث تستغرق وحدة التعبئة وقتًا قليلًا لملء خزان السيارة؛ لذا فإنها تختلف عن شحن بطارية السَّيَّارة الكهربائية التي تستغرق طوال الليل.

يُعدُّ الغاز الطبيعي أفضل من البنزين، ولكنه ليس مثاليًّا؛ فسيارة (NGV) تطلق كميات قليلة من العادم، وتطلق أيضًا غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

نظرة عن قرب

MIT'S (سيارة المدينة)

معهد ماساتشوستس للتقنية. يطوِّر باحثون في معهد ماساتشوستس للتقنية (MIT) سيارة أطلقوا عليها اسم (سيارة المدينة)، وهي سيارة صغيرة تتسع لراكبين، وتعمل بالكهرباء كليًّا، وصُمِّمت لتكون (قابلة للطي أو التكديس)، ويمكن جمع بعضها إلى بعض كما تُجمع عربات المحال الكبرى (المول)؛ حيث يمكن إعادة شحن بطارياتها عندما تتجمع هذه السَّيَّارات في محطات الشحن.

صُمِّمت سيارة المدينة للأشخاص الذين يحتاجون إلى وسائط النقل التي تربط بين نقطتين، مثل محطة القطار ووسط المدينة؛ حيث يمكن لشخص ما أن يتناول سيارة من السَّيَّارات المجمَّعة، ويذهب بها إلى الجهة التي يريدها، ثم يضعها مرة أخرى ضمن السَّيَّارات المجمَّعة ليستخدمها شخص آخر، ويشبِّه المطورون هذا الاستخدام باقتراض عربة أمتعة في المطار، ومن ثَمَّ إرجاعها إلى مكان معين.

الدرَّاجات النارية

ملخص

تُستخدم **الدراجات النارية** للتنقل الشخصي في مناطق عدة في العالم؛ وتعدُّ في بعض الدول، ملوِّثة أكثر من السَّيَّارات؛ لذا يبحث المهندسون عن طرق للتقليل من الأثر البيئي لها. تعمل بعض الدرَّاجات النارية بالوقود الحيوي الذي يُطلق كميات قليلة من الملوِّثات مقارنة بالدراجات التي تعمل بالبنزين.

بعض الدراجات النارية خفيفة وصغيرة، وأقل تلويثًا للبيئة؛ مثل الدراجة الكهربائية، والزلَّاجة (السكوتر)، والناقل الشخصي.

في السنوات الأخيرة، تضاعف عدد الدراجات النارية في ساو باولو في البرازيل.

تُعرف الدراجة النارية بأنها مركبة ذات عجلتين أو ثلاث، وتعمل عن طريق **محركات الاحتراق الداخلي** التي تعمل بالبنزين، وتستخدم كثير من الدراجات النارية الصغيرة محركًا ذا شوطين وليس أربعة أشواط كما في محركات السَّيَّارات؛ حيث يتحرك المكبس في المحرك ذي الشوطين نحو الأسفل والأعلى مرة واحدة في كل دورة (وليس مرتين كما في المحرك ذي الأشواط الأربعة). ويطلق المحرك ذو الشوطين **ملوِّثات** أكثر من المحرك ذي الأشواط الأربعة، ولأن **انبعاثات** الدراجات النارية لم **تُضبط** عن طريق الحكومات كما هو الحال في انبعاثات السَّيَّارات، فإنَّ الدرَّاجات النارية أكثر تلويثًا من السَّيَّارات بثلاث مرات.

وعلى الرغم من أن كثيرًا من الناس في الولايات المتحدة الأمريكية يعتقدون أن السَّيَّارات هي الملوِّث الرئيس من بين المركبات، لكن هناك مناطق كثيرة في العالم تسهم فيها الدراجات النارية بدرجة مساوية أو أكثر في التلوُّث؛ ففي ساو باولو في البرزيل - من أكبر **المدن الكبرى** في العالم خمس ملايين سيارة، ومليون دراجة نارية تتزاحم معًا في شوارع المدينة. أما في نيودلهي في الهند - مدينة كبرى أخرى - فيوجد نحو ثلاثة ملايين دراجة نارية مقابل كل سيارة، وفي كانو النيجيرية -هي مدينة عدد سكانها 3 ملايين نسمة- مليونا دراجة نارية في الشارع في **ساعة الذروة**، تُطلق **العوادم** مكوِّنةً ما يُعرف **بالضَّبخن**.

ولكن، من الواضح أن الدراجة النارية ستبقى من وسائط النقل الشخصية المهمة؛ فهي أخف وزنًا، وأرخص ثمنًا، وذات حجم أقلَّ من حجم السيارة، زد على ذلك أن الدراجات النارية تُعدُّ وسيطة النقل الوحيدة ذات الأسعار المعقولة التي تعمل بالطاقة.

نحو صداقة البيئة باستخدام طاقة البطارية

بدأ الباحثون والصنَّاع باتخاذ البدائل الصديقة للبيئة لعالم ملوث بصورة كبيرة بسبب العدد الهائل من الدراجات النارية؛ أحد هذه البدائل استخدام **مركبة الانبعاثات الصفرية (ZEV)** التي تعمل بالبطاريات، حيث تتوافر مثل هذه الدراجات الآن للزبائن، بسعرأعلى من سعر الدراجات النارية العادية. وتشبه سيارات (ZEV) السَّيَّارات التي تعمل بالبطارية؛ فبطاريتها تحتاج إلى شحن من خلال توصيلها بالكهرباء، حيث تستغرق عملية شحنها عادة ثلاث ساعات أو أكثر، ومع ذلك يتوقع خبراء الصناعة انخفاض أسعار (ZEV) في المستقبل، عندما يزداد طلب المستخدمين عليها، ويتحسن أداء التطورات التقنية.

الديزل الحيوي

في عام 2007م، صنَّع طلاب الهندسة في جامعة أديليد في أستراليا دراجة نارية تعمل **بالديزل الحيوي**، يُطلق عليها (الدراجة الحيوية). والديزل الحيوي (Biodiesel) هو نوع من **الوقود الحيوي** (Biofuel) المصنوع من فول الصويا، أو أي منتجات نباتية زيتية، وقد عرض طلاب الهندسة الدَّرَّاجة من خلال إشراكها في سباق للدراجات، وقيادتها عبر القارة الأسترالية لقطع مسافة ألف وتسع مئة ميل (3000 كيلومتر) من داروين في الشمال إلى أديليد في الجنوب. وقد حققت الدراجة الحيوية **كفاية في استهلاك الوقود**، حيث قطعت مئة ميل بجالون (43 كيلومترًا في اللتر الواحد)، وفي السباق نفسه أشركت مجموعة أخرى من طلاب الهندسة في جامعة أديليد دراجتهم التي تُدعى (إيكو ترايك) وتعني (الدراجة البيئية ثلاثية العجلات) التي تعمل كليًّا بزيت الكانولا.

يشير خبراء الطاقة إلى أن الدراجات النارية التي تعمل بالوقود الحيوي تطورت وانتقلت من الاحتراق الداخلي إلى تقنيات أنظف بيئيًّا (أقل تلويثًا).

الدراجات النارية الكهربائية لا تسبب تلوّثًا.

حقيقة

كثير من قوى الشرطة في الولايات المتحدة الأمريكية، كما في نيويورك وسان فرانسيسكو وكاليفورنيا تجرِّب حاليًّا درَّاجة الانبعاث الصفري، ويتوقع الخبراء أن الوكالات القانونية في المجتمعات الأخرى ستصبح قريبًا صديقة للبيئة.

obeikan.com

بدائل الدرَّاجات النارية

يختار معظم الناس حاليًّا الدراجة النارية الأخف والأقل طاقة ذات العجلتين أو الثلاث، وتتضمن هذه الخيارات ما يأتي:

- دراجة (سكوتر)، وهي دراجة نارية صغيرة وخفيفة لها هيكل (ستيب ثروو فريم) وأرضية مسطحة لرجلي السائق، وناقل آلي للحركة.
- دراجة هوائية كهربائية، ذات دوَّاسات مدعومة بمحرك يعمل ببطارية في الأغلب.
- الناقل الشخصي (PT)، وهو دراجة (سكوتر) مبسطة يقودها السائق وهو واقف، تحافظ هذه الدراجة على اتزان السائق وفق نظام معقد، وهو نظام الجيروسكوب (أداة لحفظ التوازن) المحوسب.

السيكوي هي دراجة الناقل الشخصي الشعبية التي تعمل بالكهرباء.

الزَّلَّاجات (السكوتر)

تُعدُّ دراجة (السكوتر) النارية شعبية ومتنوعة؛ فهي خفيفة الوزن، وسهلة القيادة مقارنة بالدراجة النارية، ومعظم أنواعها الجديدة له ناقل آلي للحركة سهل الاستخدام.

دراجة (السكوتر) التقليدية هي دراجة فيزبا (المنتشرة في إيطاليا)، وهي أول دراجة صنعتها شركة بياجيوا الإيطالية عام 1946م، ومنذ ذلك الزمن، أُجريت تحسينات عدة على دراجة (السكوتر) هذه، ولكن ما زال معظمها يعمل بمحرك الاحتراق الداخلي، وهي كغيرها من الدراجات النارية لها محرك ذو أربعة أشواط أقل تلويثًا من المحرك ذي الشوطين.

يوجد بعض دراجات (السكوتر) التي تعمل بالبطاريات القابلة لإعادة شحنها، ويعمل الباحثون على تطوير دراجات (سكوتر) هجينة؛ حيث ستعمل هذه **الدراجات الهجينة** كالسَّيَّارات الهجينة بالتناوب بين تشغيل المحرك الكهربائي ومحرك البنزين.

دراجة الفيسبا هي دراجة (سكوتر) شعبية إيطالية.

الدَّرَّاجات الهوائية الكهربائية

دراجات كهربائيــة لها محرك يعمل بالكهرباء، وفيهــا دواسات، وهيكلها عادي إلــى حدٍّ ما. تتيح هذه الدراجة للسائــق استخدام المحرك الكهربائي أو الدواســات، وبعضها يستخدم تقنيــة المجسات والحاسوب للمساعدة على استعمــال دواسة القدم تلقائيًّا عند الحاجة؛ حيث تزود هذه الدراجات سائق الدراجة بطاقة إضافية عندما يريد الصعود إلى أعلى تلة على سبيل المثال.

مــن المرجح أن تقطع الدراجات الهوائيــة الكهربائية مسافة خمسة ميلًا (80 كيلومتــرًا) أو أكثــر من دون الحاجة إلى شحــن البطارية، ومع ذلك فإن هــذه الدراجــة كغيرها من المركبــات الكهربائيــة، تحتاج إلــى وقت لشحن بطارياتها، وهي أيضًا أغلى سعرًا، وأثقل من الدراجة الهوائية العادية.

الناقل الشخصي

طُــرح الناقــل الشخصي أو PT فــي الأسواق عام 2002م مــن قبل شركة السيكــوي، وفيها يكون السائــق واقفًا على منصة في قاعدة الدراجة، ممسكًا بالمقــود، ويستطيــع التحكم فــي الوجهة التي يريدها، وعلــى الرغم من أنها تبــدو كأنها ستسقط بسهولة علــى الأرض، لكنها مزودة بنظام الجيروسكوب المحوسب الذي يحافظ على بقاء السائق واقفًا طوال الوقت.

تستطيــع PT الانتقــال مسافة أربعة وعشرين ميــلًا (38 كيلومترًا) في كل مــرة تُشحن فيها البطاريــة. بسرعة تصل في أقصاها نحــو اثني عشر ميلًا فــي الساعة (19 كيلومترًا في الساعة). وقد اشتــرت كثير من إدارات شرطة المدينة في الولايات المتحدة PT للتنقل الشخصي لضبَّاط الشرطة، وموَّلت دائــرة الدفاع الأمريكية أيضًا بحثًا فــي إمكانية تعديل دراجة سيكوي، بحيث يمكن استخدامها في ساحة القتال، أو في أدوار مساندة الإخلاء من المعركة.

جعل الدراجات صديقة للبيئة

مــن المؤكد أن الدراجــة الهوائية هي من أكثر الدراجــات ذات العجلتين التي تُعد صديقة للبيئة؛ حيث ينتقل الناس في أنحاء العالم جميعها بها، فهي وسيطة نقــل لا ينتج من استخدامها تلــوث أبدًا، بالإضافة إلــى أنها تساعد الأفــراد على العنايــة برشاقتهم. وهناك فــي المــدن الكبــرى الأوروبية وكنــدا والولايــات المتحدة الأمريكية ممرات خاصة فــي الشوارع للدراجات الهوائية، بحيث يقودها السائقون إلى جانب السَّيَّارات.

نظرة عن قرب

دراجة روبو (سكوتر) لمعهد مانشستر التقني (MIT'S)

طوَّر معهد ماشاتشوستس التقني (MIT) نمــوذجًا أوليًّا لــدراجة (سكوتر) كهربائية، خفيفة الوزن، قابلــة للطي. وخــلافًا لــدراجات (السكوتر) التي تعمل بالبطارية، فإن المحركات الكهربائية لدراجة الربو (سكوتر) توجد في العجلتين، ما جعل نظام تشغيل المركبة أقل تعقيدًا بكثير من تلك الدراجات ذات المحركات العادية.

صُــمِّمت دراجــة الــربو (سكوتر) بحيث تكون صديقة للبيئة، وسهلة الاستخدام في شوارع المدن؛ حيث يمكن طيُّها كالحقيبة، ويستطيع الأشخاص الذين يريــدون التنقل بسهولة بين مكانين فــي المدينة استــخدام بطاقة ائتمــان لتناول دراجــة الــربو (سكوتر) عن الــرف وقيادتها إلى الجهة المعنية، ومن ثَمَّ طيُّها وإعادتها مرة أخرى إلى الرُّف ليتمكن شخص آخر من استعمالها.

الشاحنات

ملخص

غالبًا ما تُستخدم **الشاحنات** في نقل البضائع من مكان إلى آخر، وهي تعمل بالديزل (نوع من الوقود يطلق كميات كبيرة من الملوثات الضارة أكثر من البنزين)، وتحتاج الشاحنات إلى طاقة كبيرة كافية لحمل الشحنات الثقيلة؛ لذا فإنها تستخدم كميات كبيرة من الوقود، ونتيجة لذلك فإن الشاحنات تسهم بصورة كبيرة في تلوث الهواء.

تعمل بعض الشاحنات حاليًّا بالديزل الحيوي، وهو وقود مشتق من النباتات الزيتية يطلق كميات ضئيلة من الملوثات أقل من الديزل.

تقوم الشاحنات بدور مهم جدًّا في أنظمة النقل، ولكنها تستخدم كميات كبيرة من الوقود الأحفوري الملوِّث للبيئة.

الشاحنة مركبة تُستخدم لحمل أنواع مختلفة من **الشحنات** (أي بضائع تستدعي النقل)، ذات الحجوم المختلفة؛ فهي تنقل كل شيء -تقريبًا- نأكله ونلبسه ونستخدمه. يوجد نحو خمسة عشر مليونًا ونصف المليون شاحنة تعمل في الولايات المتحدة الأمريكية، وتُعدُّ جزءًا مهمًّا من نظام المواصلات.

كثير من الشاحنات تنقل البضائع من جهة إلى أخرى؛ فمثلاً، تنقل الشاحنات الحاويات من السفن الراسية في الميناء إلى مراكز التوزيع في مختلف المدن.

ونظرًا إلى أن هناك كثيرًا من الشحنات تُنقل بالشاحنات، فإن هذه الشاحنات تواجه **ازدحامات** مرورية في مناطق تقاطع الطرق السريعة وفي المدن، وهي في العادة مساهم رئيس في تكوُّن **الضبخن** وغيره من صور تلوث الهواء. ولما كانت الشحنات ثقيلة جدًّا، فلابد إذن من أن تكون الشاحنات كبيرة بحيث تكون قادرة على حملها، ما يجعلها تستهلك مقدارًا كبيرًا من الوقود؛ فعلى سبيل المثال يستهلك نقل المواد الصناعية الأمريكية بالشاحنات في السنة (13%) من مجموع وقود النقل المستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية.

وعلى الرغم من عيوب الشاحنات، فإن النقل بها يعدُّ أساسًا لاقتصاديات الدول، سواء أفي الولايات المتحدة الأمريكية كان ذلك أم في العالم، وتُعدُّ

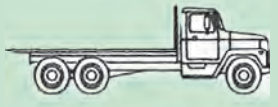
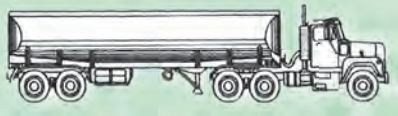
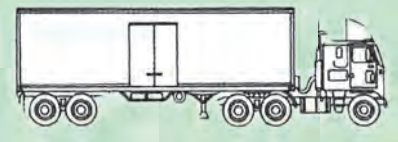
تحمل الشاحنات الحاويات التي تُفرَّغ من السفينة، وتنقلها إلى مراكز التوزيع.

حقيقة

تُعد عوادم **انبعاثات** السَّيَّارات والشاحنات في الولايات المتحدة الأمريكية مسؤولة عن (25%) من انبعاثات **غازات الدفيئة** للدولة.

أيضًا مهمَّة لأرباب العمل وطالبي العمل على حد سواء؛ حيث يوجد في الولايات المتحدة الأمريكية ثلاثة ملايين وثلاث مئة ألف سائق شاحنة، أما في كندا فيوجد أكثر من مئتين وخمسين ألفًا .

للشاحنات أشكال وحجوم متعددة؛ والجدول أدناه يوضح بعض أكثر الأنواع شيوعًا.

أنواع الشاحنات	
شاحنة صغيرة (بيك أب) أصغر شاحنة، وتُتخذ عادة مركبة شخصية، وتزن ما بين خمسة الآف باوند (2.270 كيلوجرام) و أربعة عشر ألف باوند (6.356 كيلوجرامًا).	
شاحنة صغيرة (البانيل) شاحنة صغيرة مغلقة، مثل: شاحنات الأجرة المستخدمة في نقل الحمولات.	
شاحنة مسطحة تتألف من الأمام من حجرة مغلقة للسائق (كبينة)، وهي مسطحة ومكشوفة من الخلف لتحميل البضائع. يمكنها حمل حمولات ثقيلة كالأعمدة الفولاذية (العارضة الحديدية). والحد الأقصى للوزن ثمانين ألف باوند (63320 كيلوجرامًا)*.	
شاحنة الصهريج تتألف من الأمام من حجرة مغلقة للسائق، وصهريج من الخلف يحمل سوائل، كالبنزين **والإيثانول** أو الحليب. والحد الأقصى للوزن ثمانين ألف باوند (63320 كيلوجرامًا).	
شاحنة قاطرة ومقطورة أطول أنواع الشاحنات وأثقلها بصورة عامة، تتألف من الأمام من حجرة مغلقة للسائق ومحرك، وهي قاطرة تجر المقطورة (مكان لوضع البضائع)، وتسمى أيضًا (شاحنة 18 عجلة). والحد الأقصى للوزن ثمانين ألف باوند (63320 كيلوجرامًا).	

*الحد الأقصى للوزن بحسب **القوانين** الفدرالية في الولايات المتحدة في الطرق السريعة ما بين الولايات.

محرِّك الديزل

محرك الديزل

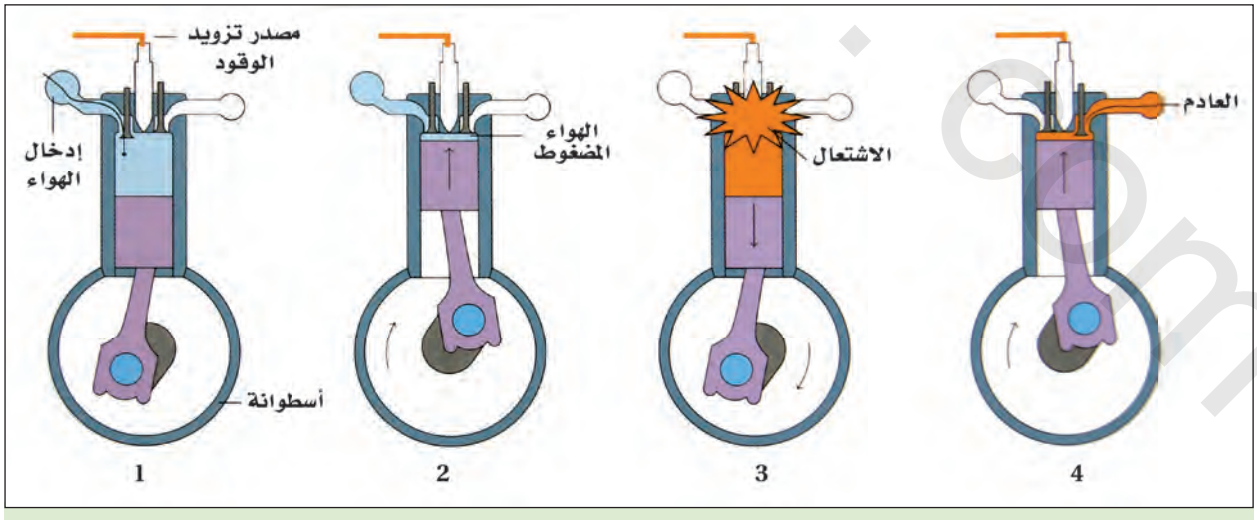
تُعـدُّ شاحنــة القاطرة والمقطورة أطـول الشاحنات وأكبرهــا، وتستخدم أنظمة الطرق السريعة العامة، ويعمل معظمها **بمحرك الديزل** وليس بمحرك البنزين العادي، وكلا النوعين يعمل **بمحرك الاحتراق الداخلي**.

اخترع المهندس الألماني رودلف ديزل محرك الديـزل؛ ففي ثمانينيات القـرن التاسع عشر أدرك المهندس ديزل العمل الذي أنجزه جوتليب ديملار وغيره فـي تطوير محرك الاحتراق الداخلي؛ حيث بـدأ بتكوين محرك أقوى وأكثر كفاية، بحيـث يشتعل الوقود بسهولة مع إعطاء حرارة كبيرة. وفي عام 1897م، قدم المهندس ديزل أول نجاح له، وهو محرك ضغط الاشتعال، وقد لاقى هذا المحرك الجديد نجاحًا فوريًّا.

كيف يعمل؟

تطلق أنواع محركات الاحتراق الداخلي جميعها طاقة من الوقود باستخدام سلسلـة من الانفجارات الصغيرة في الأسطوانـات المركبة بالمكابس، حيث تـؤدي حركـة المكابـس إلى دوران ناقـل الحركة الـذي ينقل بـدوره الطاقة (الحركـة) إلى العجلات. وتشتعل الانفجـارات في محرك الاحتراق الداخلي للسيارة باستمرار بفعل الشرارات من شمعة الاشتعال (البوجية).

وعلى النقيض من ذلك، يشتعل الوقود في محرك الديزل من دون الحاجة إلـى البوجيـة، وبدلًا مـن ذلك فـإن الضغط الشديـد الذي ينشـأ في غرف **الاحتـراق** يـؤدي إلى إشتعـال مزيج الهـواء والوقود ببساطة بفعـل الحرارة



محركات الديزل مثل محركات البنزين التي تستخدم دورة الاحتراق ذات الأشواط الأربعة، ولكن من دون شمعة اشتعال (بوجية)، بل تستخدم الضغط الشديد بدلًا منها.

المرتفعة. (ضغط الهواء يؤدي إلى رفع درجة حرارته). وقد يكون الضغط في غرفة احتراق الديزل ضعف الضغط في محرك البنزين العادي، حيث تصل درجة الحرارة إلى 4500°ف (2480°س).

التلوُّث والديزل

يعطي محرك الديزل حرارة أكبر وأكثر كفاية من محرك البنزين، ويُستخدم في الشاحنات وكذلك في **قاطرات القطارات**، ومحركات السفن، والحافلات، والجرافات وغيرها من الآلات الثقيلة، ومع ذلك فإن محرك الديزل يلوث البيئة أكثر من محرك البنزين.

إنَّ محرك الديزل كمحرك البنزين من حيث إطلاقهما العوادم من غرف الاحتراق بعد اشتعال الوقود؛ حيث يخرج هذا العادم باستمرار إلى الخارج، فتنطلق انبعاثات ملوثة في الغلاف الجوي. وقد قامت **وكالة حماية البيئة (EPA)**، وهي وكالة فدرالية تعمل على حماية البيئة في الولايات المتحدة من التلوُّث، بتصنيف عوادم الديزل على أنها قد تكون مواد مسرطنة للإنسان.

تشمل انبعاثات الديزل **ثاني أكسيد الكربون**، وهو المسبب الرئيس **للاحترار العالمي**، وغاز أول أكسيد الكربون، والهيدروكربونات، وأكاسيد النيتروجين، والمواد العالقة، وغيرها من **الملوثات**. (لمزيد من المعلومات عن هذه المواد وآثارها انظر الجدول صفحة 10). وتشمل انبعاثات الديزل أيضًا ثاني أكسيد الكبريت ذا السُّمِّيَّة العالية؛ حيث يسهم ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين في تكوين الضبخن و**المطر الحمضي**، في حين تعمل المواد العالقة على تهيج العينين والأنف والحنجرة والرئتين.

وبالمقارنة بمحرك البنزين، فإنَّ محرك الديزل أكثر تلويثًا للبيئة، وعلى الرغم من أنَّ مركبات الديزل تمثل (12%) فقط من المركبات التي تسير على الطرق السريعة في الولايات المتحدة الأمريكية، فإنها تسهم في نحو نصف نسبة ملوثات النيتروجين في الغلاف الجوي، وتسهم أيضًا في أكثر من ثلثي المواد العالقة مقارنة ببقية وسائط النقل جميعها.

رودلف ديزل؛ المهندس الألماني الذي أدخل محرك الديزل إلى العمل في عام 1897م.

حقيقة

تكون الشاحنات في الصين (25%) من أنواع المركبات جميعها، ولكنها أكبر مصدر للتلوث الناجم عن النقل؛ حيث يقدِّر العلماء أن انبعاثات الديزل من شاحنات الديزل والحافلات تمثل (93%) من انبعاثات أكسيد النيتروز جميعها، و(97%) من الانبعاثات المنطلقة من المركبات جميعها في الصين.

صناعة الديزل الصديق للبيئة

تعمل محركات الديزل بنوع معين من الوقود يسمى الديزل؛ حيث تستخدمه معظم محركات **الديزل البترولي** عادة، وهو وقود كُرِّر من **البترول**. وتستخدم بعض الشاحنات حاليًّا **الديزل الحيوي** أو الممزوج الذي يُصنع بمزج الديزل البترولي بالديزل الحيوي.

تُلزم القوانين في الولايات المتحدة الأمريكية في هذه الآونة، مصافي البترول بإنتاج ديزل أنظف من السابق، وعادةً ما يحتوي وقود الديزل على كمية كبيرة من الكبريت الذي يتحد مع الأكسجين في الهواء، منتجًا ثاني أكسيد الكبريت السام. وهناك صنف من الديزل يُسمى الديزل المنخفض الكبريت (LSD)، يحتوي على خمس مئة جزء بالمليون (ppm) من الكبريت. وسيُتخلَّص منه على مراحل بحلول عام 2010م، وقد حلَّ الديزل الضئيل الكبريت (ULSD) الذي يحتوي على خمسة عشر جزءًا بالمليون (ppm) من الكبريت محلَّ وقود LSD؛ لذا يجب أن تُصمَّم أنواع مركبات الديزل جميعها التي صُنعت عام 2007م وما بعد، بحيث تستخدم وقود ULSD فقط.

يُطلق الديزل ذو الصنف العالي ملوِّثات أقل من الديزل العادي.

يوضح الجدول أدناه قائمة المزايا الصديقة للبيئة التي يجري إدماجها في ديزل مركبات اليوم الجديد.

مكافحة التلوّث ومزايا اقتصاد الوقود لديزل المركبات

الميزة	الوصف
عامل أكسدة الديزل	يعمل مثل المحول المحفز في السيارة؛ حيث يقلل من انبعاثات أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات والمواد العالقة.
مواد المرشحات المعلقة في الديزل	أجهزة خزفية (سيراميكية)، تجمع المواد العالقة من مجرى العادم.
جهاز عامل الاختزال الانتقائي	أنواع مختلفة من محفزات التحويل، حيث يقلل ملوثات أكسيد النيتروجين تحديدًا.
جهاز تثبيط المحرك الآلي	إيقاف آلي للمحرك في حالة عدم الاستخدام.
التصاميم الديناميكية الهوائية المحسنة	تصميم شكل ديناميكي هوائي (بدلًا من الشكل الذي يشبه الصندوق) للشاحنات الكبيرة، يقلل من قوة سحب الهواء الناجم عن الاحتكاك مع الهواء، ويزيد من **كفاية الوقود**.
الإطارات القليلة المقاومة في أثناء الدوران	يشير وصف قليلة المقاومة إلى مقدار العمل الذي يتعين على المحرك القيام به للتقليل من الاحتكاك مع سطح الطريق لتحريك الشاحنة، وتقلل الإطارات القليلة المقاومة في أثناء الدوران من الاحتكاك، وتحسن من كفاية الوقود.
جهاز نفخ الإطارات الذاتي (ATIS)	الشاحنات مثل السَّيَّارات تقطع مسافات أطول عندما تُنفخ الإطارات نفخًا جيدًا. ويستخدم (ATIS) المعالجات الدقيقة للتحكم في ضغط الهواء وتنظيمه في الإطارات.

مشكلات إعادة التأهيل

تُصنع شاحنات جديدة مـزودة بمعايير عليا لمكافحة التلوُّث، وفي كفاية الوقـود، ومع ذلك توجـد شاحنات تقدم خدماتها أكثر مـن ثلاثين سنة على الطرق السريعة؛ لذا قد لا نستطيع الآن الاستفادة كليًّا من التحسينات التقنية الحاليـة سنوات عدة قادمة، حتى تخضع الشاحنات القديمة إلى عملية **إعادة تجديد** التي تعني إضافة مزايا جديدة إلى الآلات أو الأجهزة القديمة.

ولكن إعادة التجديد تتطلـب نفقات باهظة؛ فكثير من سائقي الشاحنات وشـركات الشحن يعانون عبء الارتفـاع المتزايد لأسعـار الديزل البترولي. ويدَّعـي الخبراء أن هناك حاجـة إلى مساعدة حكوميـة لتحديث الشاحنات القديمة وفقًا للتقنية الحديثة على نطاق واسع، وعليه فقد تبنت ولاية كاليفورنيا التـي كانت طوال سنوات عدة رائدة فـي مكافحة علاقة النقل بالتلوُّث، خطةً للمساعـدة تسمى برنامج كارل موبير؛ حيث يقدم هذا البرنامج منحًا سنوية لإعـادة تجديـد شاحنات كاليفورنيا القديمة بتقنيـات حديثة. علاوة على أن عددًا من أعضاء مجلس الشيـوخ وممثلين من الكونجرس الأمريكي يدعمون إنشاء خطة مساعدة فدرالية لسائقي الشاحنات وشركات الشحن.

الديزل الحيوي

الديـزل الحيوي نـوع من **الوقود الحيوي** الذي يُصنَّـع من أنواع عدة من النباتـات التـي تحتوي على زيـت، ففي ألمانيـا؛ الدولة الرائدة فـي إنتاجه، يُصنَّـع من زيت كانولا. أما فـي الولايات المتحدة الأمريكيـة، فمعظم الديزل الحيـوي مصنوع من زيـت فول الصويا، ويمكن صناعته أيضًا من بقايا زيت الطهو في المطاعم.

إن نواتـج احتراق فـول الصويا أنظـف بكثير مـن نواتج احتـراق الديزل البترولـي، فضلًا على أنـه يُصنع من موارد متجددة. ولكن ما يؤخذ على الديـزل الحيـوي عدم توافـره على نطـاق واسع؛ وعليـه فـإن الحصول على كميات كبيـرة منه يعدُّ تحديًا كبيرًا بالنسبة إلى الطاقة التي نحتاج إليها في الصناعة.

يمكن تحويل فول الصويا إلى ديزل حيوي، وهو أنظف بكثير من الديزل العادي عند اشتعاله.

حقيقة

في عـام 2007م، أصبحت بلدة سان بيرناردينو في ولاية كاليفورنيا أول ولايـة فـي الـولايـات المتحدة الأمريكية تستخدم شاحنات ثقيلة تعمل بسائل الغاز الطبيعي؛ حيث قدَّر مسؤولو البلدة أن كل شاحنة ستقلل من كمية غازات الدفيئة التي تطلق في الغـلاف الجـوي بمقدار ثلاث مئة باوند (136 كيلوجرامًا) لكل سنة.

Operkan.com

الحافلات

ملخص

تُعدُّ **الحافلات** في كثير من الدول من أكثر وسائط النقل العامة شيوعًا. والحافلات كالشاحنات؛ من وسائط النقل الثقيلة التي تعمل بالديزل، وهو أقل نظافة من البنزين لدى اشتعاله؛ لذا فإنَّ صناعة حافلات ذات كفاية عالية (موفرة للطاقة) والتقليل من الانبعاثات الضارة، من القضايا الرئيسة التي تركز عليها الحكومات وحُماة البيئة.

صُمِّمت بعض الحافلات بحيث تعمل بالغاز الطبيعي، في حين يستخدم بعض منها بطاريات الوقود التي تُشغَّل بغاز الهيدروجين. وتوجد أيضًا الحافلات الهجينة التي تستخدم بطاريات مع محرك الديزل، وهذه البدائل جميعها تطلق كميات ضئيلة من الملوِّثات أقلَّ مما تطلقه الحافلات العادية.

يذهب ملايين الأطفال إلى المدارس بالحافلات، ولكن بعض هذه الحافلات تلوِّث البيئة بصورة كبيرة.

تُعدُّ الحافلات في الولايات المتحدة الأمريكية وأماكن أخرى، من أكثر وسائط النقل المستخدمة في **النقل الجماعي**، ويُعدُّ شراء أسطول من حافلات النقل وصيانته أقل ثمنًا من بناء نظام للقطار في **منطقة حضرية** بصورة كبيرة، وهذه الحافلات تُستخدم في نقل الطلاب إلى المدارس، وكذلك في نقل المسافرين من مدينة إلى أخرى.

والحافلات مثل بقية وسائط النقل الثقيلة؛ تعتمد بصورة كبيرة على طاقة الديزل، وهو أقل نظافة لدى اشتعاله من البنزين في السَّيَّارات؛ لذا فإنَّ تحسين **كفاية الوقود** والحدَّ من **الانبعاثات** الخاصة بالحافلات من القضايا الرئيسة التي تركز عليها الحكومات وأنصار البيئة.

حافلات المدارس

يذهب نحو أربعة وعشرون مليون طفل في الولايات المتحدة الأمريكية، إلى المدرسة بحافلات المدارس يوميًّا، حيث تعمل معظم هذه (الحافلات) بمحرك **الديزل**، وتستخدم بعض المدارس حافلات صُنعت قبل ثلاثين سنة أو أكثر؛ لذا فإنها ملوِّثة بنوع خاص، وفي الحقيقة تُعدُّ أنظمة التحكم في انبعاثات الحافلات التي صنعت قبل عام 1990م ضعيفة أو خالية من هذه الأنظمة.

يسهم هذا النوع من الحافلات بحدوث تلوث كبير للهواء بسبب الكميات الهائلة من الانبعاثات الصادرة عنها.

ويتعرض ركابها أيضًا بصورة كبيرة إلى **ملوثات** الديزل، وقد أشارت دراسة نُشرت عام 2005م إلى أن الأطفال الذي يركبون الحافلات التي عمرها ثلاثون عامًا يستنشقون ملوثات بنسبة (70%) أكثر مما يستنشقه الركاب في السَّيَّارات.

ما زاد في تعقيد المشكلة فعلًا أن كثيرًا من مناطق المدارس الحكومية في الولايات المتحدة تعمل ضمن قيود ميزانياتها بصورة كبيرة؛ لذا فإن استخدام الحافلات الحديثة بدلًا من الحافلات القديمة، على أنها حافلات بديلة نظيفة سوف يحتاج -على الأرجح- إلى مساعدة من الحكومة الفدرالية وحكومات الولايات.

الحافلات الصديقة للبيئة

يُجري العلماء والمهندسون في العالم بحوثًا لصناعة حافلات أقل تلويثًا للبيئة؛ لذا استُخدمت **الحافلات الهجينة** ضمن أنظمة النقل الجماعي في كثير من مدن الولايات المتحدة، وكندا، وأوروبا؛ حيث تعمل هذه الحافلات بالمبادئ نفسها التي تعمل بها السَّيَّارات الهجينة، وهي استخدام محرك الديزل مع محرك كهربائي وبطاريات.

لقد بدأت بعض شركات الحافلات وأنظمة النقل العام باستخدام الوقود الحيوي، وعادةً ما يُمزج **الوقود الحيوي** في الحافلات **بالديزل البترولي**، وهو غالبًا ما يكون المزيج B_{10} أو B_{12}.

صُمِّمت بعض الحافلات على غرار السَّيَّارات لتعمل بالغاز الطبيعي، وهي أقل تلويثًا للبيئة من حافلات الديزل، ومع ذلك فإن نظام محطات الوقود لمركبات الغاز الطبيعي لم يتطور بعد بصورة جيدة.

أما **حافلات خلايا وقود الهيدروجين**، فتُعدُّ جزءًا صغيرًا من أنظمة النقل الجماعي في أوروبا، وبدأت تظهر أيضًا في بعض المدن الأمريكية. وهذه الحافلات مثل سيارات خلية الوقود؛ تتخذ غاز الهيدروجين وقودًا، ولا تنتج عوادم أو ملوِّثات، وفي عام 2006م، أصبحت أوكلاهوما في ولاية كاليفورنيا المدينة الأولى في الولايات المتحدة الأمريكية التي تستخدم الحافلات التي تعمل بالهيدروجين في نظام النقل الجماعي العام هناك.

نظرة عن قرب

حافلات (تيندو) الطاقة الشمسية

في فبراير 2008م، أدخلت أديليد وهي الخامسة بعد أكبر مدينة في أستراليا، أول حافلات الطاقة الشمسية إلى أنظمة النقل الجماعي هناك؛ حيث أطلق مجلس المدينة اسم (تيندو) على هذه الحافلة، وهي كلمة من لغة السكان الأصليين، وتعني (الشمس).

تُعدُّ حافلات التيندو مركبة الصفر الانبعاثي، وهي مزودة ببطاريات الصوديوم النيكل 11؛ حيث تستطيع أن تقطع مسافة مئة وأربعة وعشرين ميلًا (200 كيلومتر) تقريبًا من دون إعادة شحن البطارية. ولإعادة شحن البطاريات؛ تعود الحافلة إلى محطة حافلات أديليد، فتوصل بمقابس مربوطة بلوحة شمسية تقع على سطح المحطة، حيث تحتوي هذه اللوحة على آلاف من الخلايا الشمسية، وهي جهاز دقيق يحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية.

تستخدم مدن عدة في أنحاء العالم الحافلات الهجينة في أنظمة النقل الجماعي

القطارات

ملخص

تنقل **القطارات** المسافرين والبضائع الثقيلة إلى مسافات طويلة، ومعظم القطارات التي تنقل البضائع مزودة بقاطرة تعمل بمحرك الديزل الذي يعمل باستخدام وقود مشتق من البترول، يُسمَّى الديزل البترولي، وتحرق هذه القطارات كميات كبيرة من الوقود، فتطلق كميات كبيرة من الملوثات الضارة في الهواء.

تستخدم القطارات الهجينة محرك الديزل مع المحرك الذي يعمل بالبطاريات، وتستخدم القطارات الحالية مخاليط من الديزل الحيوي، وهو أنظف من الديزل البترولي لدى احتراقه، ولعل أكثر التقنيات الواعدة هي القطارات المغناطيسية (Maglevs)، وهي خالية من الانبعاثات.

يمكن أن يزيد وزن قطارات الشحن التي تعمل بقاطرات الديزل على عشرين ألف طن (18100 طن متري).

القطارات مجموعة من العربات متصلة ببعضها، تسير على سكة أو على طرق خاصة، وهي من أوفر وسائط المسافات الطويلة في النقل البري.

يوجد نوعان من القطارات، هما: قطارات **الشحن**، وهي التي تنقل البضائع (الحمولات أو الشحنات) الثقيلة. وقطارات الركاب التي تنقل الناس داخل المدن، ومن مدينة إلى أخرى، وكذلك بين الدول والقارات.

قطارات الشحن

تتألف قطارات الشحن من أنواع مختلفة من العربات، وتنقل عادة معظم البضائع؛ مثل المواد الكيميائية، والفحم الحجري، والحبوب، وخامات الحديد، و**البترول**، وتنقل أيضًا البضائع المصنَّعة (المنتجات)، مثل السَّيَّارات والآلات. وهناك عربات مبردة في القطارات لنقل الأطعمة القابلة للتلف، مثل اللحوم.

تُجرُّ قطارات الشحن وقطارات المسافرين **بالقاطرات**، ومعظم القاطرات المستخدمة للقيام بأعمال كبيرة تعمل **بمحرك الديزل** الذي يحرق وقود **الديزل البترولي**. وتطلق هذه القاطرة مثل غيرها من مركبات محركات الديزل **انبعاثات** تلوث الهواء. ويشمل هذا المخلوط المحمول جوًّا **ثاني أكسيد الكربون** وأول أكسيد الكربون، والهيدروكربونات، وأكاسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، و**مواد عالقة**، و**غيرها من الملوثات**.

يتركز تلويث القاطرات بصورة رئيسة في محطات القطارات؛ حيث ينبعث من القاطرات سنويًّا في شيكاغو، وهي من أكثر محطات القطارات ازدحامًا في الولايات المتحدة؛ ملوِّثات من أكسيد النيتروجين تعادل ما ينبعث من خمسة وعشرين مليون سيارة جديدة، بحسب إفادة صندوق الدفاع عن البيئة، وهي مجموعة من دعاة البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية. وهناك

محطات رئيسة أخرى للقطارات في الولايات المتحدة ذات مستويات مرتفعة من التلوث بفعل القاطرات، مثل: لوس أنجلوس، وهوستن- كاليفيستون، ودالاس - فورت، وبالتيمور، ويترويت.

التقنيات الحديثة

يبحث العلماء والمهندسون عن طرق للحدِّ من انبعاثات الديزل في قاطرات التحويل التي تُستخدم في ساحات السكك الحديدية لفرز المقطورات، وتجميع حمولة القطارات. إن قطارات التحويل تؤدي مهام معينة، حيث تتوقف كثيرًا في أثناء مسيرها؛ لذا فإن كفاية الوقود لها أقلُّ من التنقل مسافات طويلة على السرعة نفسها.

تستخدم قاطرات **التحويل الهجينة** طاقة البطارية المدعومة بمحركات الديزل خارج الطريق السريع؛ حيث إن كفاية الوقود لها أكثر من محركات الديزل العادية، وهذه المحركات تزود بالطاقة فقط عندما تحتاج البطاريات إلى إعادة شحن.

تُستخدم قاطرات التحويل أيضًا في الرحلات القصيرة التي تتطلب سرعة كبيرة وكميات كبيرة من الطاقة، ولمَّا كانت كمية الطاقة التي تحتاج إليها هذه القاطرات مختلفة، فقد صمَّم المهندسون قاطرات تحويل ذات محركات متعددة تستخدم عددًا من المحركات بحسب حاجة المهمة؛ فمثلًا قد تحتاج قاطرة التحويل المحركات جميعها في الرحلات ذات المسافات القصيرة، ولكنها قد تحتاج إلى محرك واحد للعمل في ساحة السكك الحديدية. ووَفقًا لسلطة السكك الحديدية -شركة مقرها في كندا، وتصنع قاطرات التحويل الهجينة وقاطرات التحويل المتعددة المحركات- فإن تقنيات قاطرات التحويل الهجينة وقاطرات التحويل المتعددة المحركات تقلل من استهلاك الوقود بـ (60%) و (80%) من الانبعاثات.

قطارات الشحن أم الشاحنات؟

يرى بعض أنصار البيئة أن استخدام أكثر من قطار بدلًا من الشاحنات في نقل البضائع سيقلل من انبعاثات الديزل؛ حيث إن كل شاحنة تستخدم محرك الديزل الخاص بها لنقل كمية محددة من البضائع، في حين تتألف قطارات الشحن من عربات كثيرة مع وجود قاطرة واحدة أو اثنتين، ومع ذلك ليس من السهل تغيير نمط الشحن في الولايات المتحدة، أو في أي مكان آخر في العالم، وإضافة إلى ذلك، فإن تجمُّع معظم القاطرات في مراكز معينة للسكك الحديدية قد يكوِّن تلوثًا محليًّا.

حقيقة

في عام 2005م، نقلت السكك الحديدية في الولايات المتحدة أكثر من (40%) من البضائع في البلاد، وقطعت مئة وأربعين ألفًا وثمان مئة وستة أميال (226605 كيلومترات).

تستخدم قاطرات التحويل المتعددة المحركات كالتي في الصورة أدناه، عددًا من المحركات بحسب العمل الذي تقوم به.

obeikan.com

قطار الطلقة الذي ينتقل بين المدن تتجاوز سرعته القصوى أحيانًا ثلاث مئة ميل في الساعة (483 كيلومترًا).

نقل الأفراد

تنقل القطارات الناس من مكان إلى آخر بطرق كثيرة ومتنوعة؛ فبعض القطارات تنقل الركاب في حدود مسافات قصيرة من خلال سحب العربات بكوابل، كالنقل التلال، وقطارات أخرى تنقل المسافرين بين المدن في الولايات المتحدة الأمريكية كلها، وهناك أنواع خاصة من قطارات الركاب تنقل الركاب داخل المدن وفي **المناطق الحضرية**.

قطارات الركاب بين المدن

معظم الدول لديها أنظمة قطارات لنقل الركاب بين المدن والبلدات الكبرى، وهذه الأنظمة متطورة بصورة كبيرة في أوروبا واليابان؛ حيث خصصت هذه الدول قطارات **الرصاصة السريعة** ـ قطارات الركاب التي تنتقل بسرعة كبيرة جدًّا ـ للتنقل بين المدن الكبرى.

إنَّ تنقل الركاب بين المدن بالسكك الحديدية إلى مسافات طويلة، يُعدُّ إستراتيجية صديقة للبيئة أكثر من السَّيَّارات والطائرات؛ حيث إن لكل سيارة محركًا وانبعاثات خاصة بها، ولكن قطار الركاب العادي الذي توجد له قاطرة واحدة بمحرك ديزل واحد، ينقل مئات الركاب. وتساعد قطارات الركاب أيضًا على تقليل **الازدحامات** المرورية بتقليل عدد السَّيَّارات في الطرق المزدحمة والطرق السريعة.

يمكن لقطارت الركاب تقديم مساعدات إلى شركات الطيران في العالم إذا كانت مثقلة بالأعباء، ومع ذلك فإن إنشاء **بنية تحتية** لأنظمة السكك الحديدية المتقدمة يتطلب نفقات كبيرة جدًّا. تتلقى أنظمة السكك الحديدية في الولايات المتحدة دعمًا قليلًا من الحكومة منذ سنوات عدة. وعلى الرغم من أن تطوير هذه الأنظمة في الولايات المتحدة لمطابقتها مع الأنظمة في ألمانيا أو فرنسا أو اليابان يتطلب استثمارًا ضخمًا، فإن المردود البيئي الإيجابي قد يكون كبيرًا.

قـد تكون قطارات الـركاب أخف بكثير مـن قطارات الشحن؛ لـذا تُطوَّر تقنيات جديدة صديقة للبيئة لاستخدام أنظمة قطار الركاب.

القطارات الهجينة

أدخلـت اليابان عـام 2007م، قطار الركاب الهجين إلـى نظام قطارات الركاب الواسع، ولهذا القطار قاطرة تعمل بمحرك ديزل، ولكن كل عربة فيه مجهزة بمحركات كهربائية تعمل بالبطاريات، وعندما تكون هناك حاجة إلى مزيد من الطاقة، كصعود تلة ما مثلًا، فسيتكفل بذلك محرك الديزل. ثم إن محـركات الكهرباء تستخدم **تجديد الكبـح** لإعادة شحن البطاريات. ويوجد جهاز حاسوب على متنها لتنظيم استخدام وقود الديزل والطاقة الكهربائية، وإعادة الشحن.

قطارات الديزل الحيوي

إنَّ تطـور قطارات الديـزل الحيوي ما زال في بداياتـه؛ ففي عام 2007م بـدأت المملكـة المتحدة باستخـدام (20%) من الديزل الحيـوي في تشغيل قطارات الركاب بين لندن ووالز على أنه اختبار مستقبلي للتحوُّل إلى استخدام مخاليط الديزل الحيوي، وكما هي الحال في محركات الديزل الأخرى، يمكن لمحركات القاطرة استخدام أنواع معينة من مخاليط الديزل الحيوي من دون حدوث تغيرات ميكانيكية، ولكنها قد تحتاج إلى **إعادة تجديد** للتحول إلى ديزل حيوي بنسبة (100%).

القطارات المغناطيسية

طُـوِّرت التقنية الجديدة للقطارات منذ وقت ليس بقصير، حيث تستخدم القطارات المغناطيسية القوى المغناطيسية لجعل القطار يطفو في الهواء فوق سكـة خاصة تُسمى الكايـدوي (guideway)، وتمتاز هذه القطارات بهدوئها وسرعتها الفائقة، في الوقت الذي لا تطلق فيه انبعاثـات على الإطلاق، ثم إنهـا لا تسبب أيَّ احتـكاك؛ لأنها تطفو فوق هذه الوسادة؛ حيث إنهـا لا تلامسهـا فعليًّا. ولا يوجـد أيضًا لهذه القطارات أجزاء متحركة متلامسة؛ لذا يتوقع المهندسون صعوبة تآكلها، ومع ذلك فإن هذا النوع من القطارات يتطلَّب بنية تحتية مختلفة بصـورة كبيرة عن القطـارات العادية؛ وعليه فإن بناءها باهظ الثمن.

قطار شنغهاي المغناطيسي، هو أول قطار مغناطيسي تجاري ذو سرعة كبيرة، وقد بدأ تشغيله في يناير 2004م.

حقيقة

وفقًا لمسؤولي السكك الحديدية اليابانية، فإن **كفاية الوقود** للقاطرة الهجينة ازدادت (20%) على كفاية الوقود في قاطرة الديزل العادية، وقللت أيضًا من الانبعاثات أكثر من (60%).

قطارات النقل الجماعي

للقطـارات دور مهم في توفيـر النقل بين المناطـق الحضرية المختلفة، ويُسمَّـى النظام التكاملي للقطارات والحافـلات في النقل العام في المناطق الحضريـة **النقـل الجماعـي**. ومعظم النقـل الجماعي يُموَّل ويُـدار بوساطة المعنيين في المدن، أو حكومات تلك المناطق، وفي بعض الحالات، يمكن أن تديره شركات خاصة، ولكن بتنسيق وكالات حكومية وإشرافها.

يستخدم أكثر من ستة ملايين راكب أنظمة المترو في مدينة نيويورك كل يوم من أيام العمل.

يعدُّ استخدام القطارات والحافلات في النقل الجماعيفي معظم الأحيان، خيـارًا صديقًا للبيئـة في النقل، وعلـى الرغم من أن معظم قطـارات النقل الجماعـي هي مركبات تعمـل بالطاقة الكهربائيـة، فإنَّها لا تُطلـق انبعاثات ضـارة بالبيئـة؛ لأنهـا تعتمد علـى طاقة النباتـات للحصول علـى الكهرباء. وعلاوةً على ذلك، فإن قطارات الركاب قادرة على نقل مئات الأفراد في وقت واحـد، وعلى النقيض من ذلك يمكن اشتراك أكثـر من شخص في المركبة الواحدة، ولكن المركبة الواحدة لا تتسع إلا إلى أربعة أشخاص أو خمسة، ثم إنَّ غالبية الأشخاص يتنقلون بسياراتهم فرادى.

يشهد العالم في هذه الآونـة، تزايدًا سريعًا في أسعار الوقود والتهديدات البيئيـة؛ حيـث يحتل النقـل الجماعـي أهمية كبيرة فـي المدن فـي أمريكا الشماليـة وفي أنحاء العالم جميعها، وتوجد أنواع من القطارات تُستخدم في أنظمة النقل الجماعي في المدن، بعضها موضح في الجدول أدناه.

قطارات فانكوفر

تُعـدُّ فانكوفر الكبـرى الثالثة أكبـر منطقة حضرية فـي كندا، وذات

أنواع القطارات المستخدمة في النقل الجماعي

نوع القطار	الوصف
قطار الركاب	قطار ذو سعة كبيرة، يعمل عادة بالديزيل، وينتقل بين وسط المدينة وضواحيها، يستخدمه الركاب غالبًا في الذهاب إلى العمل.
القطارات الثقيلة	قطارات كهربائية تستوعب عددًا كبيرًا من المسافرين، فتحد من الازدحامات المرورية، ويمكن أن تعمل في المدن على سكك مرتفعة، أو في أنفاق تحت الأرض.
القطار الخفيف	قطار ذو عربات خفيفة للركاب، يعمل على سكة حديدية ثابتة، قد تكون مفصولة تمامًا عن حركة المرور العادية وقد لا تكون، ويتزود هذا القطار بالطاقة من خطوط كهرباء علوية، أو من خلال السكة نفسها.
عربة قطار هوائي (ترام)	نظام لمسار قصير، يتألف من كوابل (أسلاك) كهربائية هوائية عُلِّقت عليها عربة ركاب.

توسُّع متسارع، وهي موطن لأحد أكثر أنظمة القطارات الخفيفة تطورًا في شمال أمريكا.

بنت فانكوفر عام 1986م، نظامها للقطارات الخفيفة، وافتتحته آنذاك؛ استعدادًا لاستضافة معرض إكسبو 86، (العالم العادل)، وأطلقت عليه اسم (سكاي ترين) أيْ (قطار السماء)، وقد زيدت خطوط إضافية لتوسعة النظام بواقع ثلاثين ميلًا (49.5 كيلومتر). وهناك نوعان جديدان من الخطوط؛ الأول يربط بين وسط المدينة ومطار فانكوفر الدولي استعدادًا للألعاب الرياضية الشتوية (الأولمبياد) لفانكوفر عام 2010م؛ حيث سيجري توسعة النظام بواقع ثمانية عشر ميلًا (30.5 كيلومتر)، ويوجد لدى مسؤولي فانكوفر خطط لإضافة المزيد من خطوط جديدة بعد عام 2010م.

(سكاي ترين) قطار آلي كليًّا، فهو نظام دون سائق؛ يُتحكَّم فيه من منشأة مركزية على الرغم من وجود الركاب بداخله، وتُقلُّ هذه المركبات نحو (75) راكبًا، وتعمل في مجموعات ثنائية، وتسير بسرعة تصل إلى خمسين ميلًا في الساعة (80 كيلومترًا في الساعة). وبحسب إحصائية (بريتش كولومبيا للنقل السريع)، ينقل (سكاي ترين) أكثر من خمسة وستين مليون راكب سنويًّا.

أما النوع الآخر من الخطوط، فهو نظام قطار العربات (عربات تشبه الحافلة) الذي يستخدم العربات الكهربائية؛ حيث إن لهذه المركبات بكرات (تسمى عربات) تربط المركبة بخطوط كهربائية هوائية لتزويدها بالطاقة. ففي عام 2006م حقَّق نظام العربات لفانكوفر نحو واحد وتسعين مليون جولة، ويعد توافر كل من (سكاي ترين) ونظام العربات في فانكوفر بدائل مناسبة للسفر مقابل السَّيَّارات.

لا يحتاج (سكاي ترين) إلى سائق؛ لأنه قطار يُتحكَّم فيه عن طريق منشأة مركزية.

نظرة عن قرب

التنقل بالقطارات الخفيفة في مدينة فينيكس

وافق سكان فينكس في ولاية أريزونا عام 2000م، على إجراء التمويل اللازم لبناء نظام إقليمي للقطارات الخفيفة الجديد؛ حيث بدأ العمل بنظام النقل بالقطارات الخفيفة في مدينة فينكس الجديد الذي طوله ثلاثون وثلاثة أعشار الميل (32.7 كيلومترًا) في نهاية عام 2008م. وتوقع خبراء السير آنذاك أن خدمات القطارات الخفيفة ستقلل ما نسبته (40%) أو أكثر من الازدحامات المرورية على الطرق السريعة في ساعات الذروة. وقد طوَّر مسؤولو مدينة فينكس وخبراء النقل خططًا لبناء توسعة شاملة تمتد إلى الشرق والغرب بصورة أساسية في أقرب وقت ممكن عام 2012م، بالإضافة إلى توسعة جنوبية في وقت لاحق من العقد القادم.

السفن والقوارب

ملخص

تُستخدم **السفن** بصورة رئيسة في نقل البضائع، ومع ذلك يستخدمها الناس في السفر والاستجمام. معظم هذه السفن تعمل بمحركات الديزل التي تنبعث منها ملوِّثات ضارة كثاني أكسيد الكربون.

ومن أجل الحدِّ من كمية التلوُّث الصادرة عن السفن الكبيرة، استخدم بعض المختصين مزيجًا من وقود الديزل الحيوي (الوقود المشتق من النباتات) والديزل البترولي (الديزل المشتق من البترول).

أمَّا **القوارب**، فهي سفن صغيرة تُستخدم في الاستجمام، وهي مثل السفن؛ يعمل بعضها حاليًّا بمخاليط من الوقود الحيوي، وقد طُوِّرت قوارب تعمل بالطاقة الشمسية؛ حيث تُزوَّد المحركات الكهربائية بالطاقة من ألواح شمسية.

يمكن لسفن الشحن التي تعمل بالديزل أن تحمل أكثر من مئة ألف طن (90718 طنًّا متريًا) من البضائع.

صنع الناس السفن بحجوم وأوزان مختلفة، واستخدموها بدءًا من الزوارق والقوارب الصغيرة إلى ناقلات النفط وسفن الركاب الفاخرة التي تنقل مئات المسافرين. وتُستخدم السفينة بصورة رئيسة في نقل البضائع، ومع ذلك يستخدمها الناس في السفر والاستجمام.

كانت السفن قبل آلاف السنين، تزود بالطاقة بطريقتين؛ الأولى عن طريق الأشرعة التي تستفيد من طاقة الرياح، والأخرى عن طريق القوى البشرية باستخدام المجاذيف.

وفي القرن التاسع عشر، أصبحت السفن التي تعمل بطاقة البخار شائعة الاستخدام. وقد كانت هذه السفن تزَّود عادة بوقود الفحم الحجري، ومن ثَمَّ تحولت معظم **السفن التجارية** قبل مئة سنة إلى التشغيل بطاقة الديزل، وما زالت الغالبية العظمى من السفن تعتمد حاليًّا على هذه الطاقة؛ الديزل.

محرك السفن

في الصفحة أعلاه، صورة سفينة لشحن البضائع، وهي سفينة حاويات حديثة، حيث يُقدَّر طول سفن الحاويات الكبيرة بأكثر من ألف قدم (305 أمتار)، ووزنها مليون باوند عند تحميلها؛ لذا تتطلب حركة مثل هذا الجسم الضخم محركًا قويًّا جدًّا، وبكميات كبيرة من الطاقة المستخدمة.

إنَّ محرك السفن الكبيرة هو **محرك الديزل**، مع تعديلات طفيفة؛ فبدلًا من ناقل الحركة، يتحرك المكبس نحو الأعلى والأسفل، ويدير قضيبًا طويلًا موصولًا بمروحة في الماء توجد في نهاية السفينة تمامًا.

ويُسمى هذا القضيب ذراع التوصيل الذي يؤدي إلى دوران المروحة بسرعة في الماء، بحيث يدفع السفينة نحو الأمام.

انبعاثات سفن الديزل

إنَّ كفايـة محرك الديزل في السفن أكبر بكثير من كفاية محرك البنزين في السَّيَّارات، أو محرك الديزل في الشاحنات، ومع ذلك فإن محرك الديزل في السفن يستهلك نحو ألف وست مئة وستين جالونًا (6283 لترًا) من الديزل في الساعة عندما يعمل بأقصى ما يمكن .

تتضمـن **انبعاثـات** سفن الديـزل كثيرًا من **الملوِّثات** الضـارة، مثل **ثاني أكسيد الكربون**، وأكاسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، و**مواد عالقة**، ومواد أخرى.

تقـف السفـن الضخمة العابـرة المحيطـات المزودة بطاقـة الديزل في الولايـات المتحدة الأمريكيـة عند موانئ شواطئ كلٍّ مـن: المحيط الهادئ، والمحيط الأطلسي، وخليج المكسيك، ووفقًا لأنصار حماية البيئة، فإن سفن الحاويـات الكبيـرة التي تأتي إلـى الموانئ يمكنها إطلاق كميـات كبيرة من الملوِّثات فـي الهواء، تعادل ما تطلقه شاحنات الديـزل عندما تجول الأرض ثلاث مرات. وتبين الدراسـات الطبية الآثار الضارة لهذه الانبعاثات بصحة الناس الذين يعيشون بالقرب من منشآت الموانئ.

تستهلـك سفينة البضائع الضخمة كميات من الطاقـة أكثر مما تستهلكه كثيـر من التقنيات الصديقة للبيئة، وبدائـل الطاقة النظيفة لهذه السفن قد لا تتوافـر فـي المستقبل القريب؛ لـذا فإن مصممي السفـن يطورون تقنيات بأقصى ما يمكن لتحسين كفاية الطاقة.

السفن الصغيرة والقوارب

السفن ليست كلها ضخمة وناقلة للبضائع؛ إذ توجد سفن صغيـرة وقوارب تستخدم فـي أغراض متعددة، حيث تُزوَّد القوارب بمحرك يعمل بالبنزين أو الديزل.

ويمكـن استخدام بدائـل موارد الطاقـة البديلة في قـوارب الركاب، مثل قـوارب الرحلات البحرية والعبَّـارات الصغيـرة، ومـن هـذه المـوارد: طاقة الرياح، و**الطاقة الشمسية**، ووقود **الديزل الحيوي**.

نظرة عن قرب

تلوث الموانئ

أصدر مجلس حماية الموارد الطبيعية (منظمة بيئية مقـرها فـي مدينة نيويورك) في عام 2004م، التقرير الدوري عن النوعية البيئية بالقرب من الموانئ، وقد تناول التقرير عشرة موانـئ، هي الأكثر ازدحامًا بسفن الحاويات في الولايات المتحدة، وقد تراوح التقييم من (B) إلى ناقص (F)؛ حيث حـازت أوكلاهـوما في ولاية كاليفورنيا على أفضل نتيجة، في حين كانت هيوستن في ولاية تكساس، هي الأسوأ. ويُعدُّ ميناء اللونج بيتش (الشاطئ الطويل) في لوس أنجلوس، المكتظ جدًّا بالسفن، أكبر مصدر لتلوث الهواء في الأجـزاء الجنوبية جميعها لولاية كاليفورنيا.

عقـد الكونجـرس الأمـريـكـي عـام 2008م، جلسـات اسـتمـاع تتعلق بالتلوُّث الذي يؤثر في موانئ البلاد، ودعا النواب في جلسات الاستماع إلى الردِّ على الاتهامات التي تشير إلى أن السبب الرئيس للتلوث الشديد للميناء هو عدم **وجود قوانين حكومية**.

صُنِّف ميناء هيوستن في ولاية تكساس عام 2004م، على أنَّه من أكثر الموانئ تلوُّثًا في الولايات المتحدة الأمريكية.

يوجد كثير من السفن الصغيرة والقوارب التي تعمل بالوقود الحيوي، حيث توجد مثل هذه السفن البحثية المخبرية للبحوث البيئية للبحيرات العظمى في ميتشيغان.

طاقة الديزل الحيوي

الوقود الحيوي؛ سائل مشتق من المخلوقات الحية أو منتجاتها، وهو نوع من الوقود الحيوي الذي يُصنَّع عادة من النباتات الزيتية، مثل فول الصويا. للديزل الحيوي مزايا عدة يتميز بها عن **الديزل النفطي** (الديزل المشتق من البترول)؛ فهو مصنوع من **موارد متجددة**، وانبعاثاته أقل ضررًا. ولما كان الديزل الحيوي أقلَّ سمِّيَّة من الديزل النفطي بكثير، فإنَّ ضرره طفيف في المسطحات المائية عند تسربه.

مخاليط الديزل الحيوي

يمكن اتخاذ الديزل الحيوي بصورة رئيسة وقودًا للسفن على صورة مخلوط، مثلما يُستخدم في السيارات والشاحنات، وتستخدم أيضًا بعض سفن الشحن الكبيرة (B20)؛ وهو مزيج من الديزل الحيوي بنسبة (20%) و (80%)من الديزل النفطي؛ إذ إن مخاليط الديزل الحيوي تقلل من الانبعاثات من دون الحاجة إلى إدخال تغييرات كبيرة على المحرك، ولكن بعض خبراء التقنيات البحرية يستبعدون أن تكون لدينا في المستقبل القريب سفن كبيرة تعمل بالديزل الحيوي فقط. ولما كانت طاقة الديزل الحيوي أقل من طاقة الديزل النفطي، فيتعيَّن تحميل كميات أكثر منه في خزانات الوقود، وهذا ما يزيد من وزن السفينة، ويقلِّل من سعتها على حمل البضائع.

حماية البيئة والديزل الحيوي

يولي كثير من أصحاب القوارب وسائقيها حاليًّا، اهتمامًا كبيرًا بالديزل الحيوي، لا سيما (B20)، وهو من أكثر أصناف الديزل الحيوي انتشارًا.

بدأت وزارة النقل في ولاية واشنطن عام 2008م، باستخدام وقود (B20)

بالتدريـج، لتشغيل العبَّارات في منطقة بوجيت ساوند، وقد كان هذا الإجراء استجابـة لأمر تنفيذي صادر عن حاكم واشنطن كريستين جريجوار لأجهزة الدولة؛ وذلك لاعتماد الممارسات **المستدامة** في استخدام الوقود.

القارب السريع

وُضِع عام 2006م، أول قارب يعمل بطاقة الديزل الحيوي بنسبة (100%) للإبحـار فـي نيوزيلندا؛ إذ صمَّـم المهندس الصناعي بيتر بيثـون القارب السريـع، بحيـث يسير في البحـار الهادئـة والمياه الهائجة كذلـك، وينطلق بسرعـة تصل خمسًا وأربعين عقدة (52 ميلًا فـي الساعة / 83 كيلومترًا في الساعـة، أما خـزَّان الوقود الخاص به، فيتَّسع لـ 2500 جالون (9463 لترًا)؛ لـذا فإنـه يستطيع قطع مسافة ثلاثة آلاف ميـل (4826 كيلومترًا) للتنقل بين مضخات الوقود.

ولكي يدعم بيثون قاربه الذي يعمل بطاقة الديزل الحيوي، فقد اعتمد على تصميـم مبدع. وعلى الرغم من أن معظم القـوارب لها هيكل واحد (الجسم الخارجـي للقارب)، فإن جسم القـارب السريع له هياكل عـدة؛ حيث يتألف مـن هيكل مركزي واحـد واثنين علـى الجانبين، وجميعهـا متصلة بوساطة ذراعيـن، وهـذا التصميـم مستمد مـن الـزوارق الكبيرة التـي استخدمتها الشعـوب البولينيزية (مجموعـات عرقية مختلفة تتكلم اللغـات البولينيزية) منذ زمن طويل.

يمتاز جسم القارب السريع بطوله، و بواجهة أمامية مدببة، وهذا ما يسمح له باختراق الأمواج والغوص أسفلها بمدة وجيزة، وقد أطلق القارب السريع فـي 24 فبراير عـام 2006م في نيوزيلنـدا، ثم قام بيثون وطاقمـه في نهاية العام نفسـه، بجولة ترويجية لعرض استخدام الديزل الحيـوي في النقل المائـي، وقد كانت هـذه الجولـة حدثًـا إعلاميًّا كبيـرًا لدى مدن الولايـات المتحـدة التي زاروها، مثـل سياتل، ومـدن أخـرى فـي مختلف أنحـاء العالـم؛ إذ أتاحت هذه الزيارات لعدد من الموانئ للفريق بنشر مفهوم الديزل الحيوي.

هَـدَفَ بيثون وفريقه أيضًـا إلى تحدٍّ يتمثل بتسجيل أرقام قياسية في الملاحة حول العالم بوساطـة الزوارق السريعـة؛ من خلال قدرتها على اختراق الأمواج مع الحفاظ على سرعتها الكليـة الكبيرة؛ حيـث استُخدم ذلـك كله في وضع معايير جديدة للقوارب الصديقة للبيئة.

حقيقة

حوَّلت الحكومة الاتحادية لمنطقة البحيرات الكبرى لمختبر بحوث البيئـة، ومقـرهـا فـي مسكيجون فـي ولايـة ميتشيغـان، فـي عـام 2006م، أسطولَها الذي يتألف من ثلاث سفن بحثية إلـى استخدام وقـود حيـوي (100%) مصنوع مـن فـول الصـويـا، وقـد أشـارت الدراسـة المخبرية إلـى أن نسبة التوفير في نفقات تشغيل القوارب بلغت (17%).

هيكل القارب السريع الإبداعي يسمح له باختراق الأمواج، وتوفير الوقود أيضًا.

شراع الطاقة الشمسية

سعى الدكتور الأسترالي (روبرت ديين) في أواخر عام 1990م، إلى صنع نوع جديد من القوارب عن طريق تعديل جناح الأشرعة التي شاهدها على قوارب السباق؛ حيث إن جناح الشراع مرن، ويعمل عمل جناح الطائرة؛ إذْ ينتج قوة **الرفع** ويزيد من طاقة الأشرعة. وقد غطَّى ديين جناح الأشرعة **بالألواح الشمسية**، بحيث يتيح للقارب استخدام كلٍّ من طاقتي الشمس والرياح. ويمكن أن يتحرك جناح الشراع - إلكترونيًّا باستخدام الحاسوب - لالتقاط ضوء الشمس أو الرياح، وهذا ما يتيح للأشرعة التكيف مع الظروف المناخية؛ فعندما تكون الرياح قوية وتهدد استقرار القارب، فإن هذه الأشرعة تنطوي على سطحه.

يستخدم تصميم روبرت ديين للمراكب الشراعية الشمسية الطاقتين؛ الشمسية والرياح، ثم إنه أيضًا خالٍ من الانبعاثات الضارة.

تقنية شراع الطاقة الشمسية

تُعدُّ المراكب الشراعية التي تعمل بالطاقة الشمسية لروبرت ديين مثالًا على التطورات الحديثة في مجال النقل المائي بالطاقة الشمسية؛ فاستخدام الطاقتين؛ الشمسية والرياح لا يتطلب أي وقود، ولا ينجم عنهما أيُّ انبعاثات ملوِّثة في الهواء، غير أن الطاقة الشمسية وحدها لا توفر الطاقة الكافية التي يمكن الاعتماد عليها في قيادة المراكب التجارية أو غيرها من السفن ضمن جدول زمني دقيق؛ لذا فإن كثيرًا من القوارب التي تعمل بالطاقة الشمسية والتي تُصمَّم اليوم هي **قوارب هجينة**؛ حيث يوجد على متنها محرك ديزل صغير لتوفير الطاقة الكهربائية الاحتياطية. ويفيد سائقو القوارب بأنهم يستهلكون عُشر كمية الديزل فقط مقارنة بما يستهلكه القارب العادي الذي يعمل بالديزل.

يُعدُّ تخزين طاقتي الرياح والشمس حاليًّا، من التحديات الرئيسة في تقنية شراع الطاقة الشمسية، فلو وجد الباحثون طرقًا لتخزين هذه الطاقة بكفاية، لأمكن عندئذٍ توفير قوارب لا تحتاج إلى الديزل لتشغيلها.

عبر المحيط الأطلسي

في اليوم الثامن من شهر مايو عام 2007م، تهادى قارب غريب المظهر في ميناء مدينة نيويورك، وربما وصل دون أن يلاحظه أحد، لكنه يمثل معلمًا رئيسًا في تاريخ السفر عبر المياه؛ حيث يصل طول هذا القارب ستًا وأربعين قدمًا (14 مترًا)، وهو قارب معدل (ثنائي الهيكل)، وقد أنهى عبور المحيط الأطلسي من أوروبا إلى نيويورك باستخدام الطاقة الشمسية وحدها؛ إنَّه **صَنْ 21**.

لقد كان القارب صَنْ 21 من بنات أفكار المصمم السويسري مارك فوست الذي كان يعمل مع شركة سويسرية لتصنيع القوارب، وضع فوست ومساعدوه القواعد الأساسية لتصميم هذا القارب، وأضافوا إليه سقفًا من **الخلايا الشمسية** المولدة للطاقة الكهربائية التي تُحوِّل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية، مع وجود محركين كهربائيين لاستخدام هذه الطاقة الكهربائية المولدة بالطاقة الشمسية ولهذه المحركات القدرة على تشغيل القارب بسرعة تصل إلى سبع عُقَد (8 أميال في الساعة، أو 13 كيلومترًا في الساعة).

أطلق فوست بالتعاون مع قبطان القارب وثلاثة آخرين من أفراد الطاقم، القارب صَنْ 21 من بازل في سويسرا في ديسمبر عام 2006م؛ فعبروا القنوات والأنهار الأوروبية إلى بحر الشمال في هولندا، ثم اتجهوا نحو الساحل الأوروبي إلى إسبانيا، ثم إلى جزر الكناري، ومن هناك عبروا المحيط الأطلسي إلى جزيرة مارتينجيو (Maritinique) في البحر الكاريبي، وأخيرًا وصلوا إلى الساحل الشرقي لمدينة نيويورك. لقد جلبت هذه الرحلة للقارب صَنْ 21 اهتمام الناس في أنحاء العالم جميعها لبناء زوارق أخرى تعمل بالطاقة الشمسية.

حَسَبَ المهندسون كميات الديزل اللازمة لرحلة القارب صَنْ 21 بأنها قد تصل إلى تسع مئة وثمانية وثمانين جالونًا (3744 لترًا).

حقيقة

أطلقت شركة مكوك المياه في المملكة المتحدة عام 2006م، المكوك الشمسي، وهو قارب يحمل أثنين وأربعين راكبًا، ويمكنه العمل في الظروف جميعها في النهار، ويخزِّن الطاقة لاستخدامها في الليل، وتشير التقديرات إلى أن قارب المكوك الشمسي يوفر طنَّين (1.8 طن متري) من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كل عام، مقارنة بقارب مماثل له في الحجم يعمل بالديزل.

الطائرات

ملخص

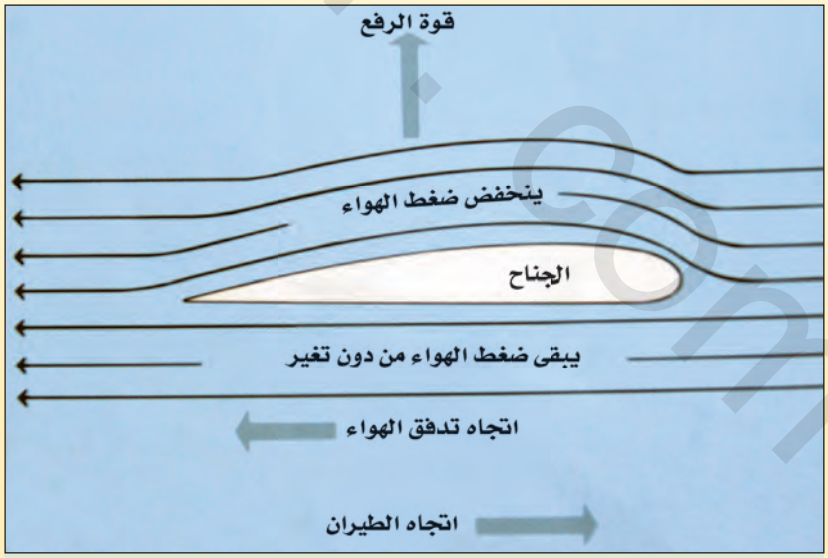
ازداد السفر **بالطائرة** بصورة كبيرة خلال السنوات الخمسين الماضية، ما جعل من هذه الوسيطة مصدرًا كبيرًا للتلوث.

وعلى الرغم من أن كثيرًا من بدائل الوقود ومصادر الطاقة التي يمكن استخدامها في السَّيَّارات أو الشاحنات ليست مناسبة للطائرات الكبيرة، فإن من الممكن استخدام الوقود الحيوي وطاقة البطارية وغيرها من التقنيات في أصغر الطائرات حجمًا، ويمكن اتخاذها مصدرًا ثانويًّا للطاقة في الطائرات الكبيرة أيضًا، وكذلك فإن التصاميم الجديدة للطائرات تقلل من استهلاكها للوقود.

الطائرات الكبيرة ذات أهمية في وسائط النقل العالمية، وهي أيضًا ملوثة للبيئة بصورة كبيرة.

الطائرة آلة تعمل بمحرك، وتُحلِّق في الجو بدعم من الهواء المتدفق حول جناحيها؛ فعندما تتحرك الطائرة إلى الأمام على المدرج، فإن الهواء يسير بتسارع فوق الجناح وأسفله. ولجناح الطائرة شكل يُسمَّى ظهر الجناح، يدفع الهواء فوقه بسرعة كبيرة فيكوِّن منطقة ذات ضغط منخفض فوقه، وفي الوقت نفسه، يبقى ضغط الهواء المتحرك تحت الجناح مرتفعًا، ويزداد هذا الاختلاف في الضغط الجوي فوق الجناح وأسفله، ويصبح في نهاية المطاف كبيرًا بما يكفي لرفع الطائرة بعيدًا عن مستوى سطح الأرض.

يُعبَّر عن مصطلح **الرفع** في الفيزياء بالقوة التي تُنشأ حول جناح طائرة بوساطة الحركة في الهواء، وقوة الرفع هي السبب وراء زيادة سرعة معظم الطائرات على المدرج الطويل لحدوث الطيران، وهذا بدوره يفسر أيضًا سبب استهلاك الطيران كميات كبيرة من الطاقة؛ فالطائرة الثقيلة يتطلب رفعها استهلاك كميات كبيرة من الطاقة للتغلب على الجاذبية والتحليق في السماء .



يكوِّن شكل أجنحة الطائرات مناطق ذات ضغط منخفض فوق سطح الجناح.

obeikan.com

المحركات النفاثة والمراوح

يشير مصطلح الطائرة إلى كل مركبة جوية تحلق في السماء، سواء أكانت المحركات نفاثة، أو تعمل بالمراوح؛ حيث تشفط المحركات النفاثة الهواء، وتشعل الوقود، وتقذف الغازات المحترقة التي تدفع بدورها الطائرة إلى الأمام. ومعظم الطائرات **التجارية** الكبيرة – التي يمكن أن تحمل مئات الركاب – هي طائرات نفاثة. وهناك كثير من الطائرات الصغيرة تطير باستخدام مراوح ومحرك واحد؛ حيث إن دوران المراوح بسرعة يدفع الطائرة إلى الأمام، فيمكنها الحصول على سرعة كافية لرفعها عن الأرض.

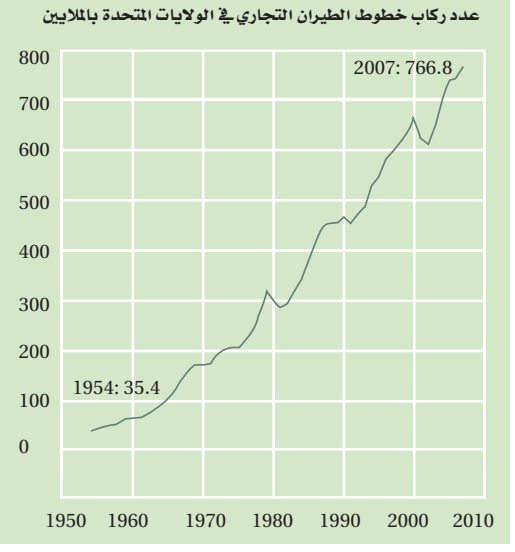
الطيران

يصف (الطيران) الأنشطة كلها المتعلقة ببناء الطائرات وتحليقها، حيث تُعدُّ صناعة الطيران من أكبر الصناعات في العالم، وتُعد شركات الطيران التجارية أيضًا جزءًا كبيرًا من الطيران؛ حيث تحلق عشرات الآلاف من الطائرات كل يوم لعبور الكرة الأرضية.

استُخدمت القطارات والحافلات والسفن في بداية القرن، في معظم رحلات المسافرين للمسافات الطويلة حول العالم، ولكن بعد حدوث تطور كبير في الطائرات النفاثة التجارية في خمسينيات القرن العشرين، فقد أصبح بإمكان الناس في أنحاء العالم جميعها السفر في غضون أيام، وأما اليوم، فقد أصبحت مثل هذه الرحلات تستغرق أقل من يوم واحد، ومع نمو صناعة الطيران حول العالم، سرعان ما أصبحت الطائرات من أهم وسائط النقل.

تعمل معظم الطائرات في العالم والطائرات التجارية الكبيرة جميعها بالوقود المصنوع من **البترول**، ما ينجم عن ذلك تلوث كثير كما هو الحال في السَّيَّارات والشاحنات وقطارات الشحن. ولكن الطائرات تفرِّغ جزءًا كبيرًا من ملوِّثاتها في **الغلاف الجوي** العلوي، حيث يمكن أن تكوِّن أخطارًا مختلفة في البيئة.

ولسوء الطالع، لا توجد أنواع وقود ولا مصادر طاقة بديلة مناسبة تمامًا للطائرات التجارية؛ لذا فإن التوسع في استخدام النقل الجوي لتوفير الطاقة يُعدُّ تحديًا كبيرًا في ابتكار وسائط نقل عالمية أكثر صداقة للبيئة .



ازداد عدد ركاب شركات الطيران التجارية في الولايات المتحدة الأمريكية على نحوٍ كبير خلال الخمسين سنة الماضية.

حقيقة

تقدر إدارة الطيران الاتحادية أن عدد المسافرين على الخطوط الجوية الأمريكية سوف يصل إلى مليار نسمة بحلول عام 2015م.

obeikan.com

النقل الجوي والتلوُّث

يـزداد عدد الطائرات وعدد الركاب أيضًا في كل عام، ونتيجة لذلك فقد جذبـت صناعة اليوم اهتمـام المسؤولين الحكوميين و**أنصـار البيئة** بصورة كبيرة.

تطلق الطائرات على علوٍّ مرتفع ملوِّثاتها في الغلاف الجوي، بحيث يكون ضرر هذه الانبعاثات أكثر من ضرر الملوِّثات التي تُطلق من الأرض.

التلوُّث بالكربون

يُضيـف النقـل الجوي كميات كبيرة مـن غاز **ثاني أكسـيد الكربون** الذي يتراكـم فـي الغلاف الجـوي، ووَفقًا لمعظـم العلماء فإن ارتفـاع تركيز ثاني أكسيد الكربون هو السبب الرئيس لظاهرة **الاحترار العالمي**، ولما كان عدد الرحلات والركاب في ازدياد مستمر، فإنَّ تأثير التلوُّث الناجم عن الطائرات سيـزداد أيضًا؛ وعليه فقد قدَّم علمـاء البيئة في عام 1990م تقريرًا يفيد أن الطائـرات تسهم بنحو (2.1 %) من كميـة ثاني أكسيد الكربون جميعها التي تلوِّث الغلاف الجوي، وقد ارتفعت هذه النسبة بحلول عام 2008م إلى (3%)، ويتوقع العلماء أن الطائرات ستكون بحلول عام 2050م مسؤولة عن (5%) من التلوث جميعه الناجم عن ثاني أكسيد الكربون.

عاليًا في السماء

تُطلق الطائرات **ملوِّثاتها** في الغلاف الجوي العلوي، خلافًا لوسائط النقل الأخرى، وأما اليوم ووفقًا لمعيار الطائرة التجارية للمسافات الطويلة، فإنها تحلق على ارتفاع يصل إلى ثمانية أميال (13 كيلومترًا)، ويعتقد العلماء أن غاز ثاني أكسيد الكربون وغيره من **انبعاثات** المحرك التي تصدر على ذلك الارتفاع، قد يؤثر بصورة مختلفة في الغلاف الجوي عن الملوثات التي تُطلق من الأرض، ثم إنه قد يزيد من تأثير الاحترار العالمي، ولكنهم بحاجة إلى إجراء مزيد من الدراسة العلمية لفهم الآثار التي تحدث في الغلاف الجوي العلوي.

طائرات تجارية كبيرة

تُحلـق اليوم أساطيـل كبيرة من الطائرات التجاريـة من مختلف شركات الطيـران عابرةً العالم بأسره؛ حيث يعتمـد الاقتصاد العالمي اعتمادًا كبيرًا علـى الأعـداد الهائلة لرحـلات الطيران الجـوي. إن معظـم الطائرات ذات الرحـلات الطويلـة لها قدرة استيعابيـة من الركاب كالسفـن الكبيرة؛ حيث يمكنها أن تحمل ما بين مئتي و خمس مئة راكب أو أكثر، وتعتمد هذه الطائرات

على وقود الطائرات المشتق من البترول لإنتاج كميات هائلة من الطاقة التي تحتاج إليها للبقاء محمولة جوًّا.

إنَّ كثيرًا من التقنيات الصديقة للبيئة، التي يمكن تطبيقها على السَّيَّارات أو الشاحنات ليست مناسبة للطائرات الكبيرة؛ فمثلًا **الطاقة الشمسية** وطاقة البطارية لا يمكنهما تزويد الطائرات بطاقة كافية لتشغيلها، ويعتقد كثير من الخبراء أن **خلايا الوقود** يمكن أن تزود ما يكفي من الطاقة، في حين يعتقد بعض الخبراء أيضًا أن **الوقود الحيوي** قد لا يكون هو الحل المناسب. ولمَّا كان **الإيثانول** و**الديزل الحيوي** أكثر توفيرًا للطاقة من البترول، فلابد من أن تكون الطائرة النفاثة أكبر وأثقل لاستيعاب ما يكفي من هذه الأنواع من الوقود، ولكن البحث ما زال جاريًا عن أنواع جديدة من الوقود الحيوي لحل هذه المشكلة.

إستراتيجيات للحد من التلوُّث الضخم الناجم عن الطائرات

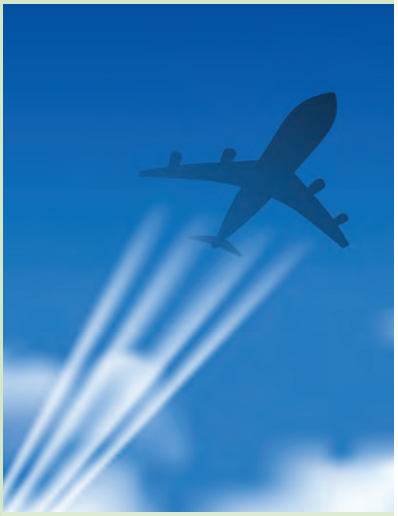
بسبب تعذُّر وجود بديل جيد لوقود الطائرات الذي يعتمد على البترول في المستقبل القريب، فإن كثيرًا من خبراء الطيران يبحثون عن سبل لرفع كفاية الطائرة النفاثة، ويعرض الجدول أدناه أفكارًا لتحسين كفاية الطائرة.

صنع طائرات تجارية (أصغر حجمًا وأكثر توفيرًا)	
المفهوم	الوصف
تصميم محركات أكثر كفاية.	تعمل وكالة الطيران والفضاء الأميركية مع مصانع الطائرات لتطوير تقنية محرك الطائرة، بحيث يمكنه خفض حرق الوقود بنسبة أقل من (25%)، وخفض انبعاثات أكسيد النيتروجين بنسبة (80%).
استخدام اللدائن بدلًا من الفلزات	اللدائن أخف بكثير من الفلزات مثل الفولاذ؛ لذا فإنها قد تسهم في الحد من استخدام الوقود.
استخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) في توجيه الطائرة	يقدر الخبراء أن استخدام نظام تحديد المواقع بدلًا من أجهزة مراقبة الرادارات البرية في حركة المرور الجوية، ستسمح للطائرات بالتحليق في طرق مختصرة لتوفير الوقود.
سحب الطائرة إلى مدرج المطار	تفقد الطائرات كميات كبيرة من الوقود حينما تتجه من المحطة إلى المدرج؛ لذا فإن سحبها إلى مدرجها سيوفر هذا الوقود.
تغيير الهيكل	من المقترحات الواعدة إعادة تصميم مواصفات الطائرة إلى طائرة الجناح المدمج بالجسم (BWB)؛ حيث يحول هذا التصميم جسم الطائرة كله إلى جناح ضخم مثلث الشكل.

نظرة عن القرب

الذيول (الكوندريلز)

الذيول هي الغيوم الاصطناعية التي تتكوَّن من غازات العادم للطائرات في درجات الحرارة الباردة جدًّا في الغلاف الجوي العلوي، وغالبًا ما تختفي الأشرطة البيضاء التي تتكوَّن في السماء في وقت قصير، ولكن عندما تكون الظروف مناسبة -ولاسيما عندما يكون الهواء رطبًا- فإن الذيول يمكن أن تنمو وتنتشر في الغيوم العالية، ونظرًا إلى كثرة الطائرات التي تحلِّق يوميًّا، فكثيرًا ما تتكوَّن غيوم الذيول. إذ يعتقد العلماء أن الذيول تؤثر في المناخ، ولكنهم لا يعرفون تمامًا كيف يحدث ذلك، وعلى الرغم من أن تكوُّن غيوم الذيول في البداية تعكس أشعة الشمس إلى الفضاء، لكنها في النهاية تحتبس الحرارة في الغلاف الجوي.



ذيول الطائرة النفاثة

أفضل مسمى لشبح سلاح الجو الأمريكي على الأرجح، B_2 هو طائرة الجناح المدمج في الجسم.

الابتكار في مجال الطيران

يطور العلماء والمهندسون في هذه الآونة عددًا من المفاهيم المتعلقة بتحليق الطائرات بطرق مختلفة - أكثر صداقة للبيئة - عما كانت عليه في الماضي.

طائرة الجناح المدمج في الجسم

طائـرة الجناح المدمج فـي الجسم (BWB) هي طائـرة على هيئة جناح واحـد ضخم، مثلـث الشكل وليـس كالفراشـة الساكنة. حيث توجـد أجزاء المحـرك جميعها، والبضائع جميعها، وأماكن الركاب داخل الجناح؛ أي إنها أصبحت جزءًا من جسم الجناح.

وعلى الرغم من إمكانية استخدام تصميم طائرة BWB بوصفها طائرات تجارية كبيرة، ومن المؤمل أنها ستوفر (30%) من الوقود مقارنة بالطائرات العاديـة الحالية، فإنه يصعب التحكم فـي طائرات BWB؛ بسبب عدم وجود ذيل يساعدها على تحقيق الاتزان. والحل هو تزويد الطائرة ببرامج حاسوبية متطـورة تحافظ على توازنها واستقرارهـا، ولكن إذا تعطَّل البرنامج أو فشل لسبب أو لآخر فستحدث كارثة لا قدَّر الله تعالى.

الطائرات التي تعمل بطاقة الإيثانول

طـوَّرت بعض التقنيات الصديقـة للبيئة طائرات صغيـرة، خفيفة، تتسع لمقعـد واحد أو مقعدين، أو **طائرة من دون طيار (UAV's)**؛ الطائرات التي تحلـق من دون وجود بشر على متنها؛ فمثلًا يتوقع خبراء صناعة الطيران أن المصانـع ستنتج عـددًا متزايدًا من طائرات صغيرة تعمـل بطاقة الإيثانول. سلَّمت شركة طيران برازيلية؛ نيفا إيريناوتيك للصناعة، في مارس 2005م، أول طائرة صُمِّمت خصيصًا للعمل بطاقة الإيثانول، ثم أنتجت الشركة أعدادًا كثيـرة من الطائرات الصغيـرة ذات مقعد واحد تعمـل بالإيثانول، وساعدت أيضًا بعض الشـركات المُصنِّعة أصحاب الطائـرات القديمة الصغيرة على تحويلها إلى التشغيل بالإيثانول.

خلايا وقود الهيدروجين

إنَّ تقنية خلايا الوقود التي طُوِّرت للسيارات والحافلات يمكن استخدامها في تزويد الطائرات الصغيرة بالطاقة؛ حيث يتحد الهيدروجين والأكسجين معًا في خلية الوقود لإنتاج الماء، وتنتج من هذا التفاعل الكيميائي طاقة كهربائية، وهي مصدر جيد للطاقة. ففي فبراير عام 2008م قاد طيار طائرة ذات مقعد واحد تعمل بخلايا وقود الهيدروجين إلى ارتفاع يصل 3300 قدم (1006 أمتار) فوق أوكانا في أسبانيا، وقد تميزت هذه الرحلة بأنها المرة الأولى التي ينتقل فيها الإنسان بوساطة طائرة تعمل بخلايا الوقود.

يعتقد معظم خبراء الطيران أن تقنية خلايا وقود الهيدروجين يمكن استخدامها في طائرات خفيفة ذات مقعد واحد أو مقعدين، أو في طائرات من دون طيار، ويعتقد بعض الخبراء أيضًا أن بالإمكان استخدام تقنية خلايا الوقود في الطائرات التجارية الكبيرة بوصفها مصدرًا ثانويًّا للطاقة؛ لتوفير الطاقة في إضاءة المقصورة -على سبيل المثال- وليس لتشغيل محرك الطائرة.

طائرات تعمل بطاقة البطارية

اختبر طيار فرنسي في يناير 2008م أول رحلة لطائرة مأهولة تحلق في السماء تعمل بالبطارية، وهي طائرة مصنوعة من الخشب والقماش، وذات مقعد واحد، وقد حلقت الطائرة مدة ثماني وأربعين دقيقة، وقطعت مسافة واحد وثلاثين ميلًا (50 كيلومترًا) في منطقة جبال الألب الجنوبية في فرنسا.

يرى خبراء الطيران أن التحدي الأكبر في تصميم الطائرات التي تعمل بالبطارية، في أن البطاريات توفر طاقة أقل بكثير لكل باوند من الوقود الأحفوري. وعليه، فإنه يتعين استخدام عدد من البطاريات لتوفير ما يكفي من الطاقة للطيران، الأمر الذي يزيد من وزنها، وعلى الرغم من أن التطورات المستمرة في تقنية البطاريات قد تزيد من استخدام الطائرات التي تعمل بالبطارية، فإن الخبراء يعتقدون أنَّ البطاريات لن تكون قادرة على توفير ما يكفي من الطاقة للطائرات الكبيرة، ولاحظوا أيضًا أن استخدامها في الطائرات الصغيرة محدود نوعًا ما.

حقيقة

سُجِّل في عام 1974م، أول حدث لرحلة طيران تعمل بالطاقة الشمسية، حيث أُطلقت طائرة صَنْ رايز 1، وهي طائرة من دون طيار في صحراء موجافي في الولايات المتحدة.

يختبر الخبراء طائرة تعمل بطاقة البطاريات (الصورة العلوية)، وطائرة تعمل بخلايا الوقود (الصورة السفلية).

الحكومات ووسائط النقل

ملخص

معظم الحكومات الوطنية لها وكالات لوضع معايير للمنتجات التي تُباع في الدولة، كالسيارات مثلًا. ويُعدُّ وضع مثل هذه المعايير أمرًا أساسيًّا للحد من التلوُّث الناجم عن وسائط النقل.

يمكن للحكومات اتخاذ إجراءات للحد من الآثار الضارة بالبيئة الناجمة عن وسائط النقل، ومن هذه الإجراءات وضع معايير لتوفير استهلاك الوقود في السَّيَّارات، والاستثمار في ابتكار تقنيات جديدة في وسائط النقل، وتمويل النقل العام.

يمكن أن تضع الحكومات معايير صارمة لوقود السَّيَّارات للحدِّ من التلوُّث.

يؤكد معظم خبراء التلوُّث أن مشكلة التلوُّث في العالم لا حل لها من دون تدخل الحكومات بمختلف المستويات. وتُعد الحكومات الوطنية مهمة جدًّا نظرًا إلى قدرتها على التنفيذ، وهي قادرة أيضًا على إيجاد طرق للتعاون بعضها مع بعض للحدِّ من التلوُّث في المنتديات العالمية ذات العلاقة بهذه الظاهرة.

إنَّ الإجراءات الحكومية على قدر كبير من الأهمية ولاسيما في مجال وسائط النقل؛ فمصانع السَّيَّارات تنتج السَّيَّارات والشاحنات، وتسوِّقها في أنحاء العالم جميعها، هذا بالإضافة إلى أن لمعظم الحكومات وكالات تضع المعايير وتطبقها على المنتجات التي تُباع في بلدانها، ويمكن للحكومات أن تطلب إلى الشركات إنتاج مركبات أكثر توفيرًا للطاقة وأقل تلويثًا للبيئة.

معايير CAFE

تعود المعايير الأمريكية التي تنظم كفاية الوقود إلى **معايير (CAFE)**؛ اختصارًا لـ (Corporate Average Fuel Economy)، وهو عنوان نصٍّ تشريعي أقره الكونجرس الأمريكي في سبعينيات القرن العشرين، وبناءً على ذلك يتعين على منتجي السَّيَّارات الالتزام بمعايير (CAFE) لكي يُسمح ببيعها في الولايات المتحدة الأمريكية.

لا تُعد معايير (CAFE) مثالية؛ فهناك **السَّيَّارات العائلية الكبيرة (SUV's)** أو الجيب التي صُنِّفت أساسًا على أنها شاحنات خفيفة، ولم تُنظم وفقًا للمعايير التي وضعت في سبعينيات القرن الماضي، وعندما أُخضعت هذه السيارات؛ (SUV's) لتشريعات (CAFE)، فلم يشمل ذلك المركبات التي تزن أكثر من ثمانية آلاف وخمس مئة باوند (3856 كيلوجرامًا).

القدوة

يشعر خبراء التلوُّث أن **الدول الصناعية**، مثل: الولايات المتحدة الأمريكية، واليابان، و**دول الاتحاد الأوروبي** يمكنها أن تكون القدوة بالنسبة إلى بقية العالم في اعتماد سياسات بيئية سليمة، إضافة إلى ذلك فإن هذه الدول المتقدمة اقتصاديًّا تصدِّر تقنياتها إلى الدول النامية، ولمَّا كانت التقنيات الصديقة للبيئة غالية الثمن في البداية، فإن الدول الصناعية ربما تحتاج إلى دعم التقنيات الصديقة للبيئة في العالم المتقدم.

تقليل التلوُّث في بانكوك

إنَّ الحدَّ من مشكلة تلوث مدينة بانكوك في تايلاند مثال مناسب لجدوى الإجراءات الحكومية؛ فهذه المدينة من **المدن الكبرى** في جنوب شرق آسيا -من المدن الآسيوية التي تشهد نموًّا سريعًا- والاختناقات الناجمة عن تلوث الهواء تنتج بفعل الازدحامات المرورية، حيث وصل هذا التلوُّث ذروته في تسعينيات القرن العشرين.

وبعد إجراء دراسة مرورية، لاحظ مسؤولو بانكوك أن (50%) من المركبات في هذه المدينة كانت دراجات نارية، وأنَّ محرك الشوطين هو المستخدم في معظم هذه الدراجات، وهذا ما يلوث البيئة بصورة كبيرة، ونتيجة لذلك أصدرت الحكومة برنامجًا لتشجيع استخدام دراجات نارية أقل تلويثًا للبيئة؛ وذلك باستخدام المحرك ذي الأشواط الأربعة، ومن ثَمَّ وضعت الحكومة نقاط تفتيش لتحديد المركبات الشديدة التلويث وتغريمها.

وحاليًّا، ليست نوعية الهواء في بانكوك مثالية، غير أنها أفضل بكثير مما كانت عليه في تسعينيات القرن العشرين؛ حيث يوجد كثير من المدن الآسيوية - مثل بكين في الصين وجاكارتا في أندونيسيا - أكثر تلويثًا من مدينة بانكوك.

حقيقة

أصدر المجلس الدولي لوسائط النقل النظيفة في عام 2007م، تقريرًا يقارن فيه بين معايير كفاية الوقود في السَّيَّارات والشاحنات الخفيفة حول العالم؛ حيث كانت كفاية الوقود عند إصدار التقرير أكبر ما يمكن في اليابان وأوروبا، في حين كانت أقل ما يمكن في الولايات المتحدة الأمريكية.

لقد كان تقليل التلوُّث بفعل الدراجات النارية الوسيلة المثلى لتحسين نوعية هواء مدينة بانكوك في تايلاند.

obeikan.com

تقلل السرعات العالية من الوقت، ولكنها تستهلك كميات كبيرة من الوقود.

ما الذي يتعين على الحكومات فعله؟

يتفق كثير من الخبراء على أن الإجراءات الحكومية عوامل في غاية الأهمية لمواجهة المشكلات البيئية العالمية؛ فقانون الهواء النظيف الذي أقره الكونجرس الأمريكي بدأ تطبيقه لتنظيم مصادر التلوُّث، كالمصانع ومحطات الطاقة، ثم بدأ العمل بمعايير (CAFE) التي صدرت في سبعينيات القرن العشرين لتنظيم تلوث السَّيَّارات، وقد شهدت الولايات المتحدة في المدة الواقعة ما بين سبعينيات القرن العشرين إلى الآن، تخفيضات حادة في كثير من **الانبعاثات**، زد على ذلك أن الحكومة الأمريكية اشترطت في عام 1976م، تثبيت **محولات محفزة** في السَّيَّارات، ما أدى إلى انخفاض ما نسبته 95% من التلوث بأول أكسيد الكربون، وتخفيض ما نسبته (90%) من التلوُّث بأكسيد النيتروجين في انبعاثات السيارات.

معايير عليا لكفاية المركبات

رفع الكونجرس الأمريكي في ديسمبر عام 2007م، معايير كلٍّ من مركبات المسافرين والشاحنات الخفيفة إلى (35) ميلًا/جالون (نحو 15 كيلومترًا/لتر) بحلول عام 2020م، ويسعى بعض خبراء البيئة إلى رفع هذه المعايير، علاوة على أنهم أرادوا أيضًا سد الثغرات في معايير سيارات (SUV's) الكبيرة.

حدود السرعات الدنيا

تتراوح حدود السرعة في معظم طرق الولايات المتحدة الأمريكية السريعة، ما بين (55 ـ 75) ميلًا في الساعة (89 إلى 133 كيلومترًا في الساعة). حيث تفقد المركبات نحو (10%) من كفايتها لكل خمسة أميال إذا تجاوزت سرعتها خمسة وخمسين ميلًا في الساعة؛ لذا يتعين على حكومة الولاية تخفيض استهلاك الوقود من خلال تخفيض حدود السرعة.

الاستثمار في التقنيات الصديقة للبيئة

تتـردد الشركات في تحمُّل الأخطار كأن تستثمر بصورة كبيرة في البحث عـن تقنيات حديثة، وهذا هو السبب في أن الدعـم المالي للتقنيات الحديثة أمر بالغ الأهمية، أما عند اكتمال التقنيات الجديدة، فإن الشركات تعتمدها بشدة، ولاسيما إذا كانت الحكومات تقدم حوافز لاستخدام هذه التقنيات.

يتعيـن على الحكومـة الفدراليـة الأمريكيـة وغيرها مـن الحكومات في العالـم الاستثمار بصورة كبيرة في بحوث الوقود؛ فشـركات صنع السَّيَّارات والمستهلكون سيظلـون يستخدمون البنزين المشتق من **البترول** ما لم تقدم الحكومات دعمًا بتطوير **الوقود الحيوي** واعتماده.

الحوافز الضريبية

إن مستخدمي السيارات من أكثر الناس جدية في التفكير البيئي لو قُدمت لهـم حوافز للقيام بذلك، وقد لجـأت الحكومة الفدرالية الأمريكية في بداية عام 2000م، إلى إعفاءات ضريبية لتشجيع المستهلكين على شراء المركبات الهجينـة وغيرها من المركبات الصديقة للبيئة، فـي حين فرضت حكومات أخـرى ضريبة على المركبـات التي تستخدم الوقـود ذا الكفاية المنخفضة؛ لثني المستهلكين عن شـراء هذا الوقود، وقد فرضت الحكومة الهولندية في عـام 2008م، ضريبـة خاصة تُقـدَّر بنحو ثلاثين ألف دولار علـى سيارات ألـ (هَمَر)، وهي أثقل أنواع سيارات (SUV's) وأكثرها استهلاكًا للوقود.

رسوم الازدحام

فرض المعنيون في مدينة لندن في عام 2003م، **رسوم الازدحام** في مركز المدينـة الذي تبلغ مساحته ثمانية أميـال مربعة (20.7 كم^2)، ووُضعت خطة لندن استنادًا إلى مبـدأ (الملوِّث يدفع)، ولمَّا كانت كمية التلوث الناجمة عن المركبـة الكبيرة عالية، فإنه يتعين على مستخدمها أن يدفع رسومًا أكثر إذا دخلت منطقـة الازدحام هذه، زد على ذلك أن كثيرًا من المدن تدرس طرقًا لإدخال رسوم الازدحام إلى وسط عواصمها.

الدعم المالي للنقل الجماعي

علـى الرغم من أن بناء أنظمة **النقل الجماعي** في المناطق **الحضـرية** ذو نفقـات باهظـة جـدًّا، فإنها توفر بديـلًا جذابًا لسفـر الركاب، وتقلل بصورة كبيرة مـن الازدحامات المرورية في المدن.

نظرة عن قرب

قطارات (دارت) الخفيفة

في عام 1996م، افتتح نظام قطارات دارت الخفيفة أول مرة في دالاس في ولاية تكساس؛ حيث كان النظام في البداية يغطي مسافة واحد وعشرين ميلًا (33.8 كيلومترًا)، ونفقات إنشائه (560) مليون دولار أمريكي، وقد مُوِّل من قبل ضريبة خاصة؛ (1%)، أقرَّها مسؤولو منطقة دالاس، وبعد ذلك تلقى نظام القطارات مساعدة مالية من الاتحاد الفدرالي ومن مصادر أخرى لتوسعته، وفي عام 2006م وافقت الحكومة الأمريكية الفدرالية على منحة قدرها سبع مئة مليون دولار للمساهمة في توسعة (دارت)، 21 ميلًا (33.8 كيلومترًا).

وفي عام 2008م، صنفت جمعية الرئة الأمريكية منطقة دالاس فورت وورث على أنهـا مـن أسـوأ سبع ولايـات في الولايات المتحدة من حيث تلوث الأوزون الناجم عن عوادم السَّيَّارات.

إنَّ قطارات (دارت) لا تُطلق انبعاثات مباشرة، وتحدُّ أيضًا من عدد السَّيَّارات في الشوارع، التي تُقدَّر بمئات الآلاف.

نظام (دارت) في مدينة دالاس في ولاية تكساس.

ماذا يمكنك أن تفعل؟

ملخص

يمكن للأفراد أن يساعدوا على تقليل التلوُّث من خلال اتخاذ قرارات مسؤولة؛ فركوب وسائط النقل العامة يساعدك على تقليل بصمة الكربون الخاصة بك؛ أيّ كمية ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن أنشطتك، وفي بعض الأوقات عندما تكون قيادة السيارة ضرورية، يمكنك القيادة بطريقة تحدُّ من كمية الوقود التي تحرقها سيارتك.

قد يدفع الناس في المستقبل القريب ضريبة الكربون التي تُدعى ائتمان الكربون إذا استخدموا وسيطة نقل تستهلك كميات كبيرة من الوقود.

يمكن أن يكون للقرارات التي يتخذها الأفراد؛ مثل قيادة السيارة الكهربائية، أثر كبير في الحدِّ من التلوّث.

يتحمل كل شخص مسؤولية تقليل التلوُّث بصورة عامة، و**انبعاثات ثاني أكسيد الكربون** بصورة خاصة، وعلى الرغم من أن الحكومات والقادة يعالجون القضايا الواسعة النطاق التي تتعلق بالتلوُّث و**الاحترار العالمي**، فإن كل فرد يمكنه أن يقوم بخطوات فردية للتقليل من **بصمة الكربون**؛ أيّ كمية ثاني أكسيد الكربون التي تطلق في الهواء الناجمة عن أنشطته.

القيادة البيئية

يستخدم معظم الناس في الولايات المتحدة الأمريكية، سياراتهم في وقت واحد أو في أوقات مختلفة، ولكن طريقة قيادة السيارة والمحافظة عليها قد يحدُّ من استهلاك الوقود والانبعاثات الناتجة بصورة كبيرة. يقدم الشريط الجانبي (نظرة عن قرب) في صفحة (57) توصيات لكي تصبح سائقًا (صديقًا للبيئة).

خيارات وسائط النقل

معظمنا لديه خيارات متنوعة في وسائط النقل التي لا نستخدمها في الأغلب، ويعدُّ المشي وقيادة الدراجة الهوائية بديلين صديقين للبيئة مقارنة بقيادة السيارة، أما عندما تكون وسائط النقل متاحة لك، فاختر وسيطة نقل صحية تعمل بالطاقة الذاتية (مثل الدراجة الهوائية)، وأما إذا كنت تعيش في منطقة **حضرية**، فاستخدم وسائط النقل العامة.

ائتمانات الكربون

قريبًـا، قد تتطلب حيـاة الناس في أنحاء العالم جميعهـا شراء **ائتمانات الكربـون**، ولاسيما إذا كانـت التقنية المستخدمة ملوثة للبيئة؛ كقيادة سيارة كبيـرة ذات **كفاية وقـود** منخفضة، أو كثرة الرحـلات بالطائرات. والوصف الآتي يبين كيفية عمل نظام يُدعى **الغطاء والتجارة**: يستقبل كل فرد أو شركة تجارية عـددًا محددًا من ائتمانات الكربون، ثم يتخـذون القرارات المتعلقة بكميـات الوقود والطاقة الكهربائية وحرق النفـط وغيرها من مُنْتِجات **ثاني أكسـيد الكربون** أو الخدمات التـي يستهلكونها. يستطيع الأشخاص العاديون أو الشـركات التجاريـة أو الذيـن **يوفـرون** الطاقـة، ولهم ائتمانـات متبقية (أرصدة)، بيعَ هـذه الائتمانات التي وفروهـا للمستهلكين الذين يستخدمون قدرًا كبيرًا من الطاقة.

يقلل نظام الغطاء والتجارة ـفعلًا وإلى حدٍّ كبيرـ من التلوُّث الناجم عن ثاني أكسيد الكبريت الذي يسبب **المطر الحمضي**؛ ففي عام 1990م، أنشأت حكومة الولايات المتحدة نظام الغطاء والتجارة لثاني أكسيد الكربون، ويتفق العلماء على أن هذا النظام حقق نجاحًا باهرًا؛ حيث انخفضت مستويات ثاني أكسيـد الكبريت بمعدل أسرع من المتوقع، وكانـت نفقات هذا البرنامج أقل بكثيـر مما كان متوقعًا أيضًا؛ لذا توجد فائـدة كبيرة لنظام الغطاء والتجارة هـذا، وهي منح الناس حوافز مالية لكي يصبحوا أكثر صداقة للبيئة؛ أيْ إنه يمكننا استعادة التوازن الطبيعي للأرض من خلال استثمار يتَّصف بالذكاء.

تُعدُّ قيادة الدراجة الهوائية دائمًا خيارًا صديقًا للبيئة، وتساعدك أيضًا على بقاء جسمك متناسقًا.

نظرة عن قرب

ماذا يمكنك أن تفعل؟

- اختبـر إطـارات سيارتـك بانتظـام علـى الـدَّوام؛ فالإطـارات غيـر المنفوخة جيدًا تزيد من **معدل استهلاك الوقود**.
- استخدم تكييـف الهواء (أجهـزة التبريد) عنـد الضرورة فقـط؛ لأن أجهـزة التبريد تستهلك قدرًا كبيرًا من الوقود.
- التزم بحدود السرعة المسموح بها، وتذكَّر أنـك إذا تجـاوزت السرعـة (55) ميلًا في الساعة (89 كيلومترًا في الساعة)، فستقلل من الاقتصاد في استهلاك الوقود.
- استخدم نظـام تثبيت السرعة عندما تقود المركبـة في الطـرق السريعـة المفتوحة؛ فهذا يقتصد في كمية الوقود.
- حافظ على سرعة ثابتة، عندما يكون ذلك ممكنًا، وتجنب الوقوف المفاجئ.
- حافـظ على صيانـة سيارتـك بحيث تكون سليمـة؛ فوجود خلـل في محـرك السيارة يعطي كميات كبيرة من الانبعاثات أكثر من المحرك السليم.
- الإيقـاف (الذكـي) للسيـارة فـي الموقف. حاول إيقاف السيارة في الأيام الحارة، في موقف ظليـل، وإن لم تجد فاستخدم مِظلة الزجاج الأمامـي للتقليل من كمية الحرارة داخـل المركبـة، ومن ثمَّ تقـلُّ الحاجة إلى تكييف الهواء.
- إذا أردت شراء سيـارة، فاختر النوع الذي يستخـدم كفاية الوقـود العاليـة، ولا تشترِ سيارة كبيرة أكثر من حاجتك، حيث يوجد الآن فـي الأسـواق سيـارات هجينـة، وهي خيـار صديـق للبيئـة، ولكن يتعيـن عليك الوقوف على مـدى كفاية الوقود؛ فالسيارة الرياضيـة الهجينة قد لا تكـون فاعلة جدًّا بوجه عام.

الأنشطة

إعداد كتيب يتعلق بالقيادة الصديقة للبيئة

المقدمة

إن استخدام وسائط النقل العام، والمشي، وركوب الدراجة الهوائية طرق سهلة للحد من انبعاثات **ثاني أكسيد الكربون** الناجمة عن النقل، ولكن معظم الناس يقطنون في مناطق يكون استخدام السيارة فيها ضروريًّا أحيانًا؛ لذا فإن المواظبة على صيانة السيارة، و(القيادة الصديقة للبيئة) التي تزيد من **اقتصاد الوقود**، هي طرق يمكن أن يتبعها السائقون جميعهم للحد من **بصمة الكربون** الخاصة بهم، ويمكنك إعداد كتيب للقيادة الصديقة للبيئة لكي تتبادل النصائح والإرشادات مع العائلة والأصدقاء.

إن اختيار مركبة صغيرة ذات كفاية وقود مرتفعة، وممارسة القيادة البيئية يمكن أن يساعدا على تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

المواد والأدوات

- أوراق بيضاء
- مكبس
- قلم حبر أو قلم تخطيط

الإرشادات

1. معلومات بحثية عن القيادة البيئية (القيادة الصديقة للبيئة). يمكنك تضمين المعلومات الواردة في الصفحة 57 من هذا الكتاب، ويمكنك أيضًا البحث عن معلومات إضافية في شبكة الاتصالات (الإنترنت) أو في المكتبة، وتتضمن المواقع الإلكترونية الآتية نصائح عن القيادة البيئية:

نصائح وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة عن طريقة القيادة الذكية.
http://www.epa.gov/smartway/consumer/tips.htm

مكتب كندا لكفاية الطاقة.
http://oee.nrcan.gc.ca/transportation/personal/driving.cfm?attr8

نصائح الصندوق العالمي للحياة البرية الأسترالي للقيادة البيئية للسيارات.
http://www.wwf.org.au/act/takeaction/eco_driving_tips

2. عندما تنتهي من جمع المعلومات عن القيادة البيئية، أعدَّ الكتيب. اثنِ الأوراق بحيث تصبح أفقية، ثم اطوِها إلى النصف، فيصبح لديك صفحتان لكل ورقة، ثم املأ الصفحات بالمعلومات المتعلقة

obeikan.com

بالقيادة البيئية، وتذكَّر أن تكتب بلغتك الخاصة، ولا تنسخ النصوص كما هي من المصادر التي تستخدمها. قد ترغب أيضًا في وضع قائمة في نهاية الكتيب بالمصادر التي استخدمتها.

3. إذا رغبت في عمل نسخ عدة من دليل القيادة البيئية الخاص بك، فانسخ صورة طبق الأصل للصفحات، ثم استخدم المكبس على طول الطَّي الذي قمت به في الخطوة 1 لعمل ملزمة للكتيب الخاص بك، أصبح لديك الآن دليل للقيادة البيئية، لكي تتبادل النصائح مع العائلة والأصدقاء!

يمكن أن يساعد ركوب الدراجة أو استخدام وسائط النقل العام على التقليل من تأثيرنا في البيئة.

تنظيم يوم لاستخدام وسائط نقل بديلة

المقدمة

يستطيع كثير من الناس التنقل عن طريق المشي، أو ركوب الدراجة أو الحافلة أو القطار، ومع ذلك يستخدمون السيارة عادة. اطلب إلى الأصدقاء والعائلة وأفراد المجتمع المساعدة على تنظيم يوم لاستخدام وسائط نقل بديلة.

المواد والأدوات

- لوح ملصقات أو ورقة بيضاء
- أقلام حبر وأقلام تخطيط

الإرشادات:

1. أعدَّ الملصقات والنشرات للإعلان عن يوم محدَّد لاستخدام وسائط نقل بديلة، على أن يشمل الإعلان المعلومات الأساسية عن هذا النشاط، ومثال ذلك الهدف واليوم الذي سيحدث فيه.
2. احصل على إذن لتوزيع الملصقات والنشرات في مدرستك والشركات المحلية لتوعية الناس على هذا الحدث، ويمكنك أيضًا الاستعانة بأمين مكتبة مدرستك لنشر المعلومات اللازمة على موقع المكتبة الإلكتروني.
3. وزِّع في اليوم الموعود، معلومات إضافية عن كيفية اختلاف تصرفات الأفراد في التعامل مع وسائط النقل البديلة، ويمكنك توزيع الكتيب عن القيادة الصديقة للبيئة (انظر النشاط في الصفحة 58)، ويمكنك أيضًا تضمين معلومات إضافية، كوضع خيارات للناس تساعدهم عند شراء السيارة مثلًا، وإذا كان لديك موقع إلكتروني، فعندئذٍ يمكنك نشر المعلومات عليه، وتوزيع بطاقات تتضمن عنوان (URL) لموقعك الإلكتروني الخاص بك.

مسرد المصطلحات

الاتحاد الأوروبي: منظمة اقتصادية وسياسية تشمل معظم الدول الأوروبية.

الاحترار العالمي: الاحترار (الارتفاع في درجة الحرارة) التدريجي لسطح الأرض، ويُعتقد أن سببه تراكم غازات البيت الزجاجي في الغلاف الجوي.

الاحتراق، الاشتعال: تفاعل كيميائي يتحد فيه الأكسجين مع الوقود معطيًا طاقة وثاني أكسيد الكربون ونواتج ثانوية.

الازدحام: اكتظاظ السَّيَّارات أو الناس.

الأسمدة أو المخصِّبات: مواد تساعد النبات على النمو.

اقتصاد الوقود: الكفاية الكلية لمركبة؛ وهو يتأثر بوزنها، وحجمها، ونوع محركها، وأسلوب القيادة، وعوامل أخرى.

الانبعاثة: نفاية المنتج المحمولة جوًّا.

الإيثانول، الكحول الإثيلي: مادة تُتخذ وقودًا حيويًّا على نطاق واسع، وتُصنَّع من النبات أو الطحالب.

ائتمان الكربون: شراء الائتمان لإطلاق كمية محددة من ثاني أكسيد الكربون.

إعادة التجديد: عملية إضافة مزايا جديدة إلى الآلات أو الأجهزة القديمة.

الإلكترون: جسيم صغير جدًّا في الذرة، ذو شحنة كهربائية سالبة.

الأوزون: شكل من أشكال غاز الأكسجين.

البترول، النفط: أحد أشكال الوقود الأحفوري .

بصمة الكربون: كمية ثاني أكسيد الكربون الكلية الناجمة، تحديدًا، عن الأنشطة البشرية.

البنية التحتية: الشوارع والجسور والمباني وغيرها من المرافق العامة.

أنصار البيئة: أشخاص يقومون بحماية الطبيعة والحدِّ من التلوُّث.

التثبيط: تشغيل المحرك ببطء من دون نقل الطاقة؛ أيْ إيقافه عندما يعمل ببطء في حالة عدم استخدام مبدل السرعة (الجير).

التجاري: له علاقة بالتجارة أو الأعمال التجارية.

التوفير أو الحماية: الحيلولة دون حدوث التلوُّث أو الاستنزاف.

ثاني أكسيد الكربون: غاز لا لون له ولا رائحة، ويُطلق عن طريق الاحتراق أو تنفس الحيوانات.

الجناح المدمج بالجسم (BWB): تصميم لطائرة يمكنه إنتاج قوة رفع كبيرة، وتحسين اقتصاد الوقود في الطائرة.

الجيروسكوب: جهاز محوسب يستخدم الدوران في حفظ التوازن.

خلية الوقود: جهاز ينتج الطاقة من خلال حدوث تفاعل كيميائي بين الهيدروجين والأكسجين، وتنتج منه طاقة وماء.

الخلية الشمسية: جهاز صغير جدًّا، يحول طاقة أشعة الشمس إلى تيار كهربائي.

الدعم: مساعدات من خلال تقديم منح مالية أو ضمان السوق.

دورة الكربون: العمليات الطبيعية التي تنقل الكربون بين الغلاف الجوي والمحيطات المخلوقات الحية جميعها.

الدولة الصناعية (الدولة المتقدمة): الدولة التي تسهم فيها الثروات التاريخية والتنمية المتطورة إلى مستوى عالٍ نسبيًّا من المعيشة.

الديزل البترولي: وقود الديزل المشتق من النفط الخام.

الديزل الحيوي: نوع من الوقود الحيوي يُستخدم في محركات الديزل.

السَّيَّارات العائلية الكبيرة (SUV's) أو الجيب: مركبة لنقل الركاب، وهي مزيج من مزايا السيارة العائلية (الستيشن) والشاحنة.

ساعة الذروة: الأوقات التي يزدحم فيها العمال نهارًا عندما يذهبون إلى عملهم، أو يعودون إلى منازلهم.

السليلوز: سلاسل من جزيئات السكر المترابطة بإحكام، وتكوِّن جدر الخلايا النباتية.

الشحنات: البضائع المحمولة بوسائط النقل.

الضبخن (الضباب الدخاني): غيمة بنية اللون، تتكون من مزيج من الغازات والمواد العالقة الناجمة عن الغازات العادمة، الناتجة من السَّيَّارات وغيرها التي تستخدم الوقود الأحفوري.

الطاقة الشمسية: طاقة كهربائية يمكن تكوينها من طاقة أشعة الشمس.

الطائرة من دون طيار أو المركبة الجوية من دون طيار (UAV): مركبة تحلق في الفضاء من دون طيار على متنها.

ظاهرة البيت الزجاجي أو الاحتباس الحراري: العملية التي تسبب ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي للأرض عن طريق غازات معينة.

العادم: الغازات المحترقة جزئيًّا التي تنتج من معظم السَّيَّارات عند تشغيلها.

غاز البيت الزجاجي: أي غاز يسهم في ظاهرة البيت الزجاجي (الاحتباس الحراري).

الغطاء والتجارة نظام يكون سوقًا لائتمانات (أرصدة) التلوُّث.

القاطرة: مركبة تسير على سكة حديدية، فيها محرك يزود القطار بالطاقة.

القطار الرصاصي: قطار للركاب، ينتقل بسرعة كبيرة جدًّا بين المدن.

القطار المغناطيسي: تقنية لتسيير القطار باستخدام المغانط الكهربائية، بحيث يطفو القطار في الهواء، ويُدفع أو يُسحب على طريق خاص.

قوة الرفع: القوة التي تنشأ حول جناح الطائرة من خلال حركة الهواء؛ وهي القوة التي ترفع الطائرة عن الأرض.

الكبح التجديدي: عملية التقاط الطاقة من التوقف الطبيعي لإعادة شحن البطارية.

كفاية الوقود: نسبة الطاقة الناتجة من حرق الوقود الذي يتحول إلى طاقة مفيدة.

اللوح الشمسي: لوح من الخلايا الشمسية.

المبيد العشبي: مادة سامة تقتل الأعشاب الضارة.

محرك الاحتراق الداخلي: نوع من المحركات، يُستخدم على نطاق واسع في السَّيَّارات لإنتاج الطاقة من خلال انفجارات صغيرة في أسطوانات ذات مكابس.

محرك الديزل: نوع من محركات الاحتراق الداخلي الذي يحدث فيه الاشتعال تلقائيًّا بإدخال وقود ساخن جدًّا وهواء مضغوط.

المحوِّل الحفَّاز: جهاز يُركَّب في السَّيَّارات، يقلل من الانبعاثات المنطلقة من عادم المحرك.

موارد الطاقة غير المتجددة: الموارد التي لا يمكن تعويضها عند استنزافها، مثل الوقود الأحفوري.

المدينة الكبرى: منطقة حضرية ذات تعداد سكاني يزيد على عشرة ملايين نسمة أو أكثر.

مركبة الانبعاثات الصفري (ZEV): المركبة التي لا تنتج انبعاثات؛ مثل الدراجة النارية التي تعمل بالبطارية.

مركبة الغاز الطبيعي (NGV): مركبة تستخدم الغاز الطبيعي وقودًا.

المطر الحمضي: مطر يحتوي على تراكيز مرتفعة من الحموض بسبب تلوث الهواء.

المعايير (CAFE): معايير الحكومة الأمريكية التي تنظم كفاية الوقود في السيارات.

الملوث: مصدر واحد للتلوث.

المواد العالقة: قطع صغيرة جدًّا من المواد الصلبة عائمة (عالقة) في الهواء.

موارد الطاقة المتجددة: الموارد الطبيعية التي يمكن تعويضها عند استنزافها، مثل الأشجار.

النفط الخام، البترول: شكل النفط الذي يُحصل عليه مباشرة من الأرض.

النقل الجماعي: نظام متكامل من القطارات والحافلات للنقل العام داخل المدن أو المناطق الحضرية.

الهجين: مركبة تعمل بطاقة يمكن الحصول عليها من البطاريات، أو من محرك البنزين.

الوقود الأحفوري: ترسبات جوفية تكوَّنت قبل ملايين السنين من بقايا نباتات وحيوانات؛ من صوره: الفحم الحجري، والنفط، والغاز الطبيعي.

الوقود الحيوي: وقود سائل يتكون ومن نفايات بقايا النبات والحيوان أو أي مصادر بيولوجية.

وكالة حماية البيئة (EPA): وكالة فدرالية تحمي بيئة الولايات المتحدة الأمريكية من التلوُّث.

ينظم؛ يشرع: يتحكم عن طريق سنِّ القوانين والتشريعات والمبادئ والأنظمة.

obeikan.com

مواقع إلكترونية

AIRNOW
http://www.airnow.gov
برنامج مدعوم من الحكومة يوفر معلومات كثيرة عن التلوُّث، ويتضمن صفحات للطالب تحت عنوان:Kid's Air.

Air Pollution: What's the Solution?
http://www.ciese.org/curriculum/airproj
مشروع تربوي للصفوف K-12.

Environment Agency
http://www.environmentagency.gov.uk/subjects/airquality/?lang=_e
تزود صفحة نوعية الهواء سكان المملكة المتحدة بطرق تساعدهم على جعل الهواء نظيفًا، ويتضمن موارد تعلم للمدرسة.

Environmental Working Group
http://www.ewg.org
يتضمن معلومات كثيرة عن التلوُّث والبيئة.

Envirolink
http://Envirolink.org
منظمة غير ربحية، توفر آلاف الموارد البيئية على شبكة الإتصالات (الإنترنت).

Friends of Earth: Transport
http://www.foe.co.uk/campaigns/transport/index.html
يقدم الحلول لمساعدة المملكة المتحدة على الحدِّ من التلوُّث الناجم عن وسائط النقل.

Scorecard
http://www. scorecard.org
أجوبة عن استفسارات عامة عن التلوُّث على الصعيد الوطني في الولايات المتحدة.

United State Department of Energy. Alternative & Advanced Fuels
http://www.eere.energy.gov/afdc/fuels/index.html
مناقشات تشمل عشرات الأنواع من الوقود التي يمكن استخدامها مصادر للطاقة في المركبات.

World News: Pollution
http://www.wn.com/pollution
يتضمن معلومات كثيرة عن التلوُّث بتنسيقات يسهل البحث عنها.

الكتب

Air Pollution: Problems and Solutions
by J. S. and Renee A. Kidd (Facts on File, 2006)

Alternative cars
by Jill C. Wheeler (ABDO, 2008)

Endangered Planet
by David Burnie (Kingfisher, 2004)

Energy Alternatives: Opposing Viewpoints
by Laura S. Friedman (Greenhaven, 2006)

Global Pollution
by Paul Brown (Raintree, 2003)

Pollution: Opposing Viewpoints
edited by Louise I. Gerdes (Greenhaven, 2006)

Pollution
by Louise I. Gerdes (Greenhaven, 2006)

Pollution
by Clive Gifford (Heinemann Library, 2006)

Pollution A to Z
by Richard M. Stapleton, ed (Macmillan Reference, 2004)

سلاسل أخرى من منشورات العبيكان

موسوعة الإعجاز العلمي في القرآن الكريم

السماء

الأرض

الإنسان

الحيوان

النبات

الاختراعات و الاكتشافات

الفلك ـ الطب

وسائط التواصل

الاقتصاد

الأدوات الشخصية و المنزلية

الصناعة و التصنيع

الرياضيات

الزراعة

الفنون ـ الحرب

وسائل النقل

الهندسة و فن العمارة

سلالم التعلم

وسائط النقل

مساكن الحيوانات

في أعماق البحار

عالم الديناصورات.

عالم الحشرات

حيوانات الغابة المطيرة

جسمي

الشاحنات القوية العملاقة

الحيوانات البرية

الطقس

obeikan.com