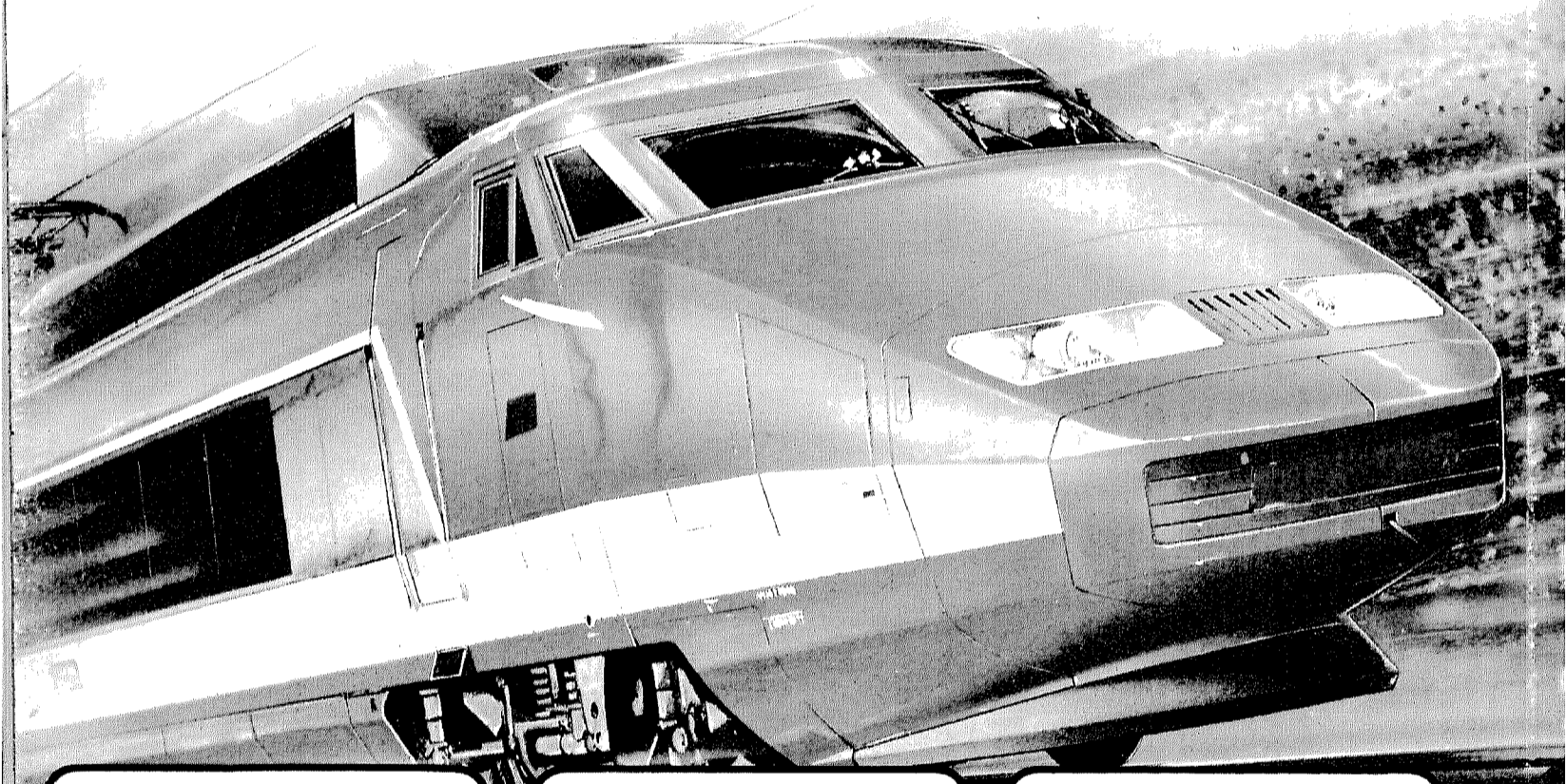
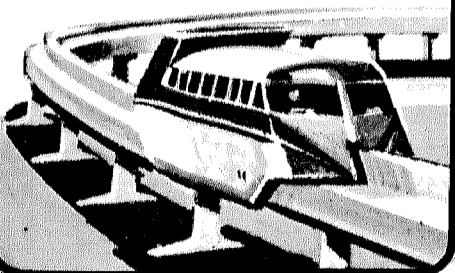


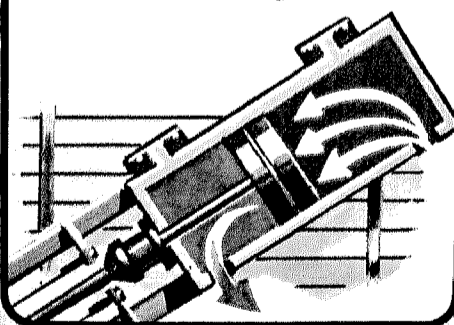
# كتاب المهندس الناشئ عن القطارات الفائقة



قطارات المستقبل



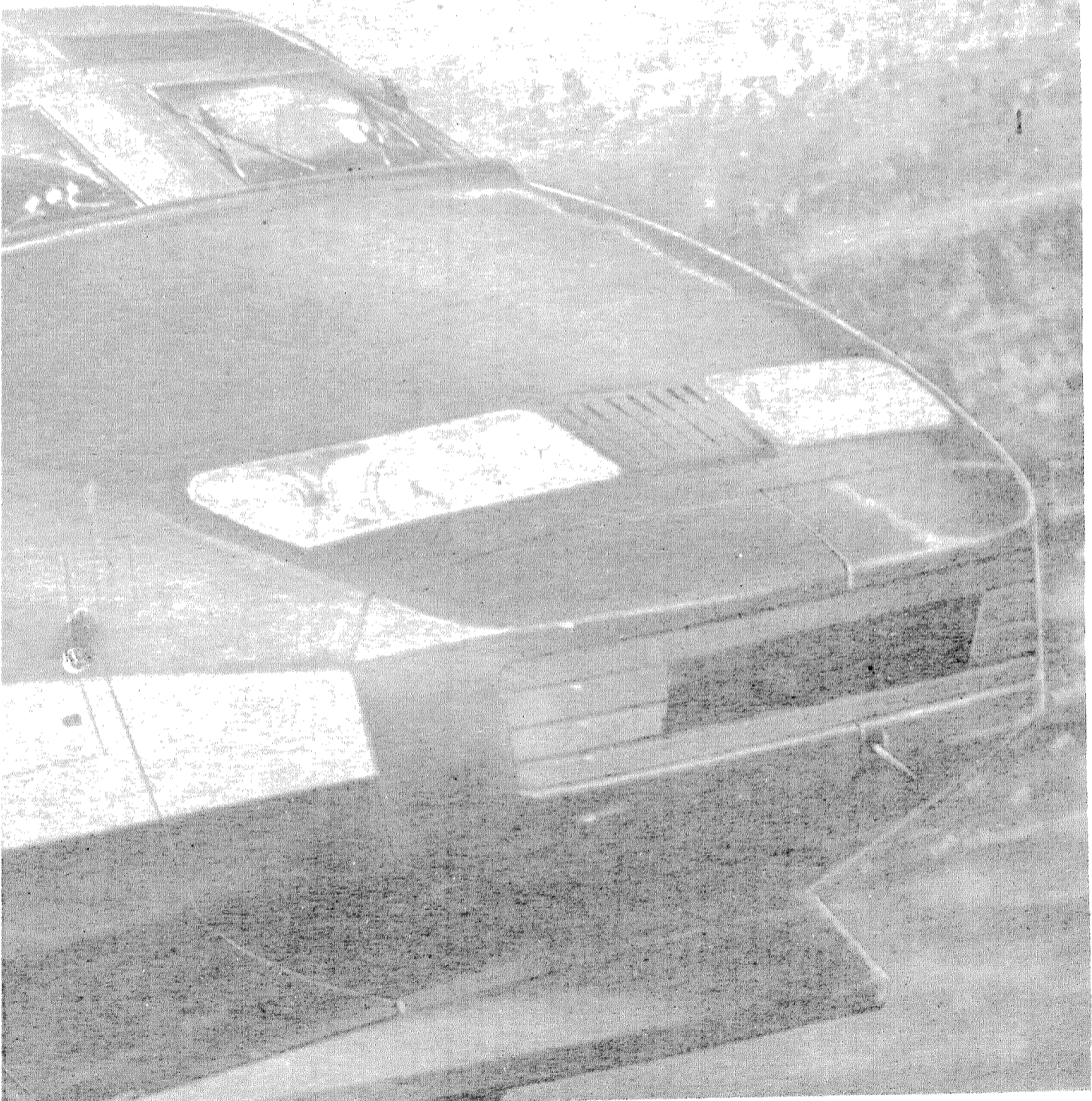
كيف تعمل المحركات البخارية



القطارات الرائدة



دار الشروقة



## كتاب المهندس الناشء عن

# القطارات الفائقة

هذه القاطرة الانسيابية طراز «بورسيج 05 001»، التابعة لسكك حديد الحكومة الألمانية، حققت رقماً قياسياً عالمياً للبخار في عام ١٩٣٥. فلقد وصلت سرعتها إلى ٢٠٠,٤ كم/ساعة في رحلة اختبار بين برلين وهامبورج.



كانت القاطرة «بيرلنجتون زفير» لعام ١٩٣٤ أول قاطرة إنسيابية في العالم بتشغيل ديزل - كهربائي. كان الجسم الخارجي مصنوعاً من الصلب عديم الصدأ **stainless steel**، وكان القطار سريعاً. فلقد بلغ متوسط سرعتها ١٤٧,٤ كم/ساعة في إحدى الرحلات من شيكاغو إلى دنفر، والمسافة بينهما ١٦٣٧ كم، كما بلغت سرعتها القصوى نحو ١٩٠ كم/ساعة.

«الميسترال» قطار فرنسي، سريع (إكسبريس) وفاخر، يشغل بالكهرباء. وهو يسير من باريس إلى الشاطيء الجنوبي ومصايف الريفيرا بسرعات تصل إلى ١٦٠ كم/ساعة. ومن التسهيلات الخاصة الموجودة على متنه: صالونات لتصفيف الشعر، ومحل لبيع الصحف والمجلات، وخدمة سكرتارية لرجال الأعمال.

كتاب المهندس الناشء، عن  
**القطارات الفانقة**  
 تأليف: جوناثان راتلاند  
 ترجمة: دكتور أنور محمود عبد الواحد

© جميع حقوق الطبع والنشر باللغة العربية محفوظة وبمؤكدة لدار الشروق

الطبعة الأولى: ١٩٩٤م - شارع محمد علي - هاتف: ٣٣٣٣٣٣ - ٣٣٣٣٣٣ - ولما شريف - فاكس: ٣٣٣٣٣٣  
 الطبعة الثانية: ٢٠٠٤م - شارع محمد علي - هاتف: ٣٣٣٣٣٣ - ٣٣٣٣٣٣ - ولما شريف - فاكس: ٣٣٣٣٣٣

## تقديم القطارات الفانقة

هاتان الصورتان تتيحان لك إلقاء نظرة أولى على الأجزاء التي تتكوّن منها قاطرة بخارية نموذجية.

صمام أمان، حيث يُعَمَّق البخار إذا زاد ضغط البخار على ضغط التشغيل العادي.

الغلاية، حيث تحوّل حرارة التيار الماء إلى بخار.

ذراع عكس الحركة لنقل الحركة إلى الأمام أو إلى الخلف.

مجموعة الصمامات تتحكم في تدفق البخار الداخل إلى الأسطوانات والخارج منها.

البخار يدخل الكبائن وهوائياً وإسبانياً داخل الأسطوانة. والأبواب الموزونة بالكباس هي التي تدير المحركات.

ماسورة الرمل، وهي تملأ فوق الخط الحديدى لتحمين قضبان العجلات عليه.

صندوق الرمل

التغذية بالماء

قبة البخار مع صمام تنظيم البخار

مقصورة السائق والوقاد

عربة تحميل الوقود والماء للمسار

الدخان، المتصاعد من اللهب والبخار المستعمل، يخرج من خلال المدخنة.

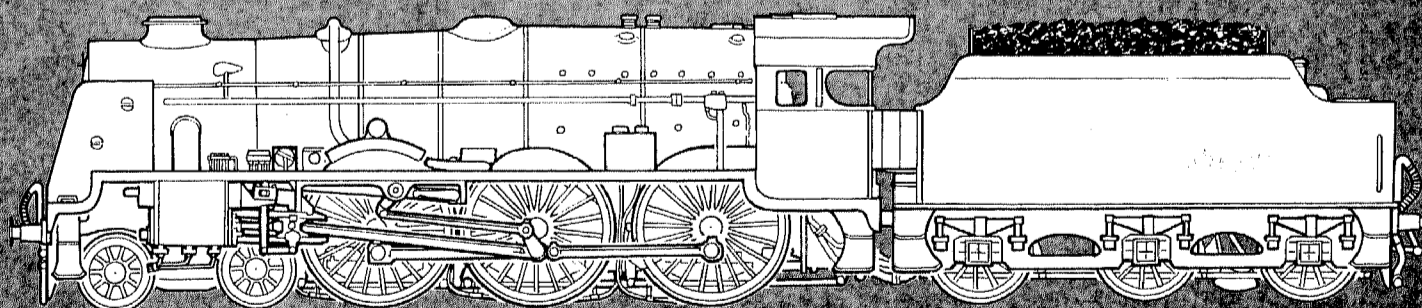
هذه المقابض تفتح وتغلق باب صندوق الدخان.

ماسورة نقل البخار إلى الأسطوانة.

خرطوم أمامي للفرملة بالتفريغ.

المصدّان، وهما ممتصان صدمات للصدمات.

قارئة أمان



الرأس المقلد «الطريروش»، حيث ينقل القدرة عن الكباس إلى ذراع التوصيل.

ذراع التوصيل يدير عجلتي الإدارة الوسطيين.

الأرج القارية توصل عجلتي الإدارة الوسطيين بالتصلات على الخائضين.

الذراع القارية

## كتاب المهندس الناشء عن

# القطارات الفائقة

### هذا الكتاب

جاء وقت، وكان ذلك من ١٥٠ عاماً مضت، كانت فيه جميع القطارات قطاراتٍ فائقة لأن السفر بالقطار كان أسرع وسيلة للنقل في العالم. وكان دخان ولهيب القطارات البخارية المبكرة يجعلانها تبدو وكأنها مَرَدَّة ميكانيكية. وكانت المحركات قذرة وبسيطة، ولكنها كانت خَطِرة في بعض الأحيان. أما الآن، فإن القطارات تعتبر، بالنسبة لكثير من الرحلات، أنظف وسائل السفر وأسرعها وأكثرها أماناً.

وهذا كتاب عن القطارات، وليس فقط عن القطارات الفائقة التي حققت أرقاماً قياسية، بل وعن قطارات البضائع والقطارات غير العادية وسكك حديد الأنفاق تحت الأرض. ويفسر الكتاب القدرة البخارية والكهربائية وبمحركات ديزل في أسلوب بسيط، مع دليل يبين - خطوة خطوة - كيف تدار القاطرة البخارية. وستعرف الكثير من المعلومات عن القاطرات، في الماضي والحاضر بل وفي المستقبل أيضاً.

ويجب أن يشجعك هذا الكتاب على أن تتعرف بنفسك على أحدث السكك الحديدية في العالم، وعلى أن تسترجع الماضي بزيارة متاحف السكك الحديدية العديدة.

### الفهرس

	صفحة
القطارات الأولى	٤
قدرة البخار	٦
القضبان والسكك	٨
قطارات غربية	١٠
عمالقة على القضبان : ١	١٢
عمالقة على القضبان : ٢	١٤
متسلقات الجبال	١٥
قاطرات حديثة	١٦
رحلة في قاطرة بخارية	١٨
قطارات فائقة السرعة	٢٠
تحت الأرض وفوق الأرض	٢٢
شحن البضائع	٢٤
خلال الثمانينيات	٢٦
قطارات المستقبل	٢٨
أرقام قياسية للسكك الحديدية	٣٠
كشاف تحليلي	٣٢

## القطارات الأولى

يرجع أصل القطارات، أي المركبات التي تُجرى على قضبان، إلى أكثر من ٢٠٠٠ سنة في عهد الإغريق القدماء. فقد كانت عربات المزارع تُسحب على طول طُرُقٍ أُخدوديَّة، حيث كانت تُسَقُّ في الصخور أخاديد ضيقة لتتدرج فيها العجلات.

وفيما بعد ذلك بنحو ١٥٠٠ سنة اخترعت سِكَّة العربات. وكانت السكَّة عبارة عن قضيبين خشبيين متوازيين تجري عليهما العربات. وكانت العجلات مزودة بحواف (تسمى الشِّمَاء) لإبقائها على القضيبين. واستخدمت الخيول في جر تلك العربات. واخترعت القضبان المعدنية في عام ١٧٨٩، وفي عام ١٨٠٣ بنى ريتشارد تريفيثيك أول قاطرة بخارية.

### قاطرة ستيفنسون

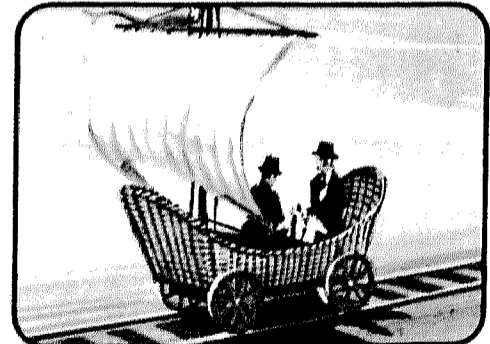
«روكيت»، ١٨٢٩

في عام ١٨٢٩ أقيمت مسابقة لاختيار أفضل قاطرة للعمل على الخط الحديدي الجديد من ليفربول إلى مانشستر. وفاز جورج روبرت ستيفنسون بالجائزة ومقدارها ٥٠٠ جنيه استرليني. وكانت قاطرتيها «روكيت» (وتعني الصاروخ) هي الوحيدة من بين القاطرات الخمس المتنافسة التي نجحت في جميع الاختبارات. وكان في إمكانها السير بسرعة منتظمة، ٤٥ كم/ساعة، بدون عربات، وبنحو ٣٥ كم/ساعة عندما تجر جملًا.

### القاطرة «أفضل صديق

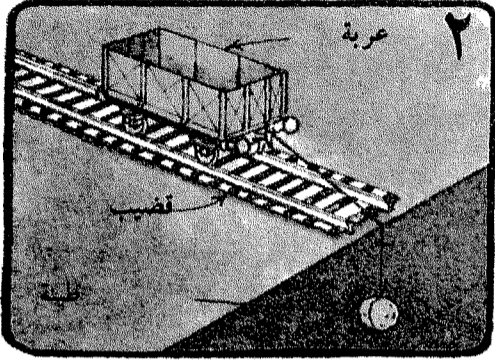
لشارلستون»، ١٨٣٠

أطلق على هذه القاطرة اسم «أفضل صديق لشارلستون» The Best Friend of Charleston واستعملت في أول خدمة قطارات منتظمة بالولايات المتحدة الأمريكية. وكانت تشبه كثيراً المحركات البخارية المبكرة من حيث أن الغلاية كانت قائمة (رأسية). وفي أحد الأيام، حاول الوقاد أن يزيد من السرعة، فأغلق صمام الأمان - فانفجرت الغلاية.



▲ هذه المركبة الغربية - سيارة شرعية تسير على قضيب - كانت تستخدم على الخط الحديدي الأمريكي بلتيمور وأوهايو في عام ١٨٣٠. وكان سيرها ناجحاً عند هبوب الرياح في الاتجاه الملائم. ولكن حدث أن نسي سائقها في أحد الأيام أن يربط الفرملة عند نهاية الخط - فتحطمت نتيجة اصطدامها بواجهة مصرف.

كانت إحدى القاطرات المنافسة للروكيت مزودة بحصانين يدريان «طاحونة دوس» treadmill لتشغيل القاطرة، وانطلقت بسرعة ٢٤ كم/ساعة.

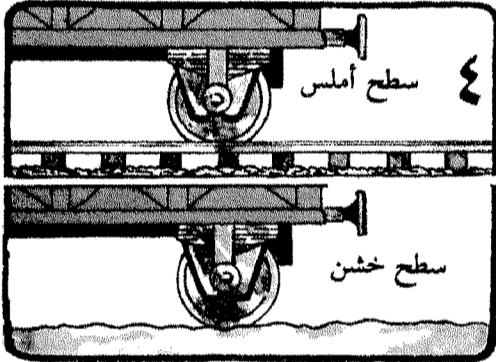


▲ ضع نموذجاً صغيراً لعربة قطار على نموذج لخط حديدي فوق منضدة. اربط خيطاً من القطن بقارئة العربة، ثم ثبت كرة من طينة تشكيل (بلاستيسين) في طرف الخيط وعلقها من فوق حافة المنضدة. سجل وزن الطينة الذي يجعل العربة تبدأ في الدُّرُوج.

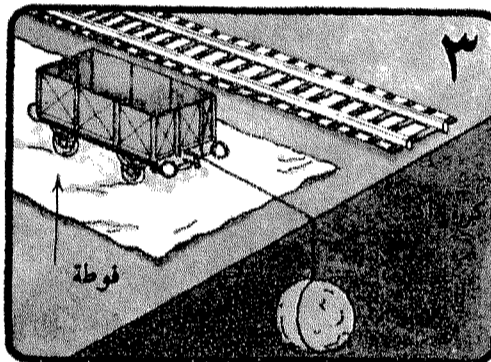
## ١ الدروج على القضبان

يمكن لعربة بضائع مُحمَّلة، تَدْرُج على سكة مستوية بسرعة ١٠٠ كم/ساعة، أن تنطلق انطلاقاً حراً إلى مسافة ٨ كم على الأتزل قبل أن تتوقف. أما على الطريق، فإن شاحنة (لوري) لها ذات الوزن ستوقف بعد ١,٥ كم فقط. وذلك لأن المعجلات المعدنية الملساء تَدْرُج (تتدحرج) على القضبان المعدنية الملساء بسهولة تفوق بكثير دُرُوج الإطارات المطاطية على الطرقات. وهذا هو السبب في أن القاطرات يمكنها أن تَجْرَ أحمالاً هائلة.

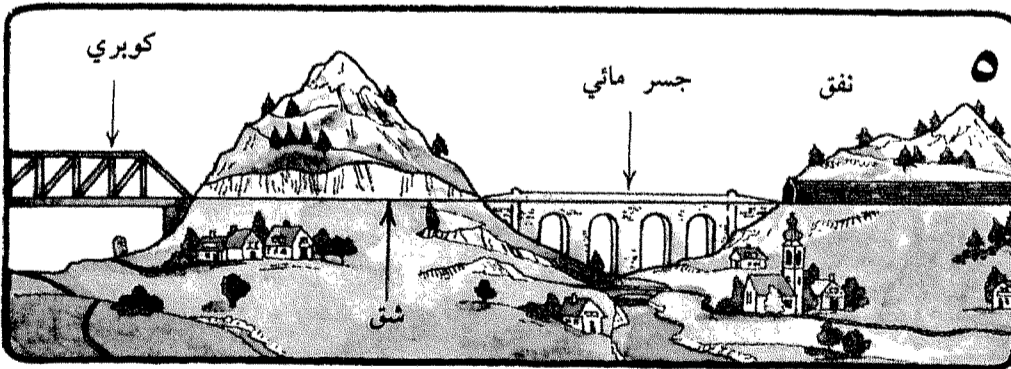
يمكنك أن ترى الفرق الذي يحدثه سطح أملس على الكيفية التي تَدْرُج (تتدحرج) بها الأشياء بإجراء هذه التجربة البسيطة.



▲ هذان المنظران المكبَّران يوضحان السبب في احتياجك إلى ثقل أكبر لتحريك العربة على القماش الخشن. إن المعجلات الفولاذية على القضبان الفولاذية تَلْقَى مقاومة صغيرة عند سحبها. وتحتاج المعجلات الملامسة للقماش الخشن إلى ثقل إضافي للتغلب على الاحتكاك مع القماش.

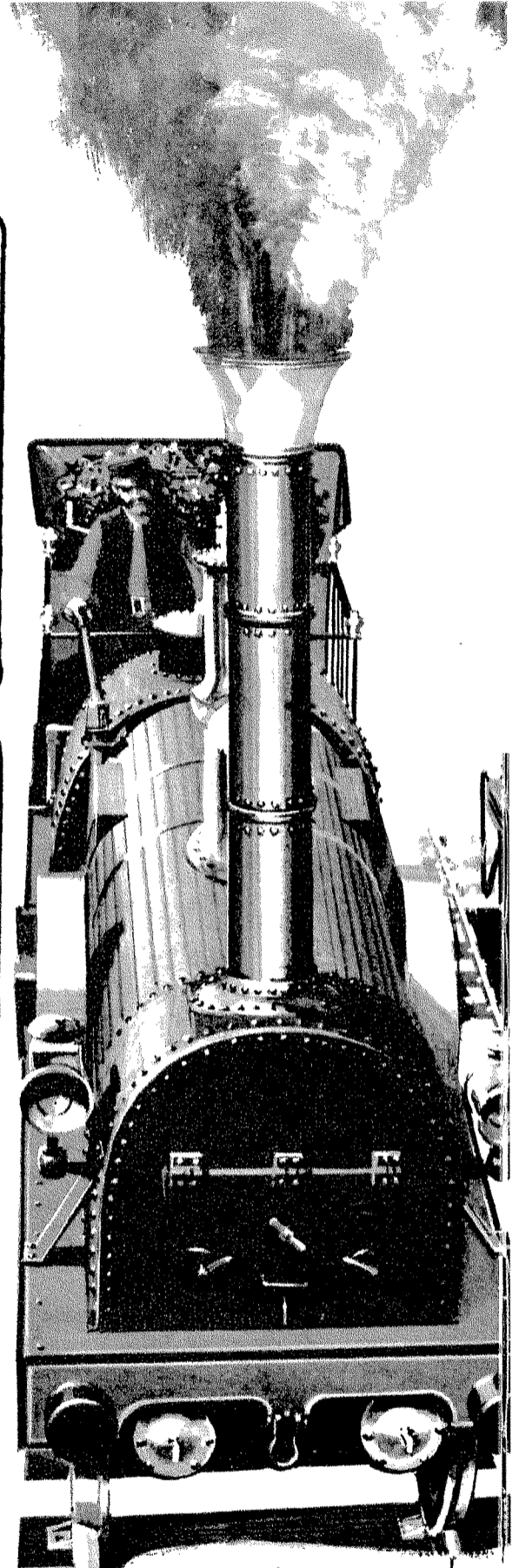


▲ والآن ضع فوطاً أو قطعة من قماش خشن آخر على المنضدة وافردهما جيداً. ارفع العربة من على القضيب وضعها على القماش، أعد التجربة مرة أخرى. لن تتحرك العربة إلا إذا استعملت كرة أكبر.



المعجلات بسهولة على القضبان المعدنية الملساء، لذلك يحاول مصممو السكك الحديدية أن يتجنبوا التلال والمنحنيات. وتبين الصورة كيف تستعمل طرق مختلفة لجعل السكة الحديدية مستوية بقدر الإمكان. وتعرض في صفحة ١٥ طرقاً أخرى للتغلب على مشكلة تسلق الجبال.

▲ يحتاج القطار إلى قدر كبير من الطاقة ليزيد من سرعته. وما أن يصل إلى السرعة المطلوبة، فإنه لا يحتاج إلا لقدر صغير من القدرة ليواصل دُرُوجَه على خط حديدي مستقيم ومستو. ولكن القاطرات يجب أن تبطئ في المنحنيات، كما لا يمكنها أن تتسلق التلال شديدة الانحدار. وتزلق



## القاطرة «در أدلر»، ١٨٤١

استعملت هذه القاطرة على أول خط حديدي ألماني، من نورنبرج إلى فورث. وكانت «در أدلر» مزودة بثلاثة أزواج من المعجلات، أي بمجلتين أكثر من الروكيت، وبذلك كان يمكنها استيعاب غلاية أكبر.

## قدرة البخار

ظل التصميم الأساسي للمحرك البخاري واحداً منذ «البروكيت» حتى الوقت الحاضر. ويمكن تفهّم المبادئ البسيطة لقدرة البخار من هذا المنظر المقطوع جزئياً لقاطرة أمريكية كلاسيكية.

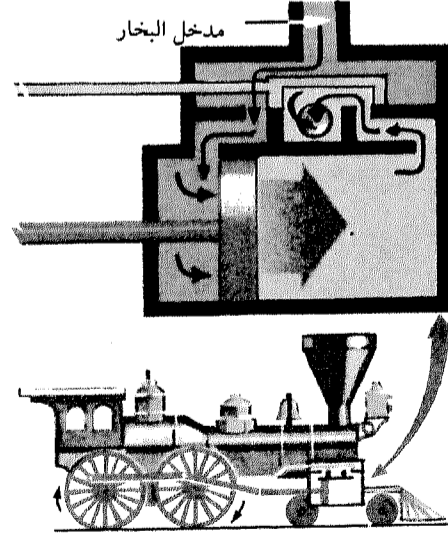
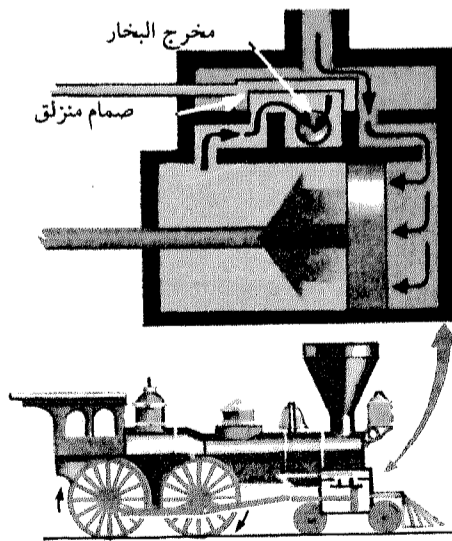
ولقد كان أكثر من نصف ما بني في الولايات المتحدة الأمريكية من قطارات فيما بين عامي ١٨٦٦ و ١٩٠٠ (ويبلغ مجموعها ٥٠٠٠٠ قاطرة) من هذا النوع، ويعرف الرقم الكودي للعجلات (٤ - ٤ - ٤ - ٤) بـ «صفر» بالنوع الأمريكي. وكانت تحرق الخشب عادة، لقلّة مناجم الفحم المستغلة وقتئذ. ولم يكن يُحوّل سوى ٤٪ فقط من حرارة النار إلى قدرة جَرّ. أما معظم الباقي فكان ينصرف في الدخان، الذي كان يتصاعد غالباً من مدخنة متسعة الفوهة ومصممة لالتقاط أي شرر متطاير. وكان المصباح الزيتي الكبير جداً، الموجود في المقدمة، لازماً لمساعدة السائق على رؤية الحيوانات الشاردة أو علامات التحذير أثناء هدير القطار عبر السهول والبراري ليلاً. وكان الحاجز الأمامي العريض (أسفل المقدمة) مصمماً لكسح أي حيوان موجود على السكّة.

كان صندوق الثيران الأمريكي، في قاطرة تجرّ قطاراً نقله ١٥٠ طناً بسرعة متوسطة ٦٥ كم/ساعة، يستهلك ٤٥ كجم من الخشب لكل كيلومتر.



### ٤ الأسطوانة

يوجد كباس في داخل كل أسطوانة. وعندما يفتح الصمام المنظم (برتقالي اللون في الرسوم التخطيطية المبينة إلى اليسار)، يدخل البخار في الأسطوانة. ويتمدد البخار فيدفع الكباس على طول الأسطوانة. وهذه الحركة، موصّلة عن طريق ذراع توصيل ومرافق، تدير عجلات التدوير. ويقطع الصمام المنزلق الإمداد بالبخار. وفي نهاية شوط (مشوار) الكباس، يُسمح للبخار بالدخول في الجانب الآخر للكباس. وعلى ذلك فإن البخار الذي دُفع الكباس إلى الأمام يُصرّف الآن ويمر من خلال ماسورة التصريف إلى المدخنة.





## ١ صندوق النيران

توقد نار من الخشب أو الفحم في صندوق النيران .  
وتستعمل حرارة النار في غلي الماء فيتولد البخار .

## ٢ الغلاية

الغلاية هي في الواقع برميل معدني كبير يحتوي على ماء ، ويوجد فيه العديد من الأنابيب . وتسخن الأنابيب بواسطة الهواء الساخن من صندوق النيران . وعندما يغلي الماء ، فإن البخار يتجمع في القبة .

## ٣ القبة

يتجمع البخار من الغلاية في القبة . وعندما يرتفع ضغط البخار ارتفاعاً كافياً فإن السائق يفتح الصمام المنظم ، وذلك للسماح للبخار بالاندفاع إلى داخل أسطوانتين . وكل من هاتين الأسطوانتين مُركبة على أحد الجانبين ، فيما بين الحاجز الأمامي وعجلات التدوير .

## ٥ ماسورة التصريف البخار

يُدفع البخار المنصرف (العامد) من الأسطوانات إلى أعلى من خلال ماسورة التصريف . وهذا يسحب الغازات الساخنة من صندوق النيران على طول أنابيب اللهب ، مما يُحسن من اشتعال النار . وكل نفثة من قطار بخاري إنما يُحدثها اندفاع البخار إلى أعلى من خلال ماسورة التصريف .

ذراع الإدارة

قضيب الربط

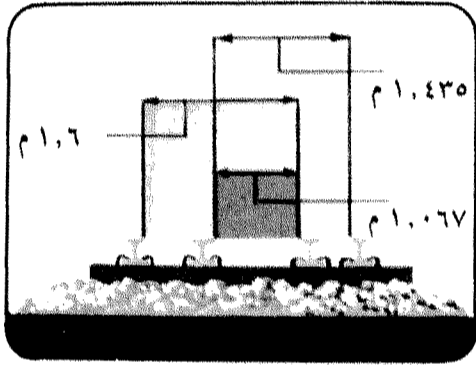
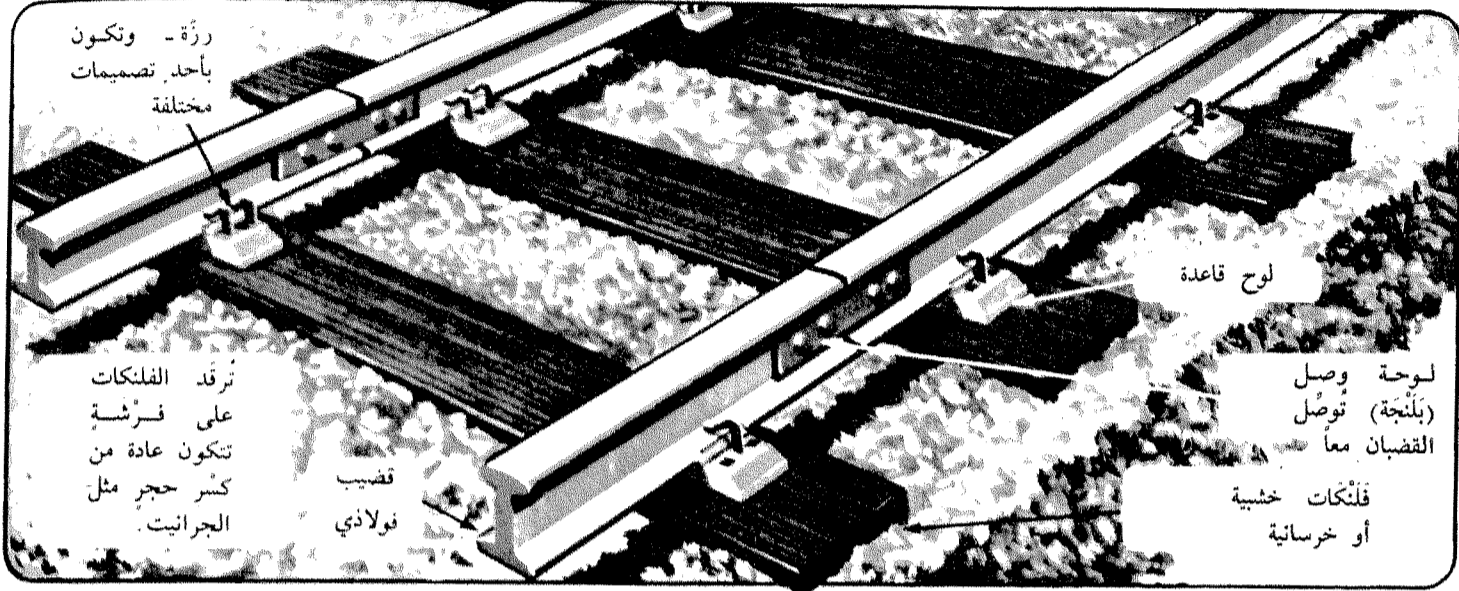
## الأرقام الكودية للمجلات

إن الرقم الكودي للمجلات قاطرة بخارية يبين عدد عجلات هذه القاطرة ووظيفة كل منها . فالرقم الكودي للمجلات القاطرة المبيبة (فوق) هو ٤ - ٤ - ٤ - صفر . والرقم الأول يعطي عدد العجلات الأمامية ، والثاني عدد عجلات التدوير ، والثالث عدد العجلات الخلفية . وكثير من الأرقام الكودية للمجلات لها أسماء أيضاً . فالكود ٤ - ٤ - صفر يُعرف بالأمريكي . ويمكنك أن تشاهد إلى اليسار أرقاماً كودية أخرى مع أسمائها التي تُعرف بها .

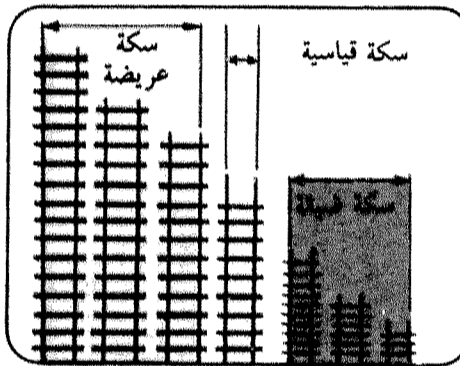
وقد اخترع فريدريك هايت ، أحد موظفي السكة الحديدية المركزية في نيويورك ، هذه الطريقة من الأرقام الكودية ، وذلك عام ١٩٠٠ .

في عام ١٨٣٢ ، قبل استعمال المداخن الواسعة ، أشعلت شرارة من الخشب المحترق النار في عملات ورقية مقدارها ٦٠٠٠٠ دولار كانت مشحونة في عربة مكشوفة .

# القضبان والسكك



▲ لدى أستراليا سكة متعددة المقاييس للتغلب على مشكلات العروض المختلفة. ويبين الرسم التخطيطي قطاعاً للسكة في أستراليا الجنوبية وكيف يمكنها التعامل مع قطارات بثلاثة مقاسات مختلفة.



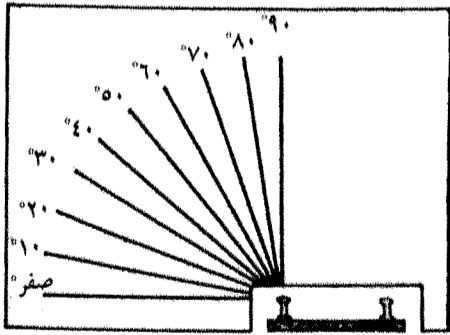
▲ تستعمل 7 مقاييس رئيسية في أنحاء العالم. ويبي المقاييس الاصطلاحي (استاندرد)، مقياس المتر الواحد، من حيث شيوع الاستعمال. وأعرض مقياس مستعمل حالياً أضيّق بكثير من المقياس ١٣٤، ٢٠ م الذي استعمل في سكة حديد «جريت وسترن» البريطانية خلال القرن ١٩.

▲ تبين هذه الصورة منظراً تفصيلياً للسكة. وفي كثير من الدول، تُصنع «الفلنكات» حالياً من الخرسانة. ويتراوح عدد الفلنكات، في بريطانيا مثلاً، ما بين ١٣٢٠ و ١٥٤٠ فلنكة في الكيلومتر الواحد من السكة.

إن المسافة بين قضيبين سكة حديدية تسمى المقياس أو المعيار. والمقياس الاصطلاحي (استاندرد) هو ١,٤٣٥ م، ويستعمل في جميع أنحاء العالم. ولقد طوره جورج ستيفنسون، الذي جعل مقياسه مبنياً على القضبان المستعملة في سكة عربات المناجم. وكان عرض السكة ملائماً لسير حصان بين القضيبين أثناء جرّه لعربة محملة بالفحم.

وتستعمل مقاييس (معايير) مختلفة في بعض أجزاء العالم، وهي تتراوح بين المقياس الضيق جداً ٣٧١ مم والمبين على الصفحة المقابلة وبين المقياس ١,٦٧٦ م المستعمل في دول مثل الهند وإسبانيا والبرتغال والأرجنتين وشيلي.

وبعض الدول، بما فيها أستراليا، يوجد بها عدة مقاييس مختلفة. وهذا يعني ضرورة نقل البضائع والأحمال من قطار إلى آخر عند تقابل خطين من مقاييس مختلفين. لذلك فإن معظم شبكات السكك الحديدية تستعمل سكة موحدة العرض.

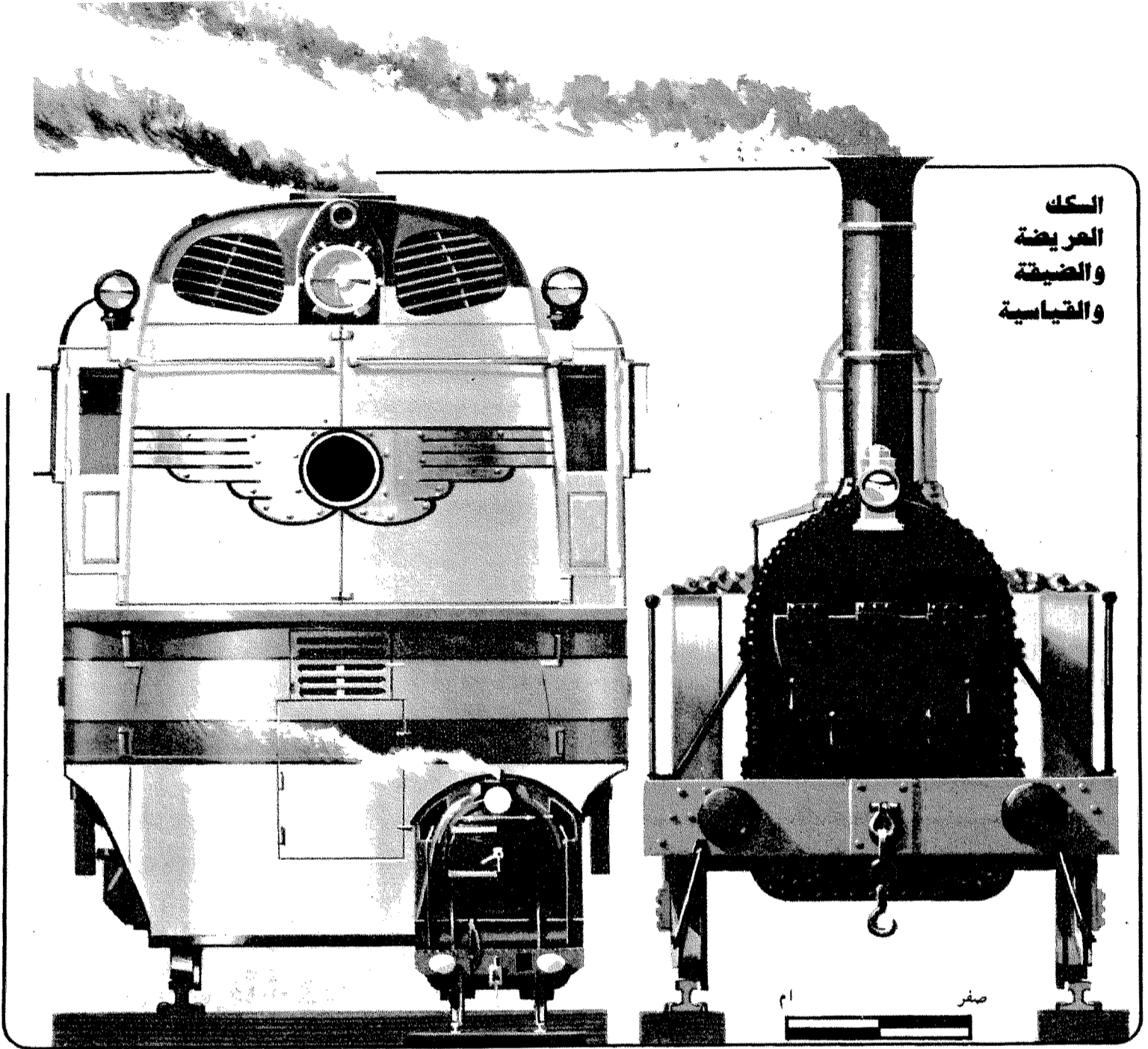


▲ يلزمك صنع هذه المنقلة لمعرفة الزاوية التي يختل عندها توازن القطار. استعمل قطعة كرتون صلبة، وانقل عليها الزوايا من صفر إلى ٩٠°، كما هو مبين في الصورة. ثبت المنقلة في وضع قائم بطبينة تشكيل.

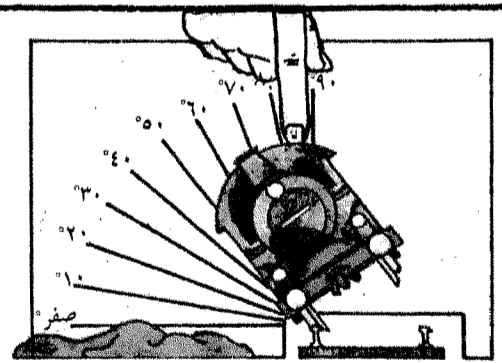
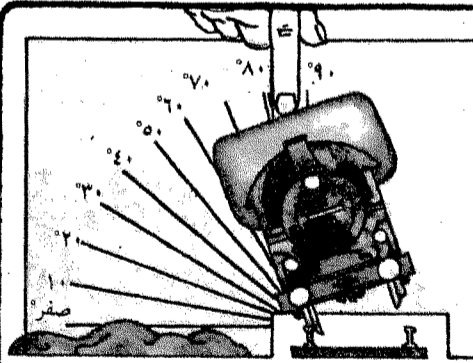
وهذه التجربة البسيطة تبين الفرق الذي يحدثه توزيع الثقل. استعمل نموذج قطار - أو حتى كتلة من الخشب - فإن المبدأ يظل واحداً.

## مركز الثقل

إن السير بسرعة عالية يعتمد جزئياً على جودة السكة وجزئياً على تصميم القاطرة. فعند التقاط القطار في منحنى حاد، فإنه يجنح إلى الانحداف نحو الخارج. وكلما غلأ توزيع ثقله، كان أقل استقراراً - وبالتالي كان أكثر عرضة للانقلاب. ويمكن إجراء تجربة - للتأكد من ذلك - بتسيير نموذج قطار بسرعة عالية.

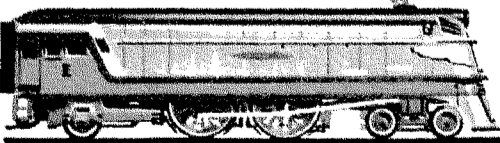


▲ إلى اليمين القاطرة «نورث ستار» التي كانت تسيير على سكك حديد «جريت وسترن» بمقياس ١٣٤، ٢٠ م- وهو أعرض مقياس تم استعماله - من ١٨٣٨ إلى ١٨٩٢. وفي المقدمة قطار المقياس الضيق جداً ٣٨١ م، وهو يسير على أصغر خط عام في العالم، وهو خط رومني وهابث ودايمشيرش في إنجلترا. وفي المؤخرة وأسفل، القاطرة الأمريكية الجبارة «هاواثا» التي استعملت في الثلاثينات. وكانت سرعة القاطرات «هاواثا» تتجاوز ١٦٠ كم/ساعة، وهي أقوى قاطرات أطلنطية بنيت في تاريخ السكك الحديدية.

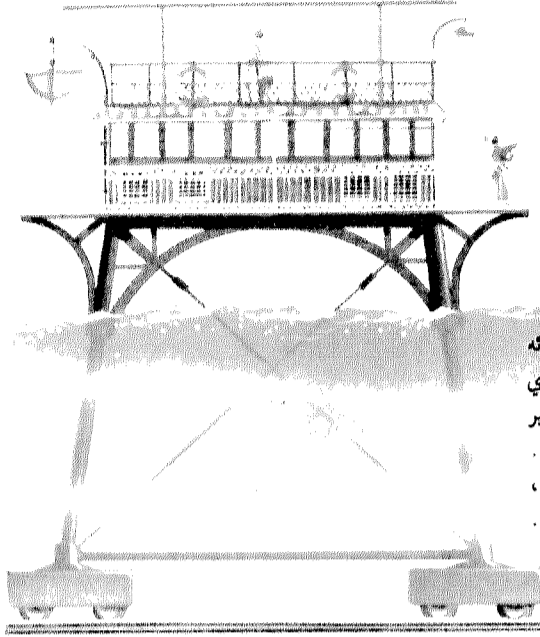


▲ الصق قطعة من طينة تشكيل فوق القاطرة. ستجد أنها ستقلب عند زاوية أقل من ذي قبل. إن توزيع الثقل الأكثر علواً جعل القاطرة أقل استقراراً.

▲ رَكَّب القاطرة على سكتها، ثم أبلها تدريجياً إلى أن يختل توازنها. تأكد من استعمال قطعة قماش طرية تحت القاطرة للحفاظ عليها في حالة سقوطها.



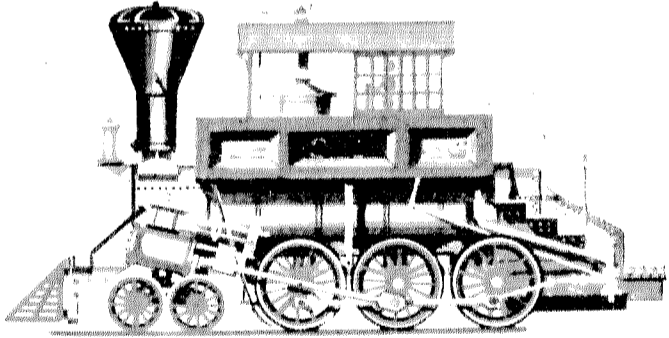
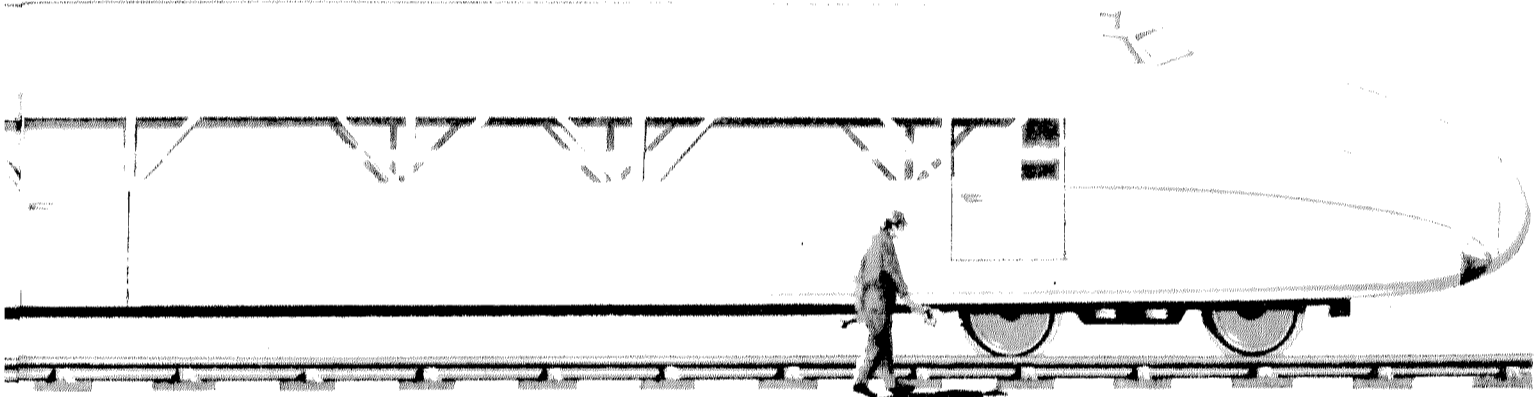
## قطارات غريبة



### القطار تحت الماء

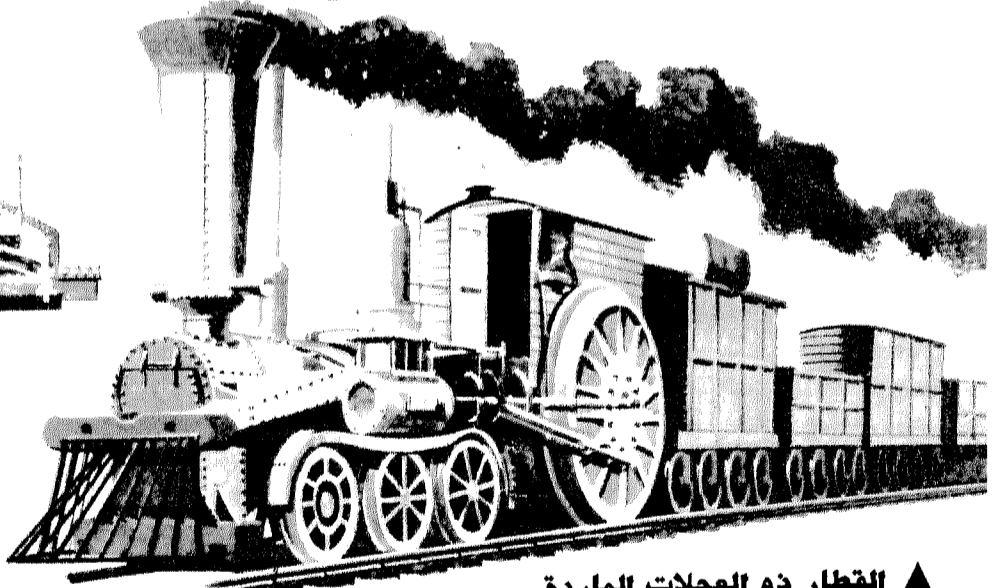
كان ارتفاع قوائم هذا القطار الكهربائي ٧ أمتار لإبقائه فوق سطح البحر. ولقد أطلق عليه تهكماً اسم «دادي لونيغ لجزء» أي (أبي ذو الساقين الطويلتين)، وكان يسير على سكة طولها ٤,٤ كم في شاطئ برايتون بإنجلترا. ولقد ظلت القضبان تتعرض للتخطيم بفعل العواصف، حتى أوقف تشغيله بعد خمس سنوات، في عام ١٩٠١.

جُرّب مهندسو السكك الحديدية العديد من الاختراعات الغريبة. وبعضها - مثل القطار الذي يتحرك تحت الماء، والمبين إلى اليسار - كان لأشغال خاصة أو لطُرقٍ غير عادية. وبعض آخر كان مفروضاً فيها أن تجعل القطارات أسرع أو أكثر كفاءة. فمثلاً، كان القطار ذو القضيب المفرد (أسفل يسار) ناجحاً فيما استهدفه من استعمال الوزن الخفيف والسكة الرخيصة، ولكن المصمم لم يتوقع حدوث مشكلة معينة، وهي الإبقاء على القطار متوازناً موازناً مأموناً على القضيب، فقد كان من اللازم أن يكون الجمل على كل من الجانبين متساوي الوزن تقريباً، كما لزم وجود درجٍ ثقيل خاص ليتمكن الناس من عبور الخط.



### القطار ذو ظهر الجمل

اكتسبت هذه القطارات اسمها (الجمال) camels من مكان السائق - في مقصورة موجودة فوق الغلاية، مثل البدويّ الجالس على سنامٍ جملته. ولقد بنيت هذه القاطرة في عام ١٨٥٤ وظلت تعمل طوال ٥٠ عاماً تقريباً على الخط الحديدي الأمريكي بليمور وأوهايو. وكانت القاطرات مزودة بصندوق نيران ضيق في الطرف الخلفي المنحدر. وكان الرقم الكودي لعجلات القاطرات الأولى هو صفر - ٨ - صفر، ولكن القاطرة المبنية ذات ٦ عجلات تدوير بالإضافة إلى بوجي متراوح (بدور حول محور) ذي ٤ عجلات في المقدمة للمساعدة على إبقائها مستقرة عند السرعات العالية.



### القطار ذو العجلات الماردة

الواحدة لعجلة كبيرة تحرك القطار مسافة أطول من عجلة صغيرة. وقد استعمل المهندسون في بعض الأحيان عجلات تدوير كبيرة للحصول على سرعات عالية. وكان للقطار المبين عجلات تدوير قطرها ٢,٤٤ م ويمكنه أن يصل إلى سرعة ١١٠ كم/ساعة.

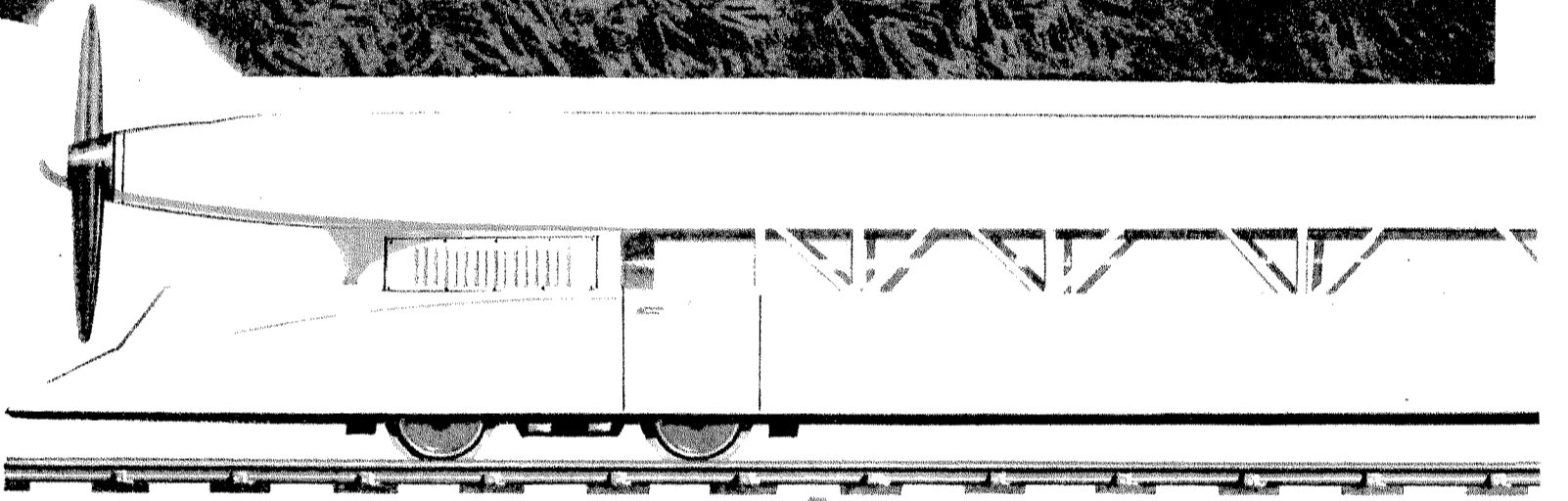
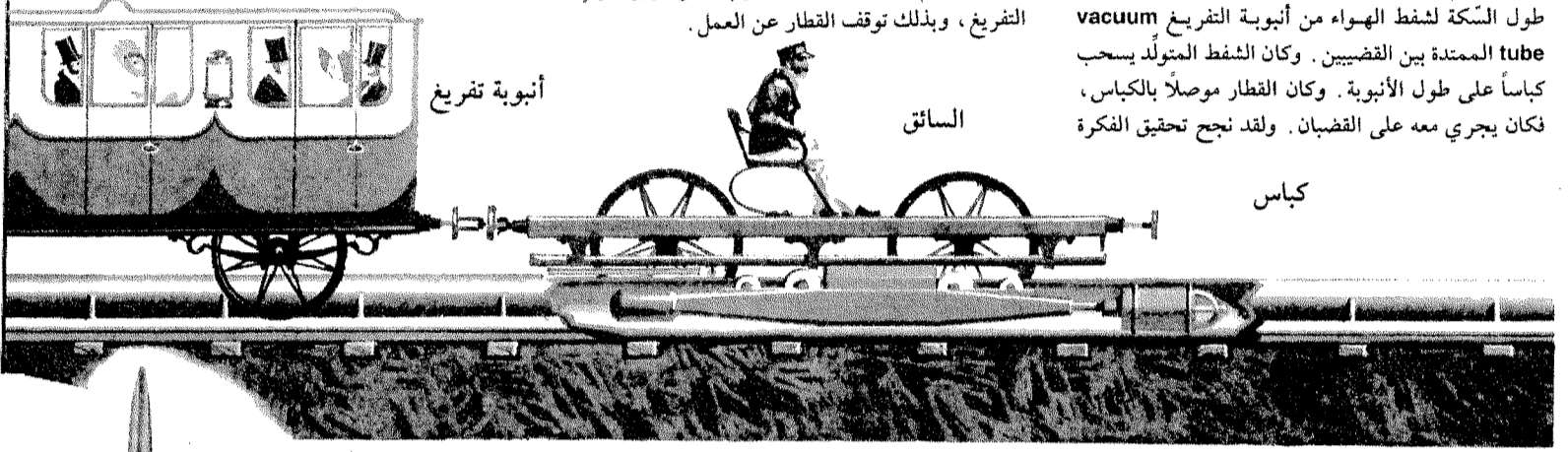
تم تسيير هذا القطار في الولايات المتحدة خلال خمسينيات القرن الثامن عشر على الخط الحديدي كامدين وأمبوي. وكانت الكيانات تدير العجلات الكبيرة بنفس سرعة تدويرها للعجلات الصغيرة، ولكن اللفة

توجد أكبر قاعات انتظار للمسافرين بالسكك الحديدية في العالم بمدينة بكين في الصين، ويمكنها أن تستوعب ١٤٠٠٠ شخص.

## ▼ القطار ذو أنبوبة التفريغ

في أول الأمر، إلى أن أكلت الفئران الشفاة الجلدية التي كانت تُحكم سدّ الأنبوية، فتنسرب الهواء إليها وفُقد التفريغ، وبذلك توقف القطار عن العمل.

هذا القطار، الذي كان يسير في جنوب غربي إنجلترا عام ١٨٤٧، لم تكن له قاطرة بل استخدمت مضخات على طول السكة لشفط الهواء من أنبوية التفريغ vacuum tube الممتدة بين القضيبين. وكان الشفط المتولد يسحب كباساً على طول الأنبوية. وكان القطار موصولاً بالكباس، فكان يجري معه على القضبان. ولقد نجح تحقيق الفكرة

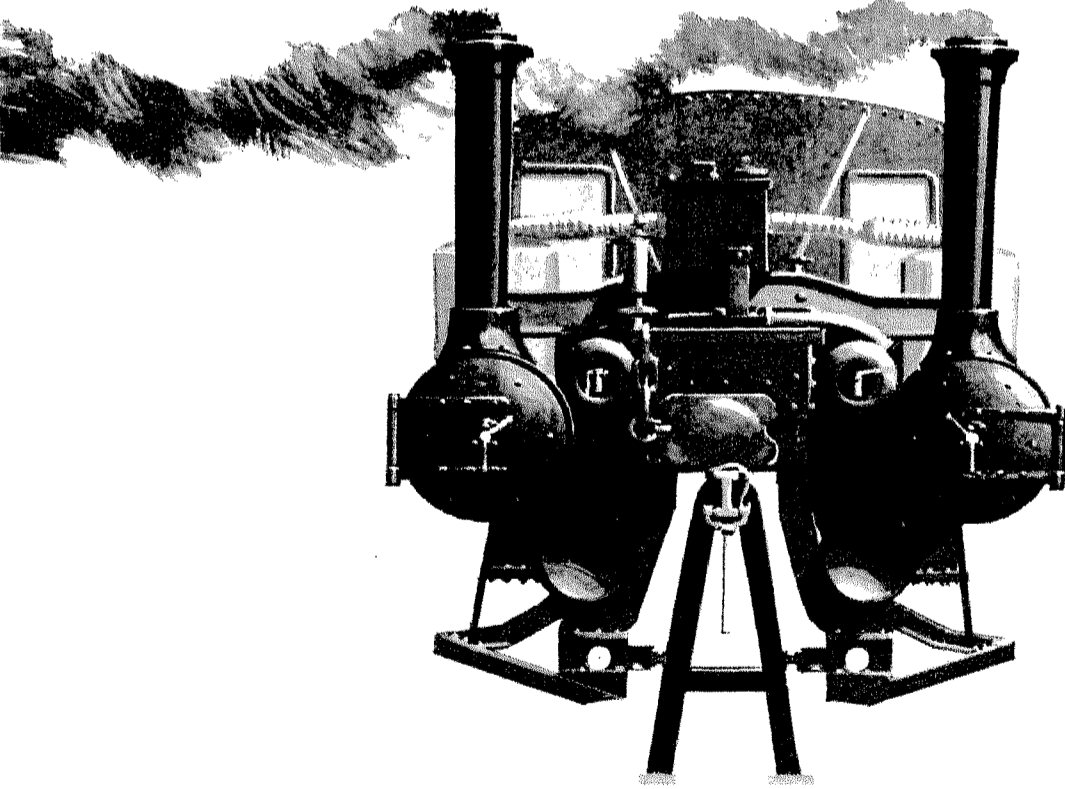


## ▲ القطار ذو المروحة

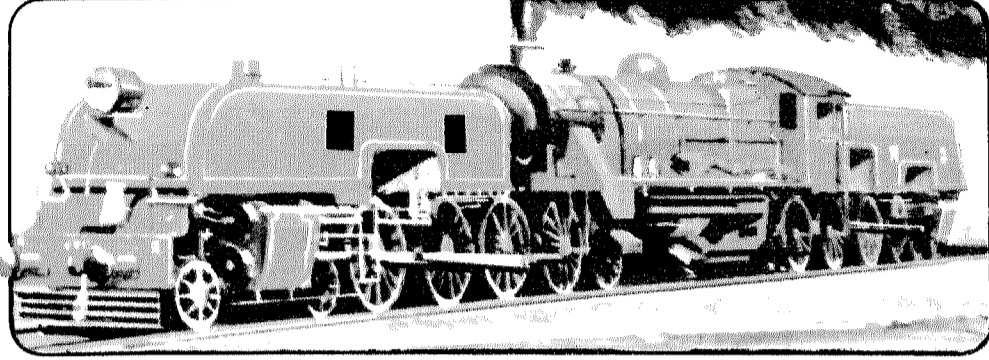
سجل هذا القطار، المكوّن من عربة واحدة، والشبيه بالقذيفة، رقماً قياسياً عالمياً في ١٩٣١ عندما حافظ على سرعة ٢٣٠ كم/ساعة لمسافة ١٠ كم. وكان يسمى «كروكينج»، وتدار مروحته بواسطة محرك ديزل من طراز «مايخ» الذي كان يستعمل عادة في مناطق زبلن الشهيرة. ولقد بُني القطار في ألمانيا كتجربة لاختبار الاستقرار والاستقرارية والإنسيابية عند السرعات العالية.

## ◀ القطار ذو المدخنتين

كان هذا القطار مزوداً بغلايتين، ويسير فوق سكة على شكل الحرف A. وكانت توجد مرتكزات على كل جانب من ذراعي الشكل A لمنعه من الانقلاب. وكان مخترعه هو شارل لارتيج، وهو رجل فرنسي. وظل القطار مستخدماً من ١٨٨٩ حتى ١٩٢٤ في غرب إيرلندا، كما استعمل نظام لارتيج هذا في أمريكا الشمالية وفي روسيا.



## عملاقة على القضبان: ١



٤ - ٨ - ٢ + ٢ - ٨ - ٤، وكان ارتفاعها ١٨ م، وهناك ٥٩ قاطرة «جارات» من الفئة ٤ - ٨ - ٢ + ٢ - ٨ - ٤ تعمل على خطوط سكك حديد كينيا، وهي أقوى قاطرات بخارية لاتزال تستعمل حتى وقتنا هذا، رغم أنها تقارب الآن نهاية أعمارها التشغيلية.

▲ زُوِّدَت قاطرات «جارات»، مثل القاطرة الأسترالية المبيسة (فوق)، بغلاية واحدة في الوسط، مع مجموعات من عجلات التدوير في كل من الطرفين. ولقد استعملت على نطاق واسع على سكك حديدية خفيفة ومنحنية. وكانت أكبر «جارات» من بينها جميعاً هي التي بُنيت في بريطانيا عام ١٩٣٢ لروسيا. وكان الرقم الكودي لعجلاتها

من أكبر القاطرات التي بنيت في تاريخ السكك الحديدية قاطرة روسية ٤ - ١٤ - ٤ صنعت في عام ١٩٣٤. كان ارتفاعها ١٨ م ووزنها ٢٤٩ طناً. ولم تحقق نجاحاً كبيراً لأن محاور (أكسات) كل عجلات التدوير (١٤ عجلة) كانت مثبتة بالهيكل، وبذلك لم يكن في إمكانها أن تلتف في المنحنيات الحادة.

والقاطرات العملاقة حقاً كانت تُزود بغلاية واحدة، مع مجموعتين أو أكثر من عجلات التدوير. ولم يكن لها هياكل متماسكة، بل كانت مفصلية - أي أن مجموعة من عجلات التدوير كانت مُركبة على محور ارتكاز يسمح لها بالتحرك حوله في المنحنيات. والقاطرات عملاقة «بيج بويز»، مثل المبيسة على هذه الصفحة، كانت تدير عجلات قاطرات بخارية صنعت حتى الآن.

شارة  
سكك حديد  
«يونيون باسفيك»

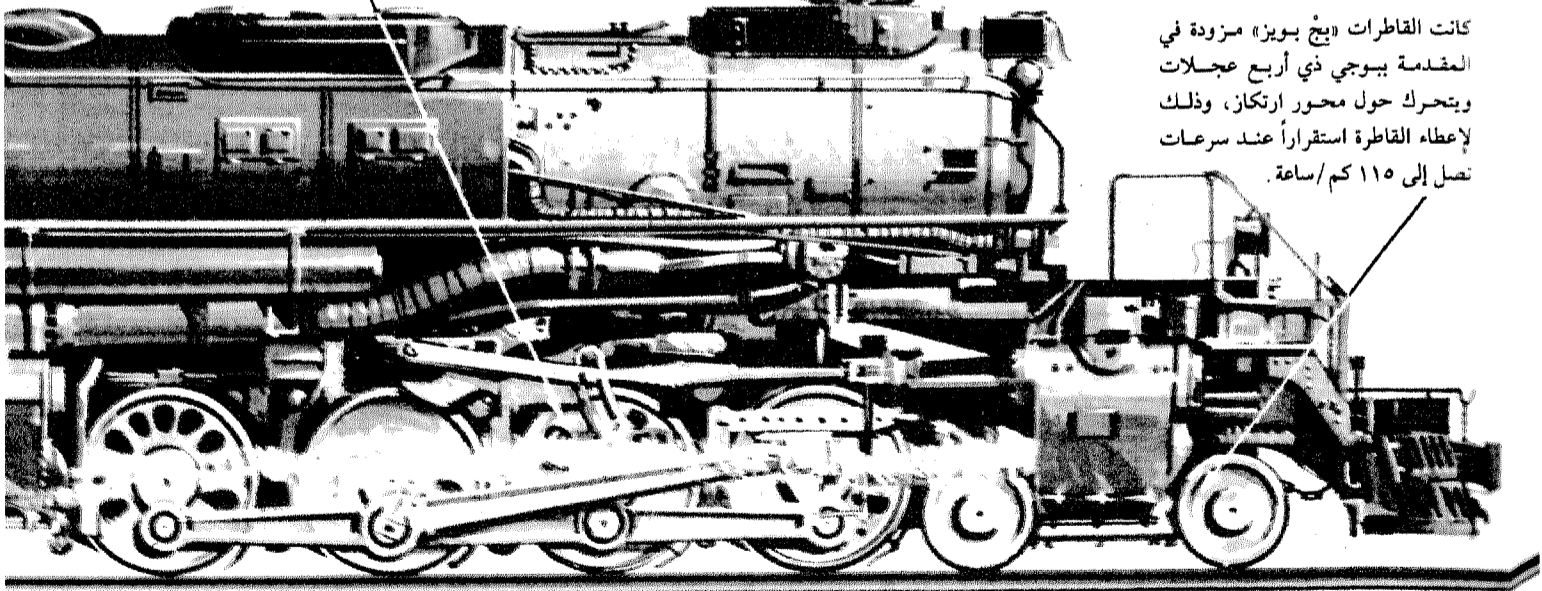


◀ قاطرة عملاقة «بيج بوي» ٤ - ٨ - ٨ - ٤ تابعة لسكك حديد «يونيون باسفيك». ولقد بُني ٢٥ من هذه القاطرات العملاقة «جارات» فيما بين ١٩٤١ و ١٩٤٥ بواسطة شركة القاطرات الأمريكية في شينكتادي بولاية نيويورك.

كانت القاطرات «بيج بويز» مزودة في المقدمية ببوجي ذي أربع عجلات ويتحرك حول محور ارتكاز، وذلك لإعطاء القاطرة استقراراً عند سرعات تصل إلى ١١٥ كم/ساعة.

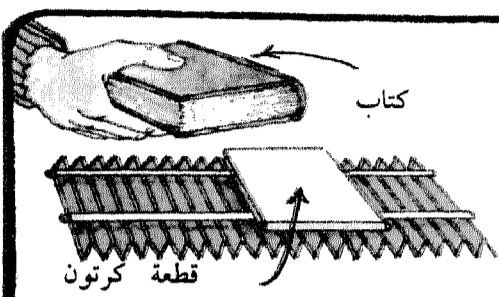


كانت المجموعة الأمامية من ثماني عجلات تدوير مركبة على بوجي ذي محور ارتكاز. ومع التحرك المحوري لهذه المجموعة وللعجلات الأربع الأمامية، فقد كان من الممكن للقاطرات «بيج بويز» أن تدور بأمان حول المنحنيات.

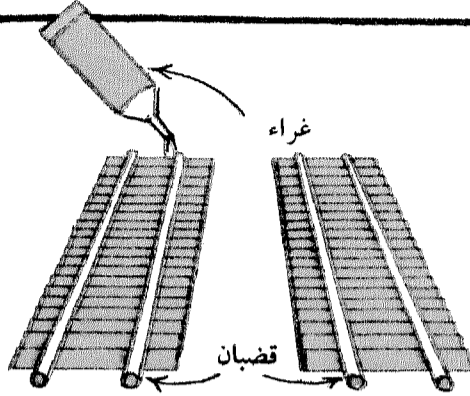


إن أكبر أسطوانات (سلندرات) استعملت حتى الآن في قاطرة، وهي التي من طراز «مانيت» ٢ - ١٠ - ١٠ - ٢، كانت بعرض ١,٢١٩ م مع طول داخلي ٨١٣ م.

## قطارات ثقيلة على سكة خفيفة الوزن

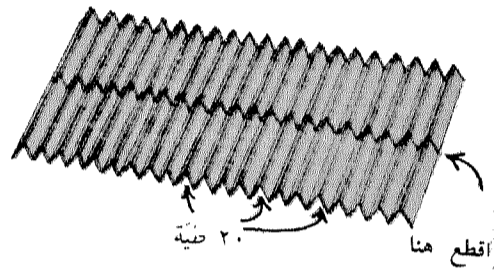


ضع المستطيل الصغير عبر القضيبين، ثم ضع بلطف كتاباً بعد آخر عليه، وسجل وزن الكتب الذي يحدث الانهيار. ثم انتقل إلى القضيبين الآخرين وضع عليهما المستطيل الكبير. يجب أن يتحمل نفس الوزن السابق بسهولة. إن المستطيل الأطول يشبه قاعدة عجلات القاطرة «بيج بوي» من حيث توزيع الحمل على مسافة أطول من السكة. أضف كتباً حتى تنهار هذه السكة أيضاً. قارن بين وزني الانهيار في الحالتين.

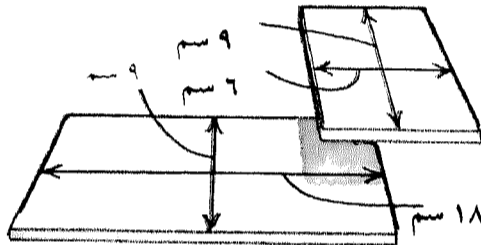
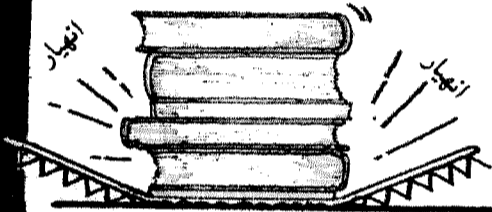


الصق القشبات طولياً بالغراء على السطّين الأورديونيتين. نأكد من أن مجموعتي القشبات من نفس المقياس والقطر. أترك التركيبة لتجف. إقطع مستطيلين من الكرتون المتين بالمقاسات المبيّنة (أسفل). يجب أن يكون المستطيلان بعرض يكفي لارتكازهما على القضبان القش.

إن إحدى مشاكل القاطرات الكبيرة والثقيلة أن السكك التي تسير عليها تتجثج إلى الانهيار تحت وطأة ثقلها. ومن طرق حلّ هذه المشكلة توزيع الحمل على مسافة أكبر عن طريق جعل القاطرات أكثر طولاً. وهذه التجربة توضح تأثير بسط الحمل على السكّة.



أولاً، إطوّ قطعة من الورق كطّي الأورديون كما هو مبين. تكفي ١٥ - ٢٠ طية. إقطع الطية الأورديونية طولياً إلى نصفين، ليمثل كل نصف منهما قاعدة السكة التي ترتكز عليها القضبان. تحتاج بعد ذلك إلى أربع قشبات ممّص لتمثل القضبان.

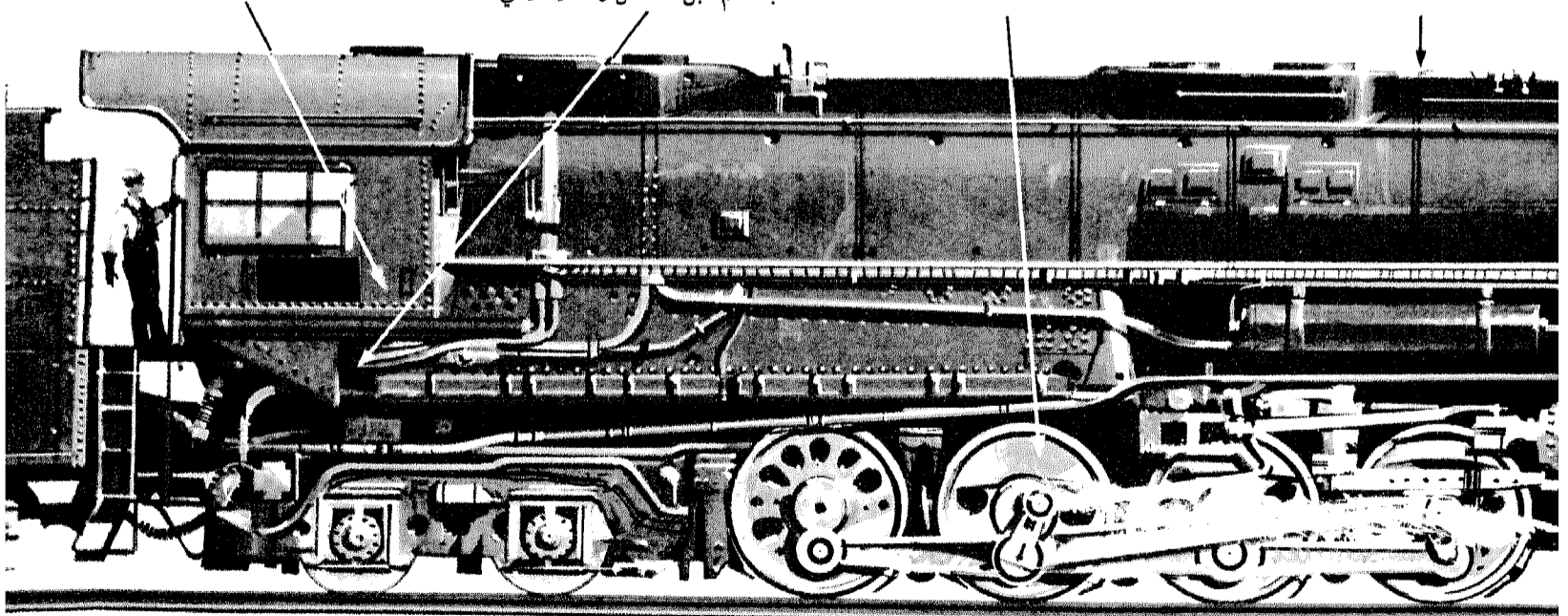


الوقادات الميكانيكية تكون عادة من نوع لوالب أرشميدس، وهي لوالب حلزونية من المعدن مُبَيّنة داخل أنبوبة مجوفة. ومع دوران اللولب، فإن الفحم يدفع إلى أعلى.

كانت مساحة مُصَبِّعة صندوق النيران نحو ١٤ متراً مربعاً، وكان يمكنها أن تحرق حتى ٢٢ طناً من الفحم في الساعة. لذلك لم يكن من الممكن استعمال الجواريف اليدوية للتغذية بالفحم، بل استعمل وقاد ميكانيكي.

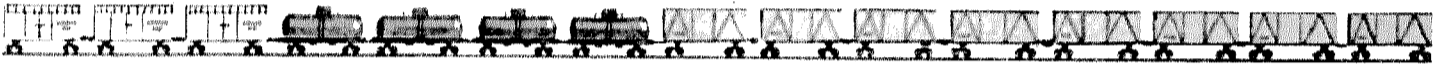
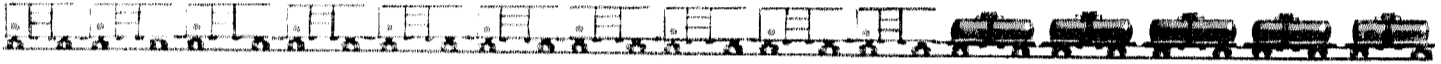
كانت المجموعة الخلفية لعجلات التدوير مثبتة بالهيكل. وكان البخار اللازم لكباسات وأسطوانات كلا المجموعتين يأتي من غلاية واحدة هائلة الحجم.

كان طول البيج بويز ٣٩,٨٥ م بما في ذلك عربة الماء والفحم، وارتفاعها ٤,٩٤ م، وعرضها ٣,٣٥ م. وكانت القاطرة تزن ٣٤٥ طناً، وعربة الماء والفحم ١٩٧ طناً.



## عمالة على القضبان: ٢

### قطارات عمالة لقاطرات عمالة

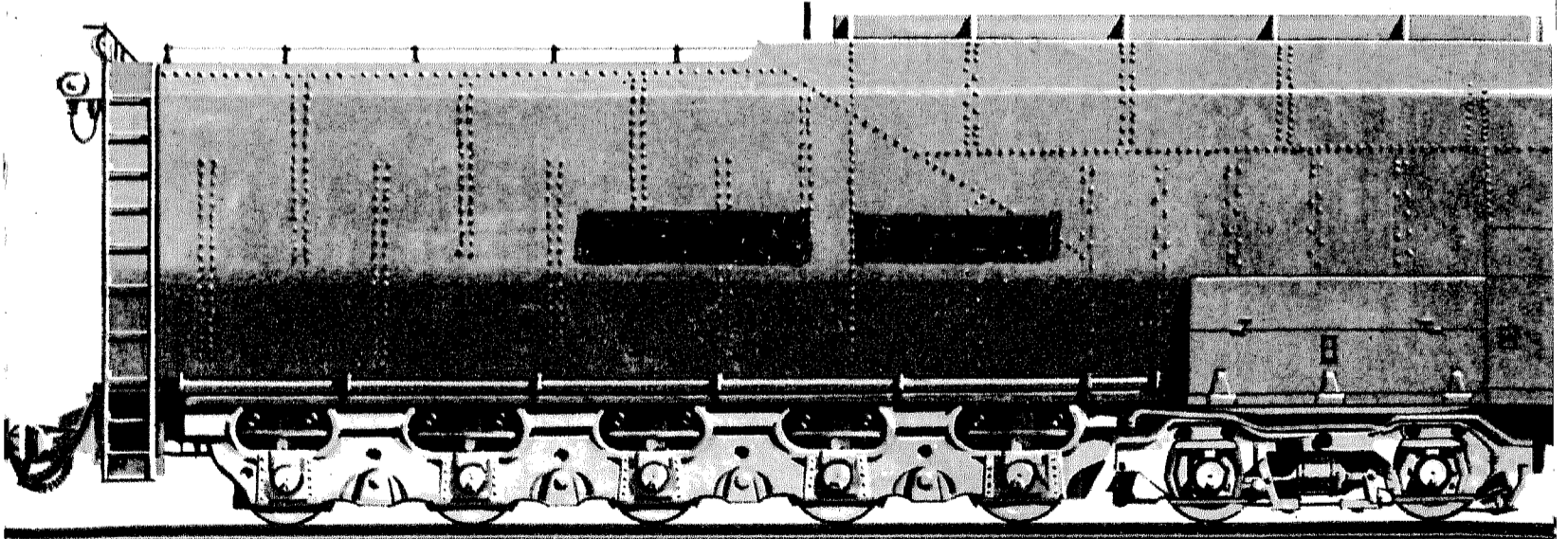


صُممت القاطرات «بج بويز» لجر قطارات البضائع السريعة (الإكسبرس) عند سرعات تصل إلى ١٣٠ كم/ساعة. وتبين هذه الصورة قطاراً نمطياً يجر ٧٠ عربة. وكان الطريق المعادي لهذه القطارات يعبر جبال «وأسانس» بين ولايتي ويومنج وأوتاه في الولايات المتحدة، حيث بلغ الميل ١ في ٦٧. والعمالة الجدد لطرُق البج بوي هي القاطرات «ستينال»، التي يظهر إحداها في صفحة ٣١.

في بعض الأحيان كانت البج بويز تجرُّ أحمالاً أطول وأثقل مما هو مبيّن في الصورة العليا. وكانت القطارات الثقيلة جداً تحتاج إلى قاطرتين، وخصوصاً عند السير على الميل ١ في ٦٧ بجبل شيرمان في ولاية ويومنج.

احتاجت البج بويز لعربات هائلة للماء والفحم. وعندما كانت هذه القاطرات تسيّر بأقصى سرعتها فإنها كانت تستعمل مقداراً مذهلاً من الماء - يصل إلى ٥٠ طناً في الساعة، أي أكثر من ٣ ترات في كل ثانية.

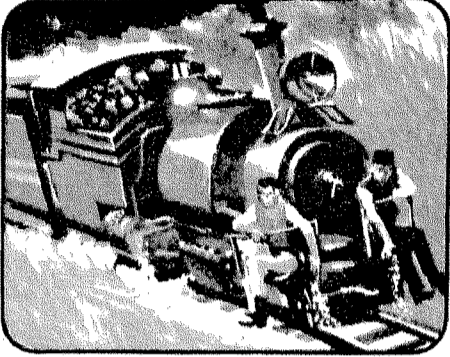
حتى عربة الماء والفحم في القاطرات بج بويز كانت مزودة في مقدمتها ببوجي يتحرك حول محصور ارتكاز. وكان ذلك لمساعدة العربة الضخمة ذات الأربع عشرين عجلة في التحرك بأمان حول المنحنيات عند السرعات العالية.



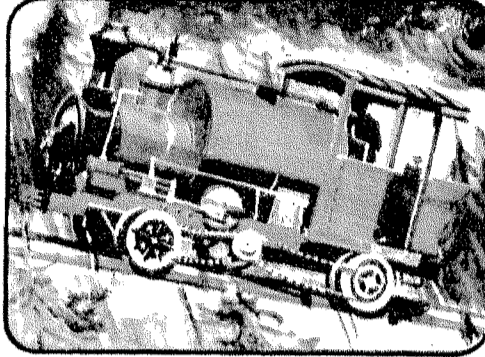
أطول قطار حتى الآن كان قطاراً أمريكياً للبضائع، ويحتوي على ٥٠٠ عربة فحم. وكان طول القطار أكثر من ٥ كم.



## متسلقات الجبال



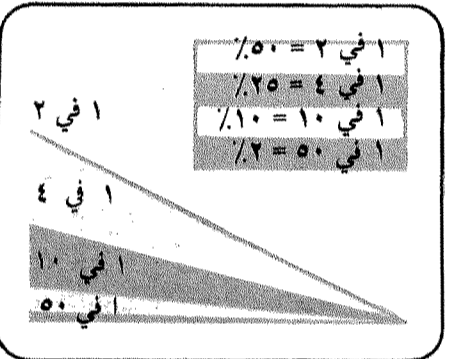
▲ تزود معظم القاطرات بجهاز لإلقاء الرمل على القضبان أمام عجلات التدوير في المنحدرات الحادة. وهذا يوقف انزلاق العجلات. والقطار الهندي المبين (فوق) يحمل رجالاً على مقدمته لرش الرمل على القضبان.



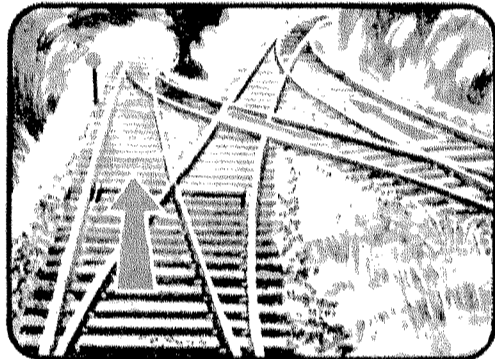
▲ من طرق مساعدة القاطرة على تسلق الجبل تزويدها بتروس. وهذه التروس تجعل القاطرة تدير العجلات ببطء أكثر وبذلك تزيد من قوة القبضة. والقاطرة المبيّنة (فوق) مزودة بتروس لجرّ أحمال من الخشب على خط حديدي في أمريكا.

إن العجلات المعدنية للقطار لا تقبض قبضة قوية على القضبان، مما يجعل تسلق الجبال مشكلة، لأنه حتى عند الميول الضحلة تماماً فإن العجلات تبدأ في الإنزلاق.

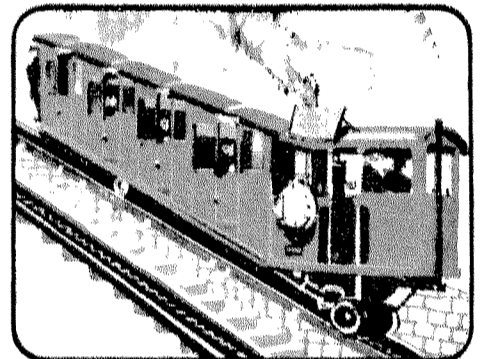
ويوجد نوعان من الحلول لهذه المشكلة. الأول هو تغيير سكة القطار لتجنب أي منحدرات حادة. والحل الثاني هو زيادة القدرة القابضة للقاطرة عن طريق تزويدها بمسنتات (تروس)، أو إسقاط الرمل على القضبان، أو باستعمال نظام إدارة يسمى «الترس والجريدة المسنّنة».



▲ يبين هذا الرسم التخطيطي انحدار الميول المختلفة. إن 1 في 30 يعني أنه يتحرك قطاراً مسافة 30 م فإنه يتسلق 1 م. والميل الأشدّ انحداراً لقطار عادي هو 1 في 11 ويوجد بالقرب من الحدود السويسرية في فرنسا.



▲ إن أعلى خط حديدي في العالم يوجد في بيرو. وتتسلق القطارات 4775 م في 172 كم. وبعض أجزاء الخط توجد بميل 1 في 20، وتصعد في بعض الأحيان على خطوط متعرجة كالمبيّنة (فوق). وتتحرك القطارات ذهاباً وإياباً على التمرج لكي تتسلق القطاعات شديدة الانحدار.

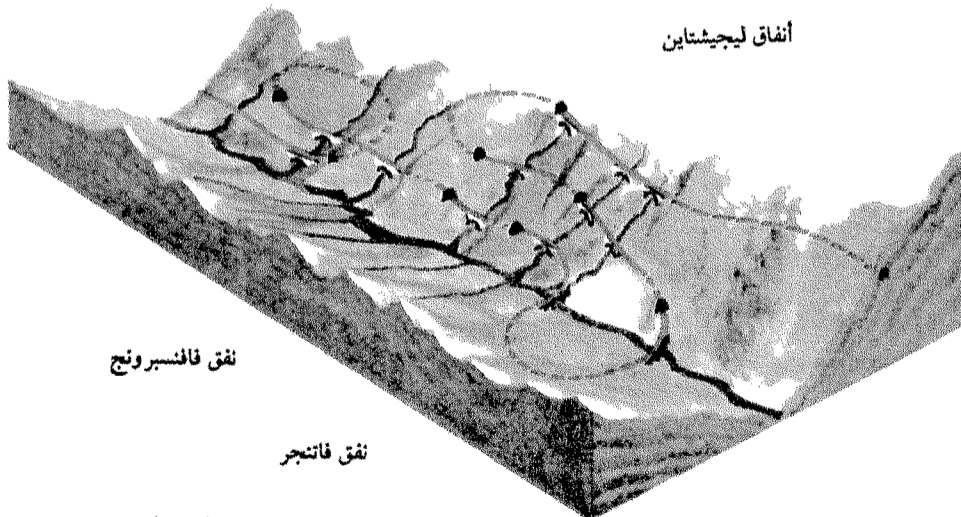


▲ يعتبر خط «بيلاتوس» في سويسرا أكثر السكك الحديدية انحداراً في العالم. وهو يتسلق ميلاً 1 في 2 باستعمال إدارة من ترس وجريدة مسنّنة. تدير القاطرة عجلة مسنّنة (الترس) في قضيب مسنّن (الجريدة) لسحب القطار وتصعيده على الجبل.

### السكك الحديدية الحلزونية

إن السكك المتعرجة هي إحدى الطرق لمساعدة القطارات على صعود الجبال، ولكن القطارات يجب أن تتوقف وتغير اتجاهها من حين إلى حين، مما يضيع كثيراً من الوقت. والأنفاق الملتفة، لتسلق الجبال بلطف، تحل هذه المشكلة. وتشيدها باهظ التكاليف، ولكن التكلفة لها ما يبررها على الخطوط الرئيسية. ففي جبال الألب السويسرية يشتمل كثير من الخطوط على أنفاق حلزونية. وأعلى هذه الخطوط هو سكة حديد «رايتيان»، الذي يظهر جزء منه في الصورة (يسار)، وهو يصعد إلى 1823 م ماراً خلال أنشوطات حلزونية وعدة أنفاق.

أنفاق ليجشتاين



## داخل قاطرات حديثة



لاتزال القاطرات البخارية تستعمل في كثير من أنحاء العالم، ولكنها ليست عالية الكفاءة فإن نحو ٩٪ فقط من الطاقة التي تنتجها الحرارة تستعمل في تدوير العجلات. كما أنها تحتاج إلى قدر كبير من أشغال الصيانة وتستغرق عدة ساعات لتوليد بخار ذي ضغط كاف.

### قدرة محركات ديزل

هذا القطار الألماني السريع (الأكسبريس) يسير عبر أوروبا وتجربته قاطرة ديزل - هيدروليكية. يدور محركها الـديزل (١) بسرعة عالية منتظمة - أسرع من أن تستعملها مباشرة عجلات التدوير. وعمود الإدارة متصل بمحور التوائي (٢)، وهو صندوق تروس هيدروليكي (مملوء بسائل) يستعمل الزيت لتدوير مجموعة من الأرياش التوربينية. وهذه الأرياش تحول السرعة العالية لعمود الإدارة إلى سرعات أبطأ ويمكن التحكم فيها. والمحور الإلتوائي متصل بالعجلات عن طريق صناديق تروس ميكانيكية (٣) و (٤). ويدير محرك ديزل صغير (٥) مولداً يولد الكهرباء لتدفئة وإضاءة القطار.

بمحركات ديزل موصلة، عن طريق صندوق تروس، مباشرة بعمود إدارة يدور العجلات. وتُجرُّ غالباً القاطرات السريعة (الأكسبريس) للمسافات الطويلة بواسطة قاطرات ديزل - كهربائية. يدور محرك ديزل مولداً كهربائياً، وهذا يشغل محركات (موتورات) جرّ كهربائية.

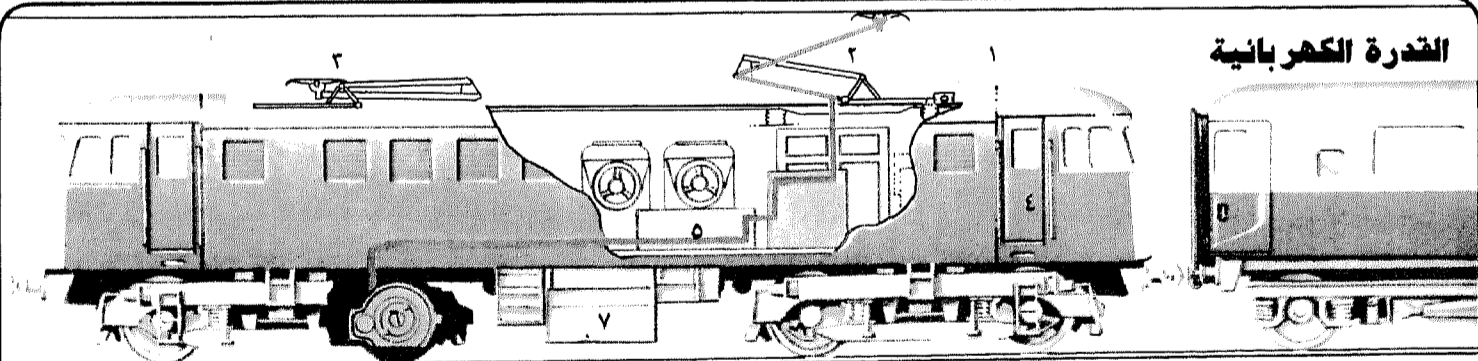
وتزود قاطرات المناورة الصغيرة في بعض الأحيان

ولقد طوّرت قاطرات ديزل في عشرينيات القرن الحالي، وتكمن ميزتها الأساسية في أنها تكون جاهزة للجرّ بعد ١٥ دقيقة فقط من بدء تشغيل المحرك لتدفئته. كما أنها أعلى تسارعاً من المحركات البخارية.

ولقد استعملت تجريبياً قاطرات مزودة بتوربينات غازية كالمستعملة في الطائرات، ولكن مصدر القدرة الذي يلقى قبولاً عاماً للقاطرات الحديثة هو الكهرباء.

والكبلات العلوية والقضبان الثالثة لنقل القدرة الكهربائية عالية التكاليف، لذلك تُسبّر القاطرات الكهربائية أساساً على الخطوط المزدهمة، في حين تستخدم محركات ديزل أو التوربينات الغازية لجرّ القاطرات على السكك الأخرى.

### القدرة الكهربائية



(٦) أسهل صنعاً وأرخص ثمناً من الموتورات عالية/الفولطية. وفي حالة انقطاع تيار الموصلات الرئيسية، فإن القطار يحمل بطاريات (٧) للتدفئة والإضاءة.

إليه. وتيار الموصلات الرئيسية عالي الفولطية (الجهد) جداً، لذلك يُحوّل إلى تيار مستمر منخفض الفولطية (مثل تيار البطارية) بواسطة محولات (٤) ومُقوم (٥). ويتم ذلك لأن الموتورات الكهربائية منخفضة الفولطية

هذه القاطرة البريطانية من الفئة ٨٥ تُشغّل بالكهرباء. وهي تستمد القدرة الكهربائية من كَبَل علوي (١) عن طريق باننوغراف (٢). والباننوغراف مضغوط بإحكام على الكبل، ويمكن خفضه وطّيه (٣) عند عدم الحاجة

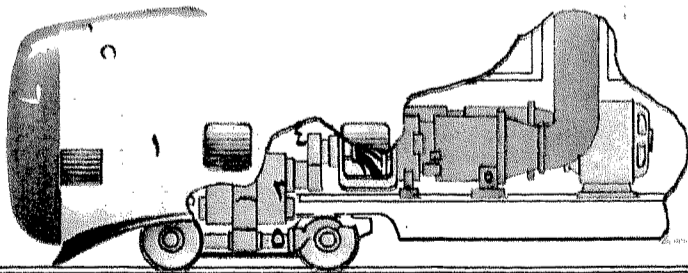
### الأرقام الكودية للمجلات

لا تستعمل قاطرات ديزل والقاطرات الكهربائية نفس الأرقام الكودية المستعملة لمجلات القاطرات البخارية، بل تبين أحرف هجائية عدّد محاور (أكسات) الإدارة على كل بوجي. فالحرف «A» يعني محوراً واحداً، و«B» إثنين، و«C» ثلاثة، و«D» أربعة محاور.

والقاطرة الكهربائية من الفئة ٨٥، المبنية أسفل الصفحة المقابلة، تسمى BoBo. وهي مزودة ببوجيين، وكل منهما بمحاور الإدارة الخاصة به. والحرف الصغير «o» يعني أن كل محور مزود بموتوره الخاص به.



### قدرة التوربينات الغازية



طريق مجموعة تروس تخفيض السرعة، وهذه المجموعة لازمة لأن التوربين ذاته يدور بسرعة ثابتة عالية جداً. ثم ينقل عمود إدارة (٥) القدرة إلى المعجلات.

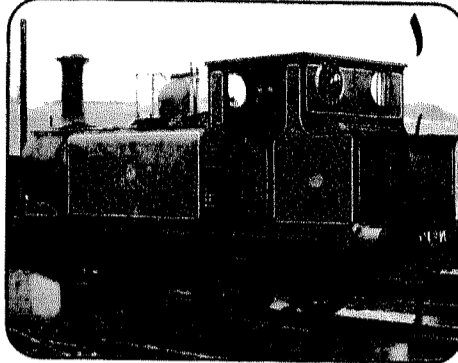
متبخّر. وتدير الغازات الساخنة الناتجة أرياش توربين (٢). وفي الطائرة المزودة بمحركات نفّاثة - مروحية، يدير التوربين مروحة، ولكن في القاطرة يُنقل الفصل الدوّار للتوربينات إلى صندوق التروس الرئيسي (٣) عن

هذه القاطرة تابعة للسكك الحديدية الكنديّة، ومحركاتها من نوع التوربينات الغازية التي تشبه المحركات النفاثة - المروحية المستعملة في الطائرات. يُشَقِّط الهواء من خلال مأخذي هواء (١)، ثم يُضغَط ويُخلط مع كيروسين

## رحلة في قاطرة بخارية كلاسيكية



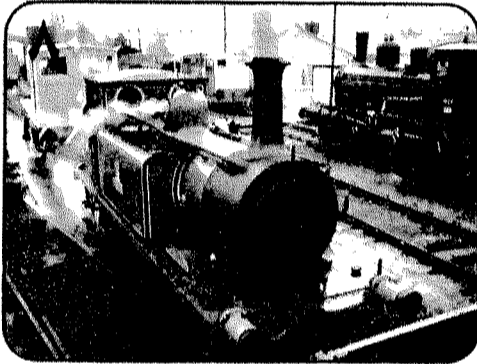
▲ قام الوقاد، قبل إيقاد النار، بتقليب الجمرات المتبقية في الرماد من الرحلة السابقة، وأزال السُجج من صندوق الدخان. كما فحص مبيبات منسوب الماء للتأكد من وجود ماء كاف في الغلاية.



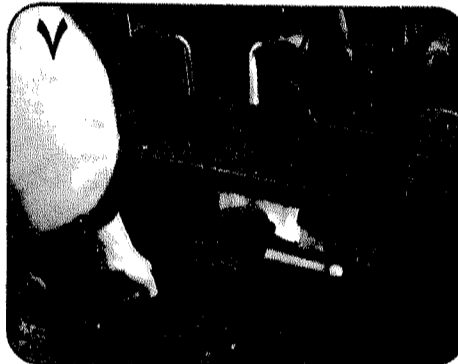
▲ القاطرة «ترير» ذات رقم كودي للمجلات صفر - ٦ - صفر، وهي تحمل الماء في خزانات بجانب الغلاية، وتحمل الفحم في صومعة خلف مقصورة السائق. ولقد بنيت منذ أكثر من ١٠٠ سنة، وكانت تجر قطارات ركاب بسرعة تصل إلى ٩٥ كم/ساعة. وأجهزة التحكم مبنية في المستطيل ١٠.

لنتعرف على الكيفية التي يُساق بها قطار بخاري، فقد قضينا يوماً في قاطرة على سكة حديد كُنت وإيست ساسكس بإنجلترا. ولقد أُغلق هذا الخط رسمياً في عام ١٩٦١، ولكن جماعة من المتحمسين بذلوا أقصى جهدهم لإحيائه. والواقع أنه يوجد كثير من السكك الحديدية البخارية التي تم إحيائها على هذا النحو في كثير من أنحاء العالم. ويعمل أشخاص من جميع الأعمار في هذه القطارات لمجرد المتعة ولتنقل الركاب في رحلات مسلية. وتُنقذ الأموال المحصّلة على تجديد القطارات القديمة وعلى تحسين الخط.

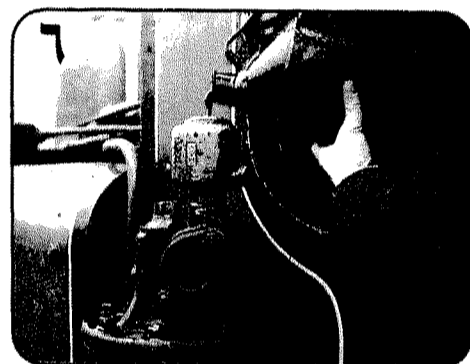
والقاطرة التي ركبناها في رحلتنا اسمها «ترير» Terrier (وهو اسم نوع من كلاب الصيد النشيطة والذكية)، ولقد أُطلق عليها هذا الاسم لأنها تتسارع تسارعاً جيداً يدعو إلى الدهشة بالنسبة لقاطرة في حجمها.



▲ ترسل النافخة البخار مندفعاً إلى المدخنة. ويؤدي اندفاع البخار إلى شفط الهواء على طول أنابيب اللهب، مما يهيئ تياراً جيداً لتسمير النار. يتصاعد الآن البخار والدخان على نحو منتظم من المدخنة، ويزداد اشتعال النار سرعة وسخونة.



▲ يواصل الوقاد طوال الوقت إشعال النار، مُضيفاً الفحم فوق الخشب. وبعد ساعتين يصل ضغط البخار إلى ١,٠٥ كجم/سم المربع - وهو ما يكفي لتشغيل صفارة. وبعد ٢٠ دقيقة أخرى يكون الضغط كافياً لتشغيل النافخة.



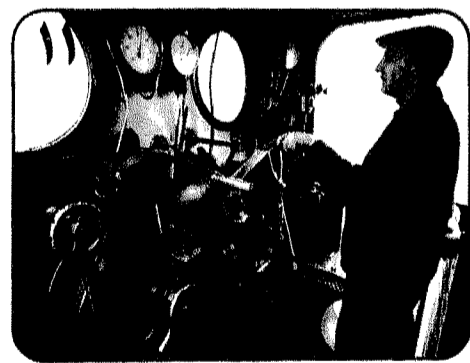
▲ السائق يملأ خزان الزيت للفرملة الهوائية. في لحظة إيقاف القطار بواسطة فرملة اليد، يكون البخار قد سُفّل بالضغط الهوائية. وهذه الفرملة تستعمل ضغط الهواء لدفع اللُّقم المعدنية للفرملة ضد المعجلات.



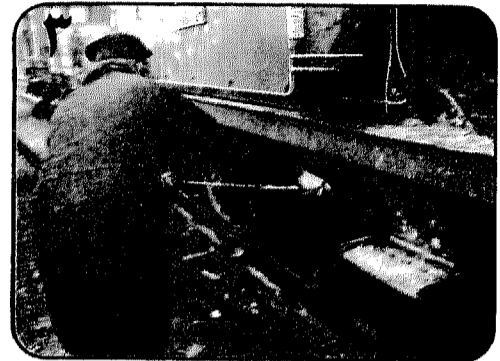
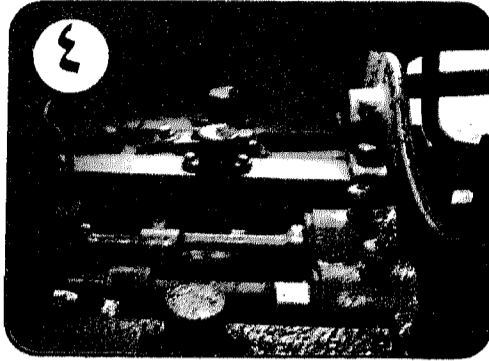
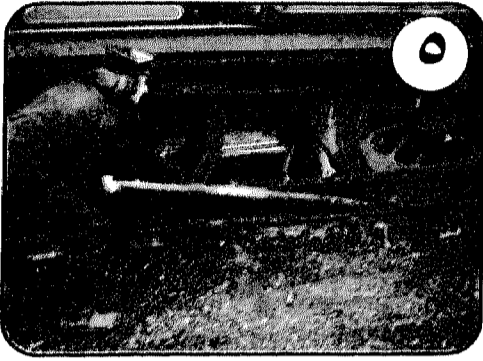
▲ عند فتح السائق للمنتظم للسماح بدخول بخار أكثر، تزداد سرعة القطار. فيعمد إلى سحب ذراع عكس الحركة قليلاً إلى الخلف. وهذا يجعل الصمام المنزلق يسمح بدخول نَفَثَاتٍ قصيرة من البخار في الأسطوانات لتجنّب تبيد البخار.



▲ البخار الساخن الداخل في الأسطوانات الباردة يتحول إلى ماء. لذلك يفتح السائق محابس التصريف، ويمكن أن تشاهد البخار والماء يتفجّران إلى الخارج. وسرعان ما تسخن الأسطوانات فتغلق محابس التصريف. ويدفع البخار الكباسات - فيتحرك القطار.



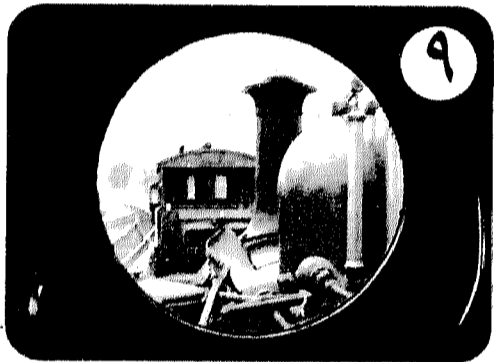
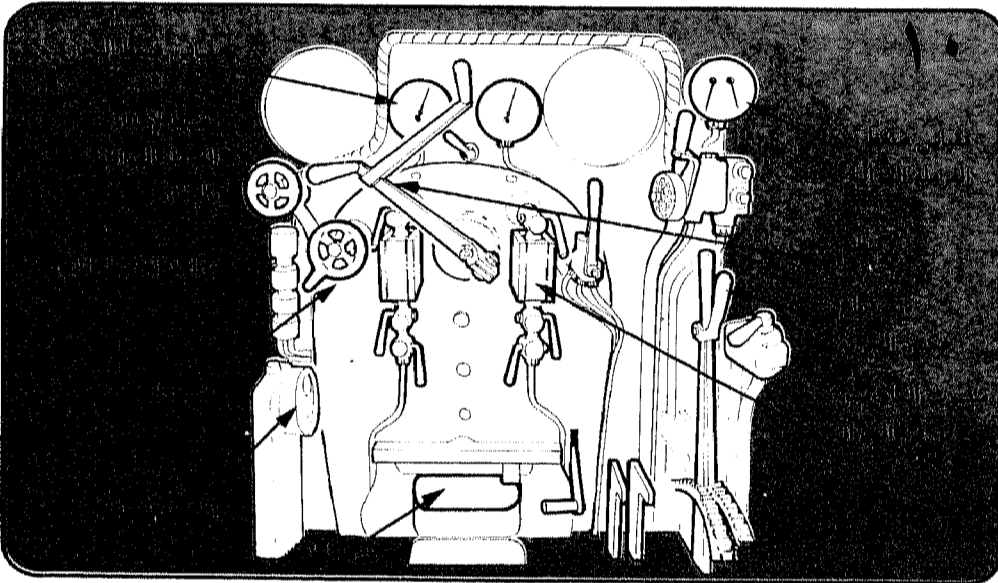
▲ لقد حرّك السائق ذراع عكس الحركة، الموجودة تحت يده، إلى أقصى الأمام. وهذا يضبط الصمام المنزلق في وضع يسمح للبخار بالدخول في الأسطوانة، كما يضبطه لتحرك القطار إلى الأمام. والأن يقوم السائق بسحب المنتظم للسماح بدخول البخار.



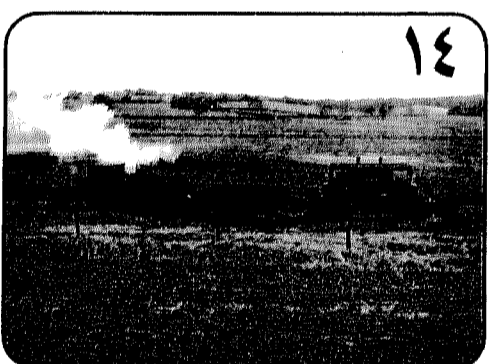
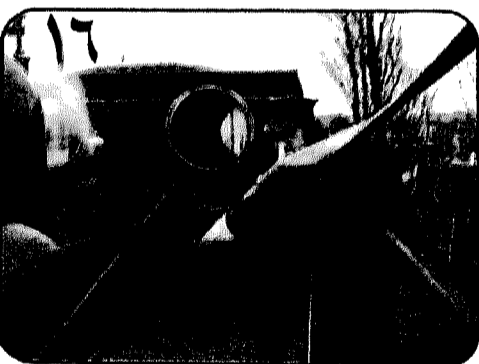
▲ لإنهاء تزييت الكباس وأذرع التدوير، يجب على الوقاد تحريكها - بتحريك القاطرة. لذلك فإنه يحشر عتلة بين العجلة والقضيب، ويدفعها إلى أسفل فتدور العجلة، وتزحزح القاطرة التي وزنها ٢٨ طنًا.

▲ تُزَيِّت الأسطوانتان بواسطة مِزْبِيَّة خاصة. ولكن الرأس المنزلق، حيث يتصل الكباس وأذرع التدوير معاً، يجب تزييته باليد. وهذه شغلة متعبة، لأن الرأس والأسطوانتين توجد تحت الهيكل، فيما بين العجلات.

▲ ثم تأتي عملية التزييت والتشحيم التي تستغرق بعض الوقت. وفي الصورة يستعمل الوقاد مضخة ذات فوهة طويلة لشطف الماء والزيت القدر من أحد خزانات زيت المحاور، ثم يكمل ملء الخزان بزيت نظيف.



▲ سرعان ما يصل الضغط إلى ٦ كجم / سم المربع، وأخيراً تكون القاطرة جاهزة للتحرك. والمنظر، الذي يراه السائق من خلال نافذة المقصورة، محدود، لذلك فإنه يتكئ إلى الخارج للتأكد من وضوح الرؤية.

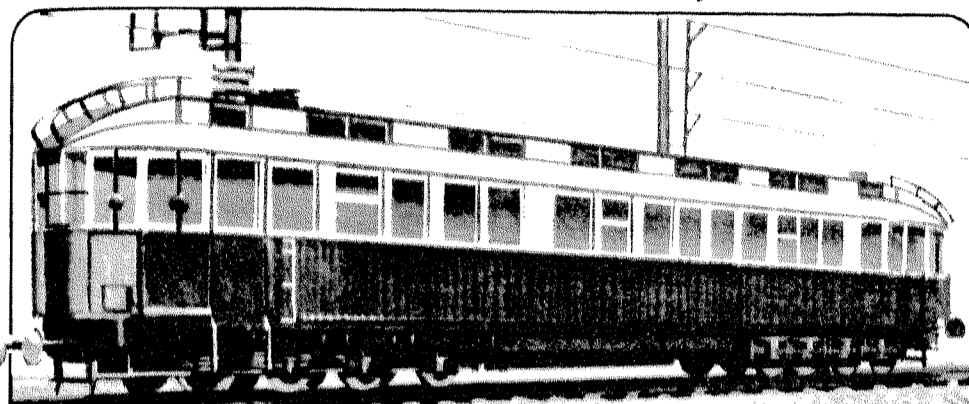


▲ في نهاية اليوم يستكمل ملء خزان الماء والغلاية. ويقوم السائق بفتح المتظم، وضبط ذراع عكس الحركة على وضع التعادل، وربط فرملة اليد، وفتح محابس التصريف. وأخيراً يتم تزييت جميع الأجزاء المتحركة.

▲ في أثناء الرحلة ركبنا عربة الفرملة، وهي من النوع المستعمل في قطارات البضائع. وإذا انفصلت العربات لأي سبب، فمن الممكن إيقاف مؤخرة القطار بواسطة الفرملة اليدوية الموجودة في عربة الفرملة. وتوجد في عربات الركاب فرامل أوتوماتيكية تعمل بالتفريغ.

▲ حتى أثناء انطلاق القطار بسرعة منتظمة، لا يكفّ طاقم القاطرة عن العمل. فمن مهامهم الأساسية فحص مبيبات منسوب الماء في المقصورة وتشغيل الحاقنات. وهذه الحاقنات تستعمل البخار لتسخين الماء وحقنه من الخزان في الغلاية.

## قطارات فائقة السرعة



البانتوغراف المركب جانبياً يجمع الكهرباء من شبكة علوية ذات ثلاثة كبلات.

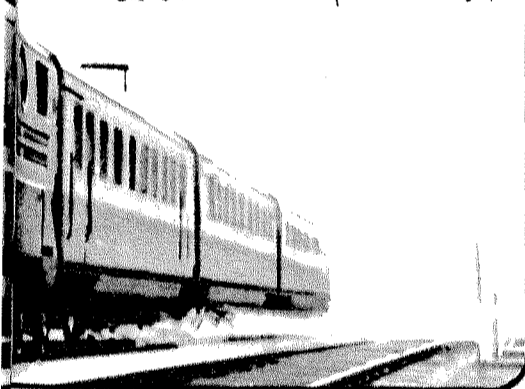
▲ في عام ١٩٠٣ حققت هذه القاطرة الألمانية «سيمس وهالسكيه» سرعة ٢١٠ كم/ساعة. ولم يُضرب هذا الرقم القياسي حتى عام ١٩٣١. وكان

يرجع أول نجاح للسكك الحديدية إلى مقدرتها على نقل الناس والبضائع مسافات طويلة أسرع من أية طريقة أخرى. والقطارات المبنية على هاتين الصفتين هي مجموعة مختارة من القطارات الشهيرة التي حققت أرقاماً قياسية منذ عام ١٨٩٣.

وعلى القطارات في الوقت الحالي أن تتنافس مع الطائرات لأنها أسرع منها على المسافات الطويلة، ومع السيارات لأنها أكثر راحة للرحلات القصيرة.

ومع ذلك، فللمسافات ١٠٠ - ٣٠٠ كم، لا يزال في إمكان القطارات عالية السرعة، مثل «هيكاري إكسبريس»، أن تتنافس تنافساً فعالاً مع كل من الطائرات والسيارات.

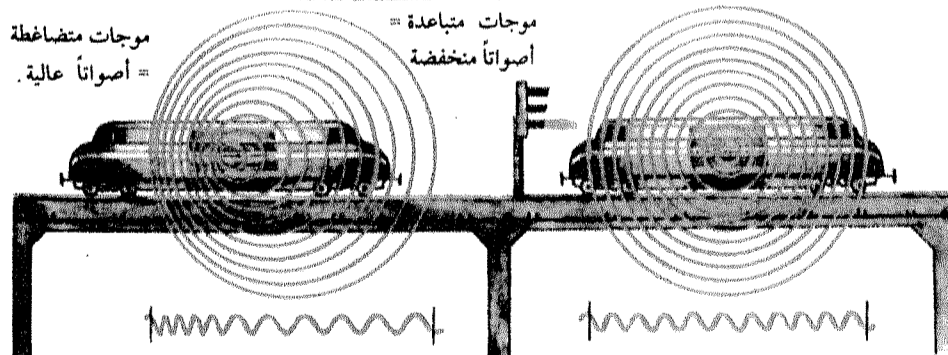
في ٢٨ مارس ١٩٥٥، حققت هذه القاطرة الفرنسية، وهي من طراز (سي سي ٧١٠٧)، رقماً قياسياً عالمياً لا يزال صامداً حتى اليوم. فلقد قامت بجري قطار ١٠٢ طن من ثلاث عربات واحتفظت بسرعة ٣٣٠.٩ كم/ساعة لمسافة كيلومترين.



في ٩ مايو ١٨٩٣، بولاية نيويورك في الولايات المتحدة، جرت القاطرة «الإمباير ستات إكسبريس» رقم ٩٩٩ أول قطار ينطلق بسرعة تجاوزت ١٠٠ ميل في الساعة (١٦٢ كم/ساعة). ويقول كثيرون الآن أن القاطرة ٩٩٩ لم يكن في استطاعتها أن تصل إلى السرعة المزعومة، وهي ١٨١ كم/ساعة.

موجات متضاغطة = أصواتاً عالية.

موجات متباعدة = أصواتاً منخفضة.

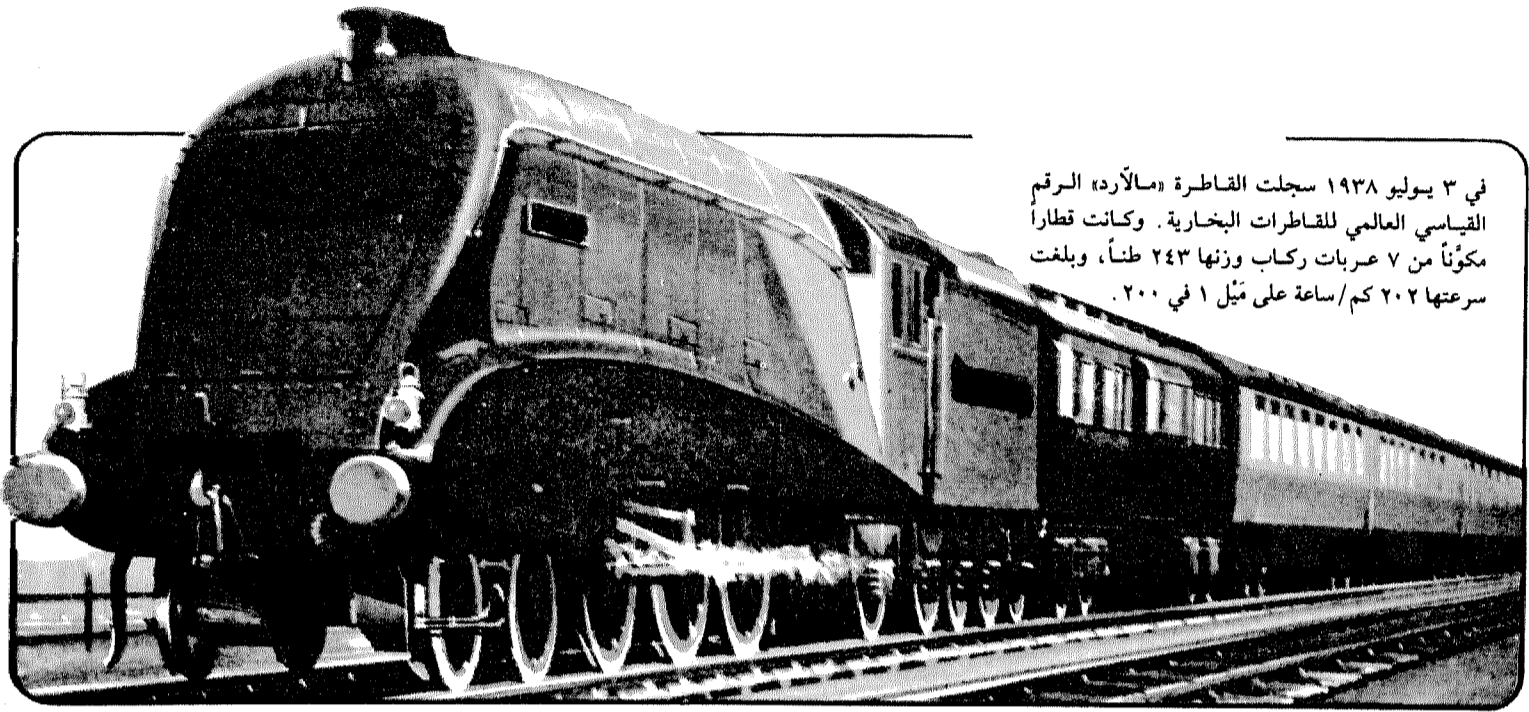


▲ عند تحرك القاطرة بسرعة فإنها تلحق بموجاتها الصوتية، والموجات الصوتية المتضاغطة في الأمام تُحدث صوتاً عالي النغمة. وفي الخلف تكون الموجات الصوتية متباعدة، فتحدث صوتاً منخفض النغمة.

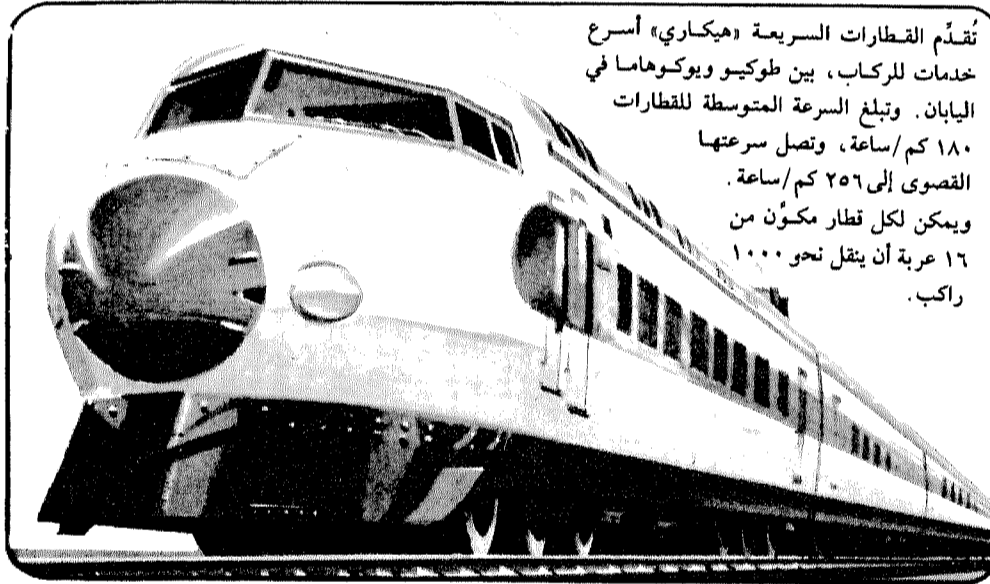
▲ تبين هذه الصورة قاطرة تنتظر عند إشارة. تتحرك الموجات الصوتية، الصادرة من محرك ديزل بها، إلى الخارج في دوائر (مثل الدوائر التي تتكون عند لقاء حجر في الماء). وتكون النتيجة هديرًا منتظمًا.

### الأصوات المتغيرة على السكك الحديدية

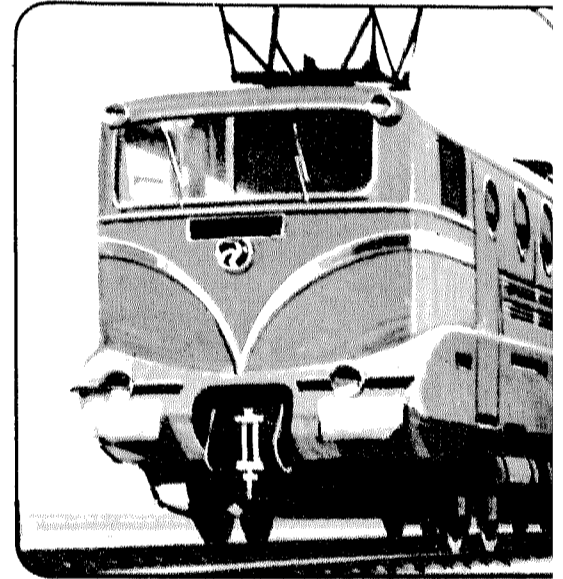
في المرة القادمة عندما تذهب لمشاهدة القطارات، استمع جيداً لصوت أول قطار سريع مقرب. ستسمع صوت القطار وقد أصبح فجأة أكثر عمقاً عند مروره أمامك. هذا التغير في الصوت يسمى «ظاهرة دوبلر»، على اسم الفيزيائي النمساوي الذي فسرها في عام ١٨٤٢. فالموجات الصوتية المنضغطة معاً تفسرها أدمغتنا بأنها نغمات عالية، وتفسر الموجات الصوتية المتباعدة بعضها عن بعض بأنها نغمات منخفضة. ونبين إلى اليسار كيف تتكون الأصوات المختلفة.



في ٣ يوليو ١٩٣٨ سجلت القاطرة «مالارد» الرقم القياسي العالمي للقاطرات البخارية. وكانت قطارا مكوناً من ٧ عربات ركاب وزنها ٢٤٣ طناً، وبلغت سرعتها ٢٠٢ كم/ساعة على ميل في ٢٠٠.



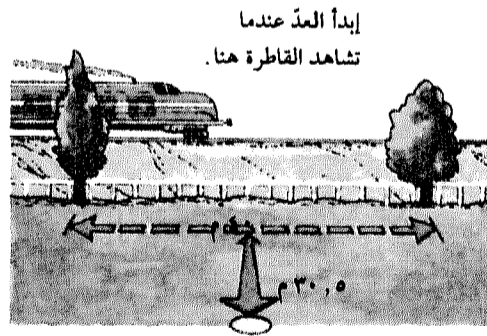
تُقدّم القطارات السريعة «هيكاري» أسرع خدمات للركاب، بين طوكيو ويوكوهاما في اليابان. وتبلغ السرعة المتوسطة للقطارات ١٨٠ كم/ساعة، وتصل سرعتها القصوى إلى ٢٥٦ كم/ساعة. ويمكن لكل قطار مكون من ١٦ عربة أن ينقل نحو ١٠٠٠ راكب.



### حساب الوقت لمعرفة سرعات القطارات

هذه طريقة سريعة وبسيطة لمعرفة سرعة تحرك القطار. يلزمك أن تجد نقطتين - شجرتين أو قائمين مثلاً - تبعدان نحو ٥٠ م من خط سكة حديدية. يجب أن يكونا متباعدين بمسافة ٤٠ م بعضهما من بعض. قف خلفهما، على بعد ٣٠ م تقريباً منهما، وانتظر مرور أول قطار.

عدّ الشواني التي تستغرقها القاطرة لتعبر وراء النقطتين. عدّ على النحو التالي: ألف وواحد، ألف وإثنين، ألف وثلاثة، وهكذا، بصوت عالٍ. يستغرق نطق كل رقم ثانية واحدة. بعد أن تنتهي من العد، أنظر



المشاهد

إلى الخريطة (على اليسار) لتعرف منها سرعة تحرك القطار عندما مرّ أمامك.

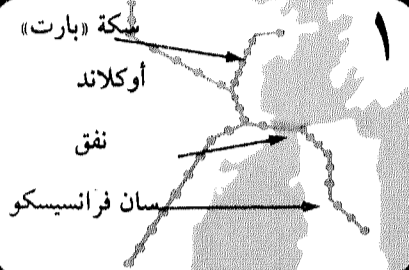
الزمن الذي تستغرقه القاطرة للتحرك ٥٠ م (بالثواني)	سرعة القطار (كم/ساعة)
١٠	١٨٠
٩	٢٠, ٢٥
٨	٢٢, ٥
٧	٢٦
٦	٣٤
٥	٣٦
٤	٤٥
٣	٦٨
٢	٩٠
١	١٨٠

## تحت الأرض وفوق الأرض

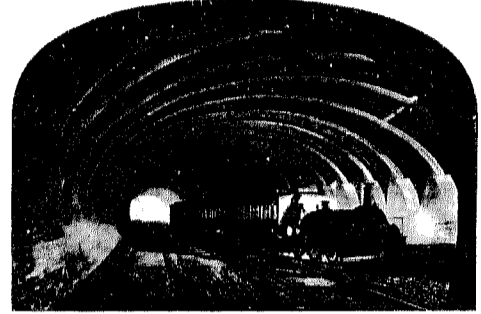
### رحلة على قطار يتحكم فيه حاسب إلكتروني



▲ عربات «بارت» مصنوعة من سبيكة ألومنيوم خفيفة الوزن، والخط بأكمله يُشغّل أوتوماتياً، رغم أن تكنولوجيا الحاسبات المتقدمة كان لها مشاكلها. فالعربات المكتظة بالركاب حوّلت إلى تفرّغات جانبية، ورفضت الأبواب أن تفتح أو تغلق، وتوقفت القطارات لأسباب مجهولة



▲ تبين هذه الخريطة شبكة «بارت» BART التي يبلغ طولها ١٢٠ كم، ولقد شيدت في سان فرانسيسكو وأوكلاند على الشاطئ الغربي للولايات المتحدة. ويمتد الخط فوق الأرض وتحتها في أثناء مروره بالمدن والضواحي



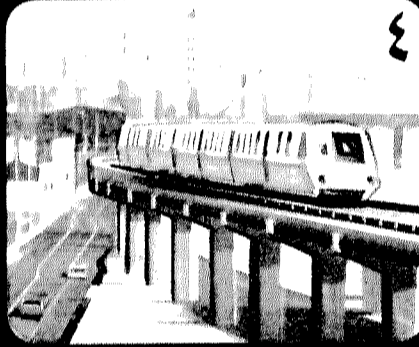
كانت أول سكة حديدية تحت الأرض هي خط «متروبوليتان» في لندن، الذي افتتح عام ١٨٦٣. وتبين الصورة (فوق) قطاراً يسير على السكة العريضة المبكرة لهذا الخط. وكانت القطارات تلقى إقبالاً كبيراً لأنها تتحرك بسرعة، ولأن كثيراً من الناس كانوا يظنون أن الدخان الذي يملأ الأنفاق مفيد لصحتهم! وتمت كَهْرَبَة الخط في عام ١٩٠٥، أما في الوقت الحاضر فإن جميع شبكات النقل السريع مُكَهْرَبَة (تُشغّل كهربائياً). وفي المدن الحديثة، أصبحت الخطوط السريعة من الطُرق القليلة للإسراع بحركة النقل، مع تجنب الشوارع المكتظة.

ويمكن لشبكة نقل أوتوماتيكية حديثة أن تنقل ٥٠٠٠٠ راكب في الساعة - أي ما يعادل حركة النقل في ١١ شارعاً رئيسياً.

ومجموعة الصور الميمنة هنا (يسار) هي مثال نمطي لقطار ضواحي حديث يتم التحكم فيه بالحاسبات الإلكترونية.

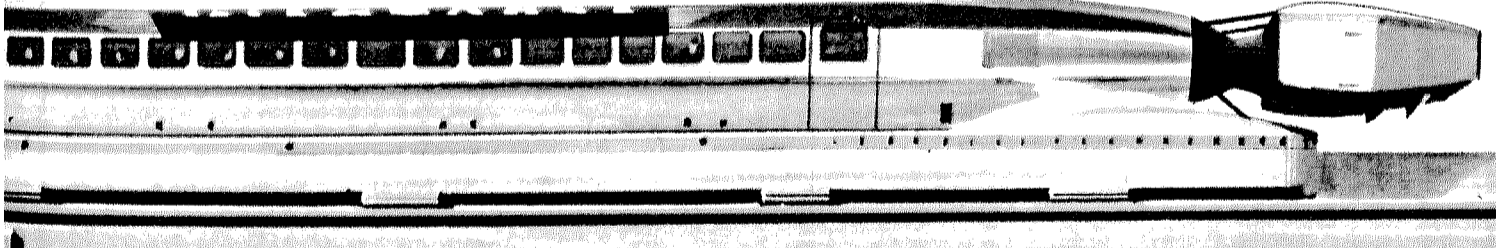
ونبين هنا شبكة نقل أمريكية حديثة يتحكم فيها حاسب إلكتروني، وهي شبكة «بارت» BART. وهذه الكلمة هي الحروف الأولى لعبارة: Bay Area Rapid Transit system وتعني «شبكة النقل السريع لمنطقة الخليج». (خليج سان فرانسيسكو).

٥ ▲ يبلغ طول هذا النفق ٥,٨ كم، وهو مبني من قطع من الخرسانة سابقة الصب، ويحمل النفق خط «بارت» تحت مياه خليج سان فرانسيسكو. ولقد بني النفق من ٥٧ قطاعاً، طول كل منها نحو ١٠٠ م، ودُلِّيت في الماء من منصبات طافية.



▲ يوجد ٤٠ كم من السكة فوق الأرض، وهذا القطاع يقع إلى جوار طريق. ومقياس سكة «بارت» العريض (١,٦٧٦ م)، والشكل الإنسيابي للعربات، يسمحان للقطارات بالانطلاق على سرعات تصل إلى ١٣٠ كم/ساعة.

### الركوب الهوائي على قضيب مفرد



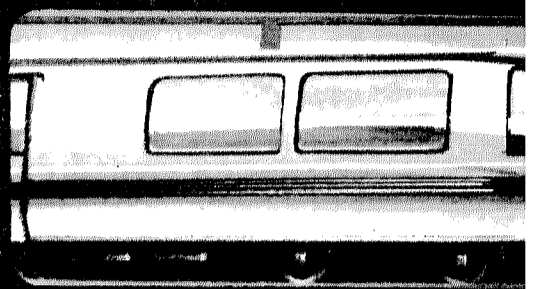
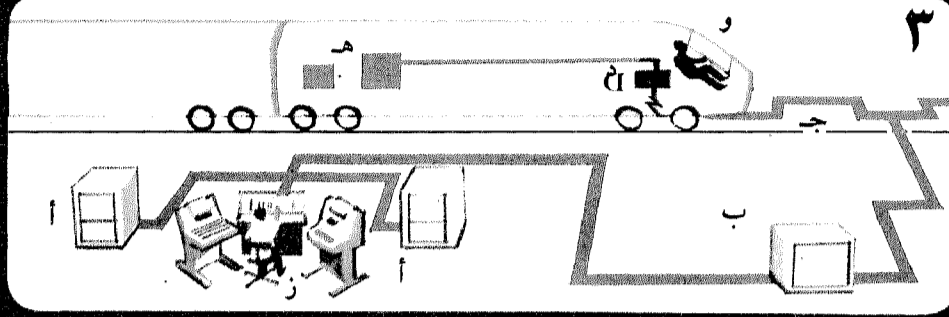
▲ تبين الصورة (فوق) قطاراً فرنسياً تجريبياً يسير على قضيب مفرد.

ذلك، لم يثبت نجاح الفكرة، وألغيت مشروع القطار الهوائي بالنسبة لضوضائه واستهلاكه ألمالي جداً للوقود. وبالبحسب المفردة أرخص تكاليف من خطوط تحت الأرض، لكنها قبيحة الشكل، وكثير منها عالي الضجيج.

فوق الخط، في حين دفعته قُدماً بسرعات عالية محركات من نوع التوربينات الغازية. وفي عام ١٩٧١ أُجري اختبار لهذا النموذج، المصمم لنقل ٨٠ راكباً، على سكة بالقرب من بلغت سرعته ٤٢٧ كم/ساعة. ومع

State Street Centre Subway بمدينة شيكاغو، ويبلغ طول ١٠٦٦ م.

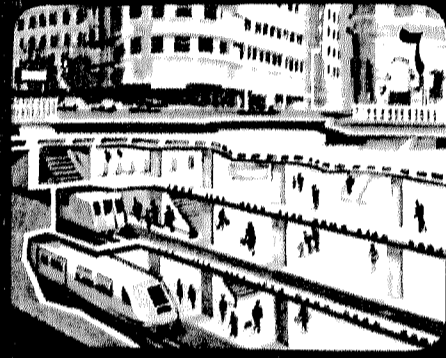




التحكم (هـ) مسئول عن القطار، فعليه أن يتأكد من أنه يتحرك على السرعة الصحيحة، وأنه يتوقف ويبدأ في المحطات. وإذا وقع أي خطأ، فيمكن للسائق (و) أو المراقب (ز) أن يباشر تشغيل القطار.

▲ هذه هي الكيفية التي تتحكم بها الحاسبات في «بارت»: يُصدر الحاسب المركزي (أ) تعليمات عن طريق مركز التحكم والمُرْسِل (ب). تنقل الإشارات على طول أسلاك في السكة (جـ). يحمل كل قطار أجهزة استشعار إلكترونية (د) لاستقبال الإشارات. صندوق

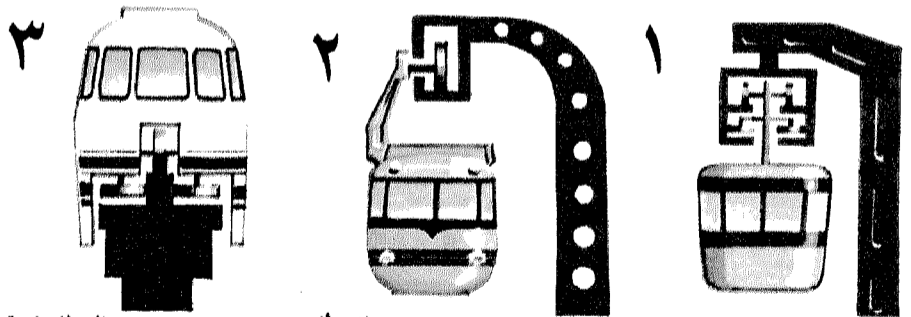
منتصف الطريق. ومع ذلك، فعندما يجري كل شيء بسلاسة، تبدأ رحلة «بارت» بوضع الركاب للنقود في بوابات أوتوماتية لتجميع الأجرة، وذلك قبل أن يستقلوا العربات ذات الـ ٧٢ مقعداً.



▲ محطة «باول ستريت» في سان فرانسيسكو مبنية على ثلاثة مستويات. فالباحة تقع تحت مستوى الشارع مباشرة، ويليهما رصيف الخط المحلي، ويوجد خط «بارت» في القاع.



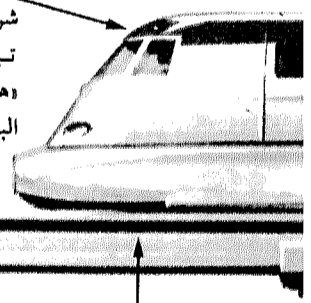
### ثلاث طرق لتعليق قطار يسير على قضيب مفرد



وفي نظام «ألويج» (Alweg) (٣) يسير القطار فوق القضيب، وتحافظ على استقراره عجلات جانبية صغيرة. ويُشغّل نوع مثل هذا في اليابان، حيث يُوصل طوكيو مع مطارها الذي يبعد بمسافة ١٣ كم.

يستخدم نظام «سافيج» (Safage) (١) قضيباً صندوقي الشكل وصامداً للطقس. وتُجرى عجلات القطار في داخله. ولقد استعمل النوع ذو الذراع المرفقية (٢) لأول مرة في ألمانيا على خط الفتح في عام ١٩٠١، وبحلول عام ١٩٦٠ كان قد نقل ١٠٠٠ مليون راكب.

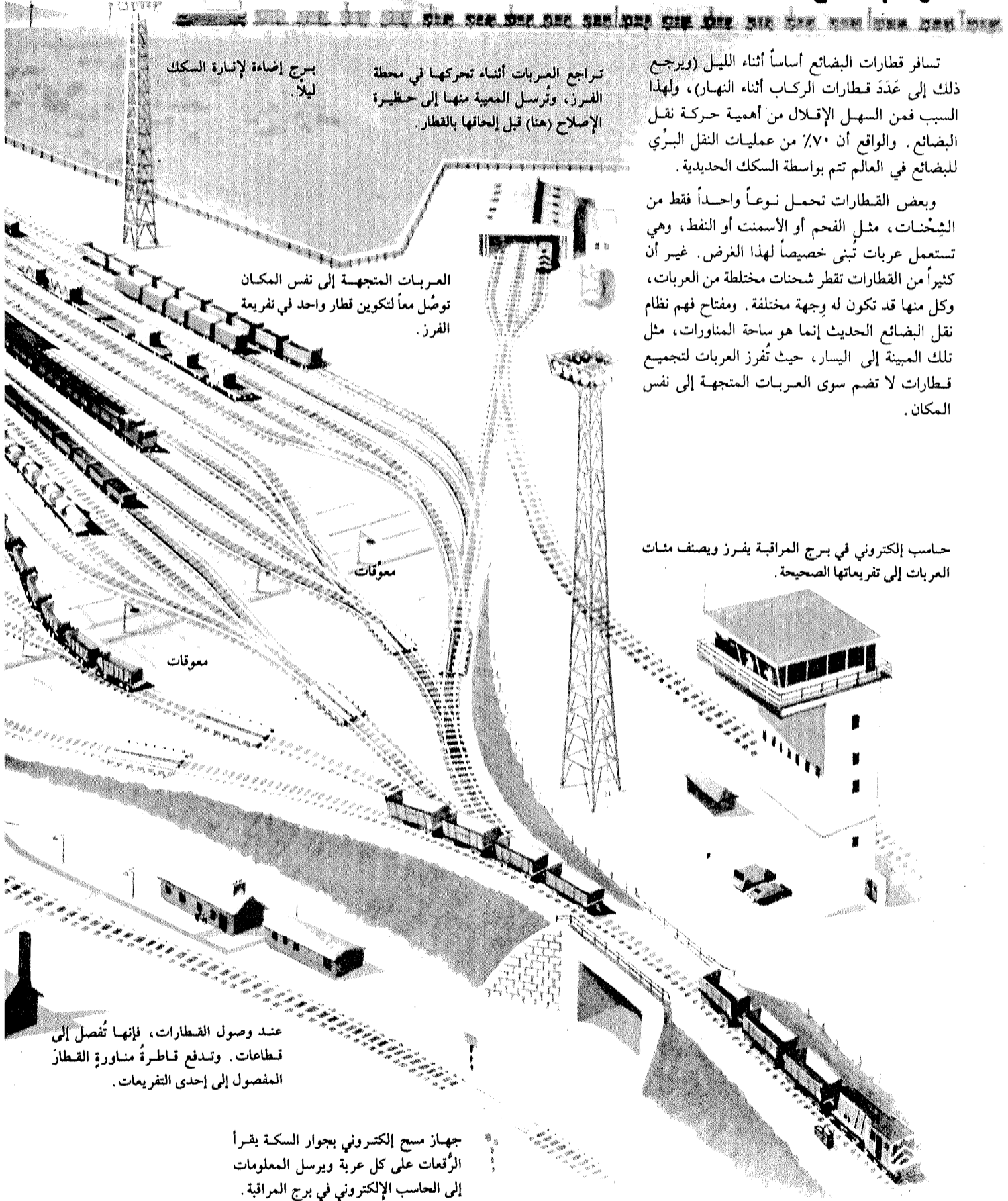
قامت ببناء القطار الهوائي شركة «بيرتان» الفرنسية، التي تبني أيضاً مركبات «هوفركرافت» كبيرة لعبور البحار.



القضيب مصنوع من الخرسانة والفضة (المصلب)، ويرتكز على دعائم خرسانية.

شبكة النقل العام الأكثر ازدحاماً في العالم توجد في مدينة نيويورك، وتتزايد على ٢٠٠ مليون راكب سنوياً.

## شحن البضائع



برج إضاءة لإنارة السكك ليلاً.

تراجع العربات أثناء تحركها في محطة الفرز، وترسل المعبية منها إلى حظيرة الإصلاح (هنا) قبل إلحاقها بالقطار.

العربات المتجهة إلى نفس المكان توصل معاً لتكوين قطار واحد في تفرعة الفرز.

موقوفات

موقوفات

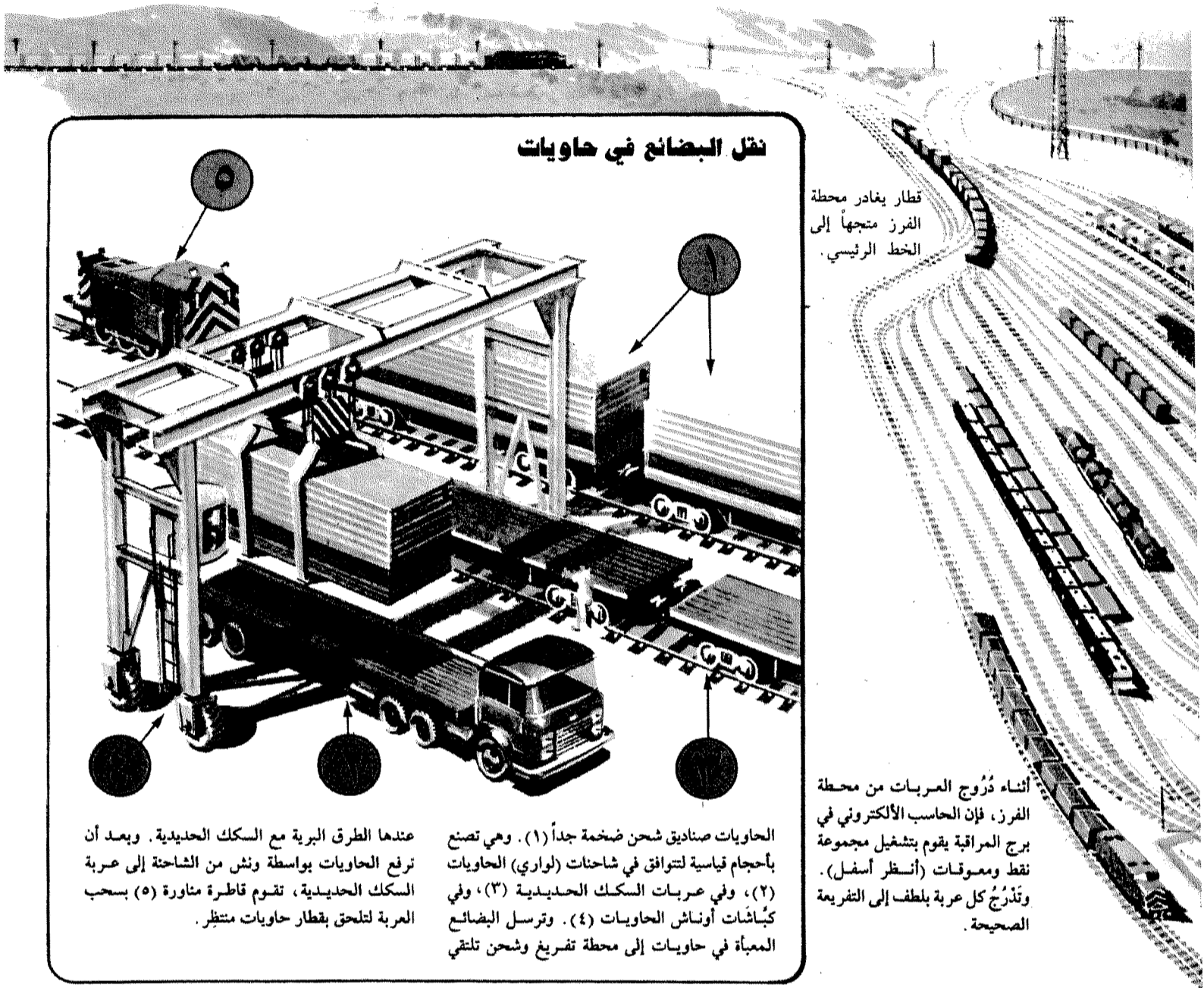
تسافر قطارات البضائع أساساً أثناء الليل (ويرجع ذلك إلى عَدَد قطارات الركاب أثناء النهار)، ولهذا السبب فمن السهل الإقلال من أهمية حركة نقل البضائع. والواقع أن ٧٠٪ من عمليات النقل البرّي للبضائع في العالم تتم بواسطة السكك الحديدية.

وبعض القطارات تحمل نوعاً واحداً فقط من الشحنات، مثل الفحم أو الأسمنت أو النفط، وهي تستعمل عربات تبني خصيصاً لهذا الغرض. غير أن كثيراً من القطارات تقطر شحنات مختلطة من العربات، وكل منها قد تكون له وجهة مختلفة. ومفتاح فهم نظام نقل البضائع الحديث إنما هو ساحة المناورات، مثل تلك المبنية إلى اليسار، حيث تُفرز العربات لتجميع قطارات لا تضم سوى العربات المتجهة إلى نفس المكان.

حاسب إلكتروني في برج المراقبة يفرز ويصنف مشات العربات إلى تفرعاتها الصحيحة.

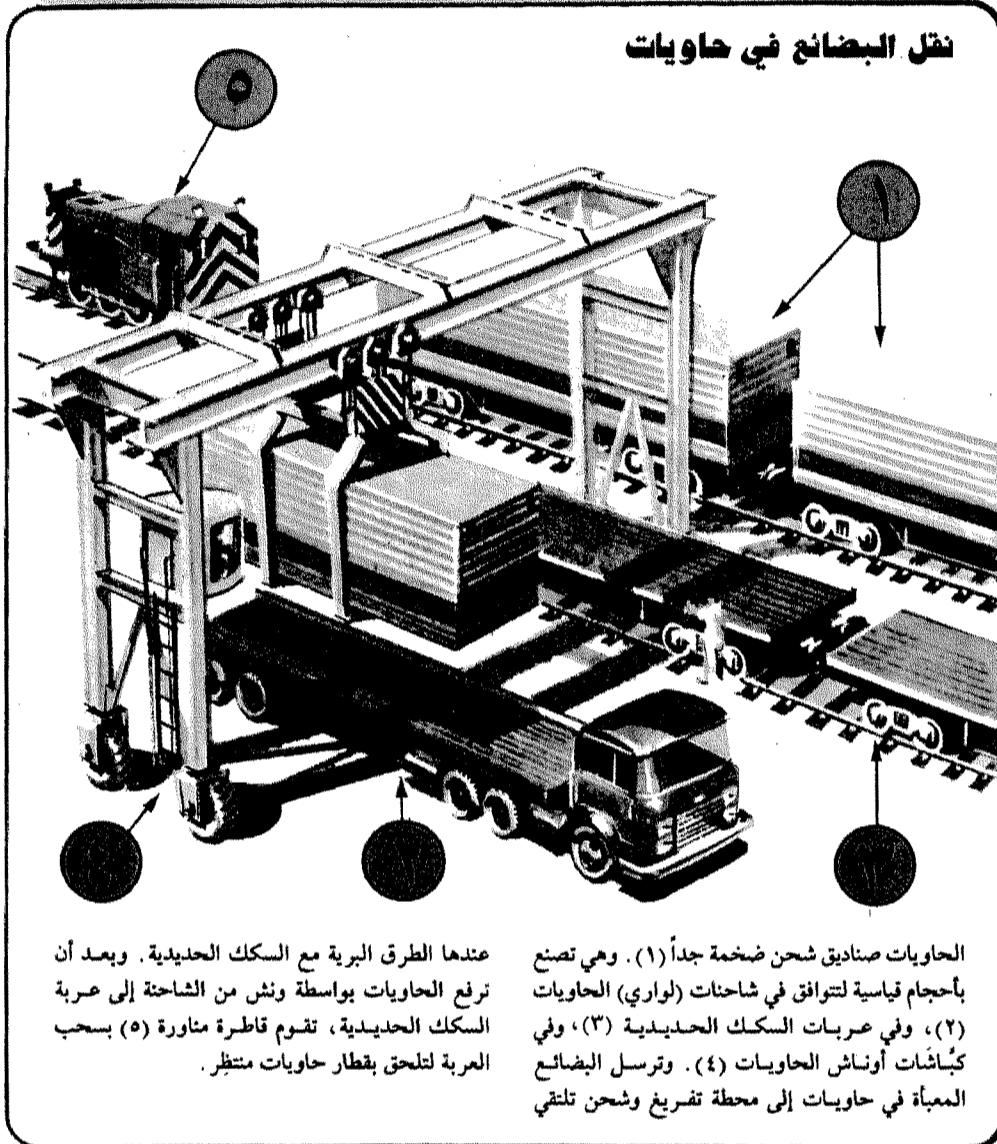
عند وصول القطارات، فإنها تُفصل إلى قطاعات. وتدفع قاطرة مناورة القطار المفصول إلى إحدى التفرعات.

جهاز مسح إلكتروني بجوار السكة يقرأ الرُّقعات على كل عربة ويرسل المعلومات إلى الحاسب الإلكتروني في برج المراقبة.



### نقل البضائع في حاويات

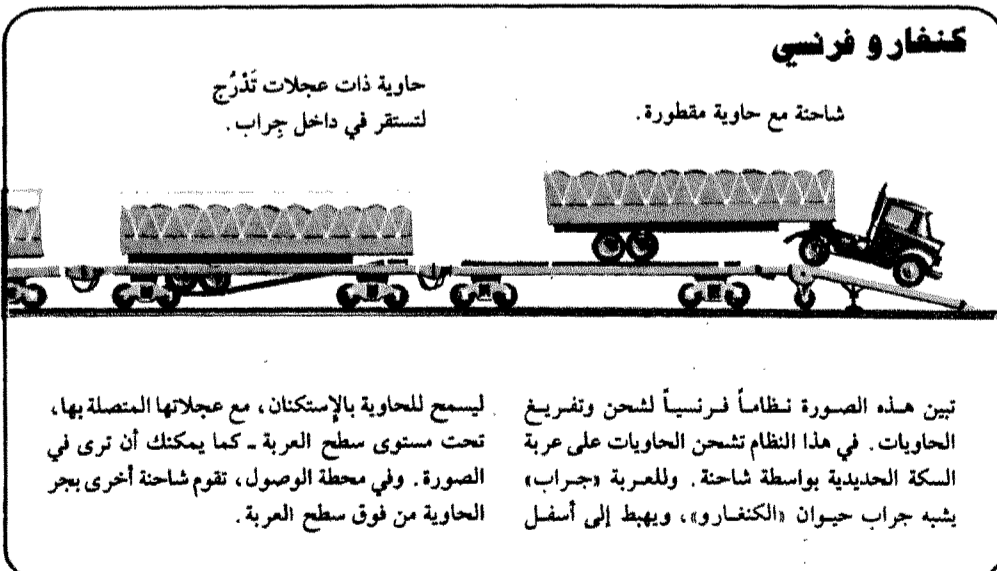
قطار يغادر محطة الفرز متجهاً إلى الخط الرئيسي.



عندها الطرق البرية مع السكك الحديدية. وبعد أن ترفع الحاويات بواسطة ونش من الشاحنة إلى عربة السكك الحديدية، تقوم قاطرة مناورة (٥) بسحب العربة لتلتحق بقطار حاويات منتظر.

الحاويات صناديق شحن ضخمة جداً (١). وهي تصنع بأحجام قياسية لتتوافق في شاحنات (الواري) الحاويات (٢)، وفي عربات السكك الحديدية (٣)، وفي كِشاشات أوناش الحاويات (٤). وترسل البضائع المعبأة في حاويات إلى محطة تفرغ وشحن تلتقي

أثناء دُرج العربات من محطة الفرز، فإن الحاسب الإلكتروني في برج المراقبة يقوم بتشغيل مجموعة نقط ومعوقات (أنظر أسفل). وتُدْرَج كل عربة بلطف إلى التفرعة الصحيحة.



### كنفارو فرنسي

حاوية ذات عجلات تدْرَج لتستقر في داخل جراب.

شاحنة مع حاوية مقطورة.

ليسمح للحاوية بالإستكان، مع عجلاتها المتصلة بها، تحت مستوى سطح العربة - كما يمكنك أن ترى في الصورة. وفي محطة الوصول، تقوم شاحنة أخرى بجر الحاوية من فوق سطح العربة.

تبين هذه الصورة نظاماً فرنسياً لشحن وتفرغ الحاويات. في هذا النظام تشحن الحاويات على عربة السكة الحديدية بواسطة شاحنة. وللعربة «جراب» يشبه جراب حيوان «الكنفارو»، ويهبط إلى أسفل



### إبطاء عربات السكك الحديدية

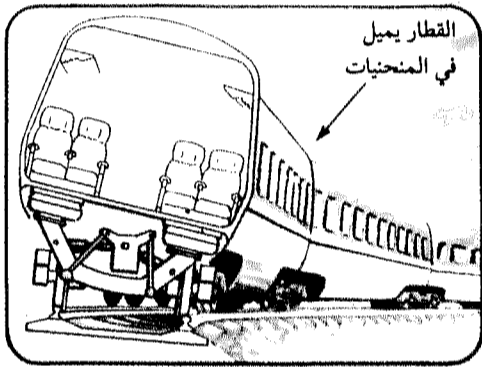
تتحرك المعوقات صعوداً وهبوطاً أثناء دُرج العجلات عليها. فإذا كانت العجلات تتحرك أسرع من اللازم، فإن كِباساً في داخل المعوق يوقفها بالضغط عليها بسرعة، فتبطئ مقاومة المعوق من سرعة العربة.

## ذلال الثمانينيات

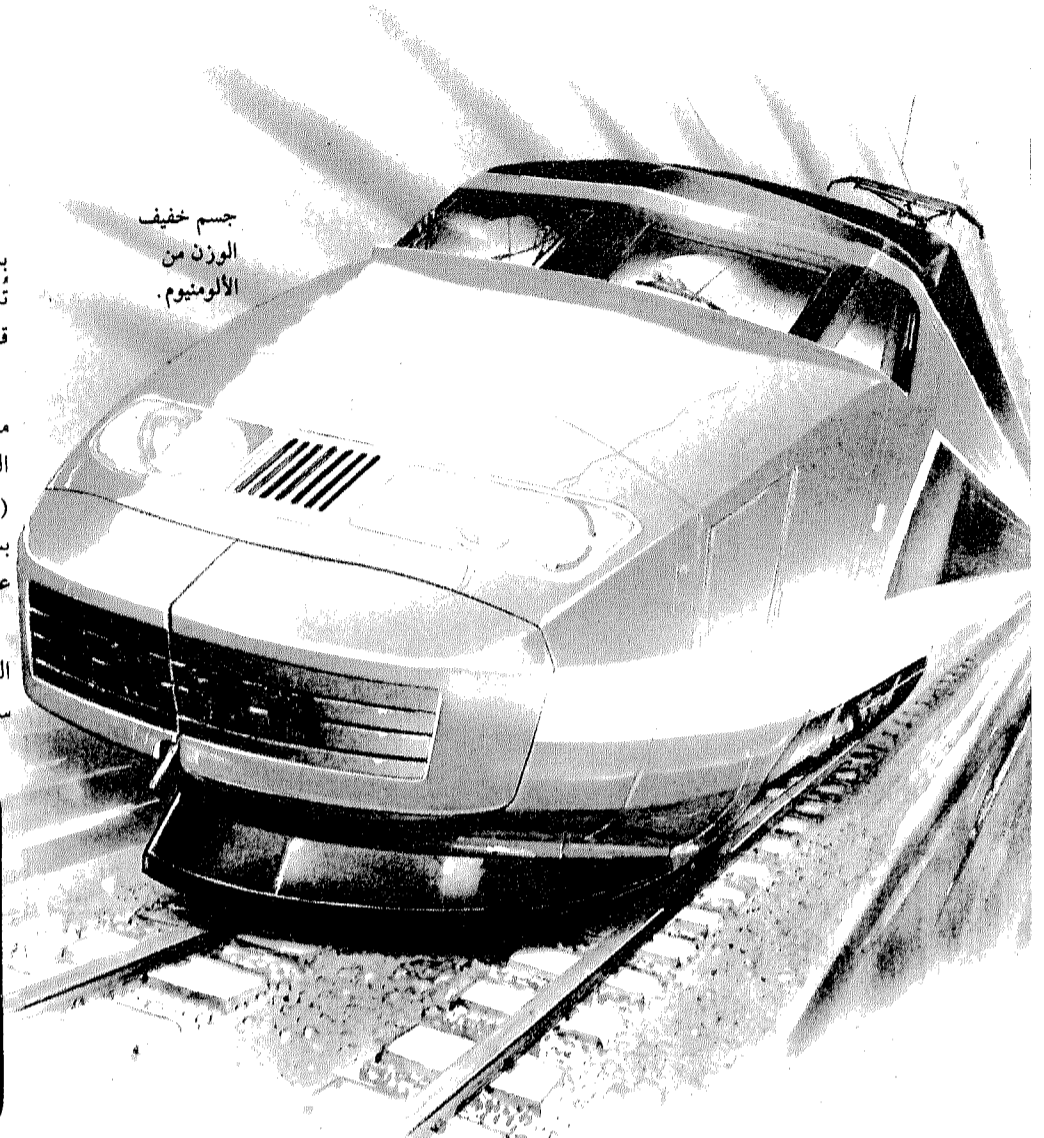
إنه من الأرخص بكثير تطوير قطارات يمكن أن تنطلق بسرعات عالية على سكة حديدية موجودة فعلاً، من أن تُبنى سكة مستقيمة ونظام إشارات جديد، كما حدث في قطارات «هيكاري» اليابانية السريعة (الإكسبريس).

والقطار المبين على هذه الصفحة هو قطار بريطاني متطور يسمى اختصاراً «أي. بي. تي» APT، وهو الحروف الأولى لعبارة Advanced Passenger Train (وتعني قطار الركاب المتقدم). والقطار مصمم ليجري بسرعة ٢٤٥ كم/ساعة، وهو يلتقط القدرة الكهربائية عن طريق بانتوجراف من كبلات علوية.

أما عربات الرفع المغنطيسي، مثل المينة إلى اليسار، فإنها تسير بسرعة عالية، ولكنها تحتاج إلى بناء سكة خاصة.



▲ يتصل بنظام التعليق في القطار APT جهاز يعمل على إمالة العربات في المنحنيات. وهذا الجهاز لا يساعد القطار على زيادة سرعته، ولكنه يمنع الحركات الجانبية غير المرغوبة للركاب عند الدوران في المنحنيات.



صُمم قطاع المقدمة للقطار APT نتيجة لاختبارات دقيقة أجريت في أنفاق هوائية لأشكال مختلفة.

صممت وحدات التعليق وبوجي العجلات بحيث تسمح للقطار APT بالالتفاف في المنحنيات بأمان تام عند السرعات العالية. وتكمن ميزة القطار الرئيسية في تسارعه العالي ودورانه السلس في الأركان.

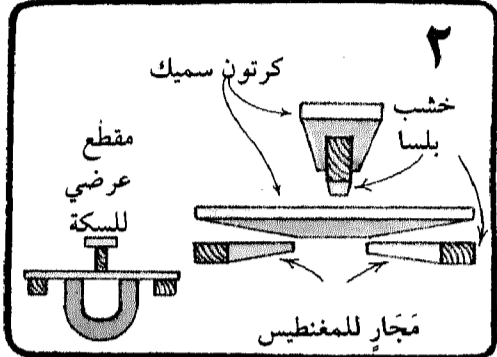
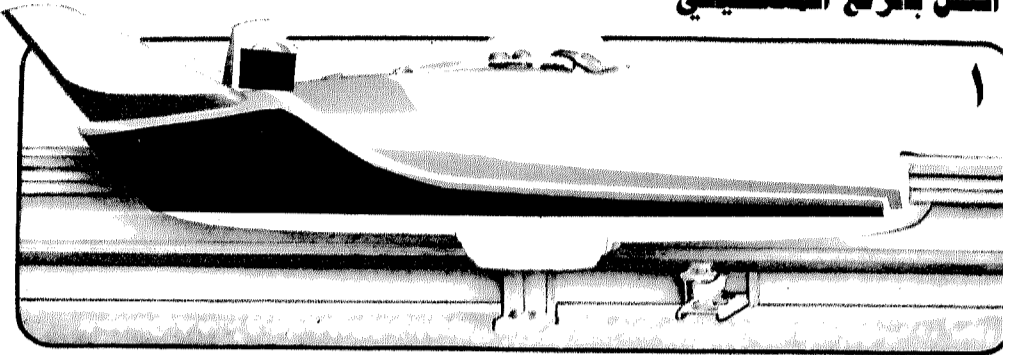


### كابينة في حجم الكونكورد، ومقاعد عددها كمقاعد الجامبو

كل عربة ركاب من عربات القطار APT مكيفة الهواء، وحجمها يكاد يماثل حجم كابينة الطائرة «كونكورد»، ولكن القطار يمكنه أن يستوعب ٥٩٢ شخصاً - أي نفس العدد تقريباً الذي تستوعبه طائرة الجامبو النفاثة. ويمكن للقطار APT أن يقطع مسافة ٦٤٥ كيلومتراً في ساعة مستعملاً نفس القدر من الطاقة الذي يستعمله قطار عادي يقطع نفس المسافة في ٥ ساعات. ولقد أمكن زيادة سرعة القطار APT نتيجة لاستعمال وحدات تعليق جديدة، ولانسيابيته الدينامية الهوائية (الأيروديناميكية)، ولإستعمال مواد خفيفة الوزن.

في ١٢ يونيو ١٩٧٣، سار قطار بريطاني رقماً قياسياً عالمياً للسرعة بمسارات ديزل - وهو ٢٣٠.٤ كم/ساعة.

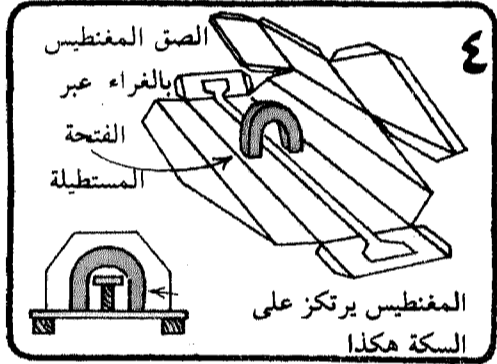
## النقل بالرفع المغنطيسي



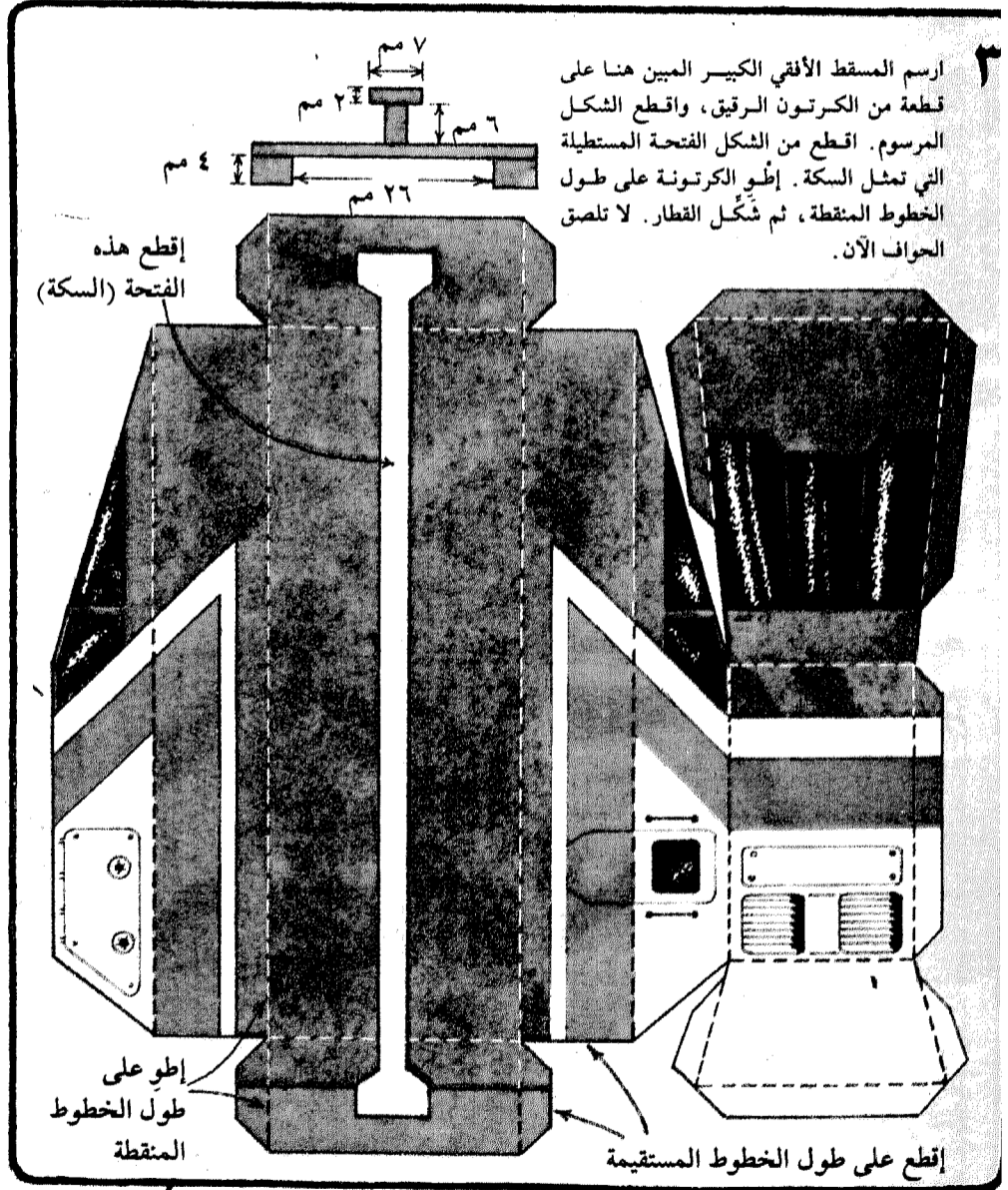
▲ تحتاج إلى مغنطيسين صغيرين على شكل حدوة الحصان، وإلى قطعة من ورق الكرتون السميك، وإلى قطعة أخرى من الكرتون الرقيق لصنع القطار. يجب أن يكون طول السكة ٥٠ سم على الأقل. تعطي الفقرة (٣) الأبعاد المضبوطة اللازمة لصنع القطار والسكة التي يسير عليها.

لتوليد قوة مغنطيسية تعمل على دفع وتسيير القطار، ولكنها تعمل في الوقت نفسه على رفع القطار مسافة ١٠ مم فوق القضبان الحديدية. ويوضح النموذج المبين في أسفل طريقة من الطرق التي يمكن بها للمغنطيسية أن «تعلق» قطاراً فوق سكتته الحديدية.

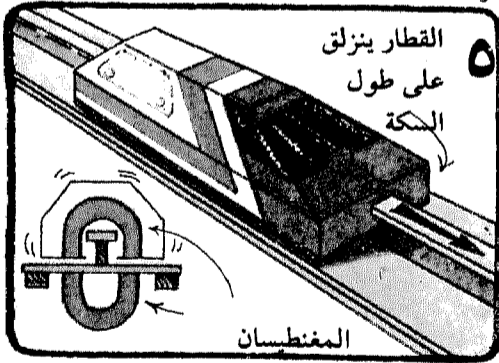
▲ المركبة الميمنة (فوق) هي عربة اختبار لقطار يسير بالرفع المغنطيسي magnetic levitation (يسمى اختصاراً mag-lev) صنعتها شركة الخطوط الجوية اليابانية، ليوصل بين مدينة طوكيو ومينائها الجوي الجديد «ناريتا». وتبلغ سرعة القطارات على هذا الخط ٣٠٠ كم/ساعة. وتستعمل قطارات الرفع المغنطيسي محركات كهربائية



▲ والآن ثبت مغنطيس القطار. استعمل الغراء أو شريط لصق (أو كليهما). ثبت المغنطيس عبر القطار، في منتصف طول الفتحة. إجعل الثبيت محكماً لكي يرتفع القطار أيضاً مع المغنطيس عند دفعه إلى أعلى بواسطة المغنطيس الموجود تحت السكة. إلصق الحواف بالغراء ليصبح القطار جاهزاً.



▲ ارسم المسقط الأفقي الكبير المبين هنا على قطعة من الكرتون الرقيق، واقطع الشكل المرسوم. اقطع من الشكل الفتحة المستطيلة التي تمثل السكة. إطو الكرتون على طول الخطوط المنقطة، ثم شكّل القطار. لا تلتصق الحواف الآن.



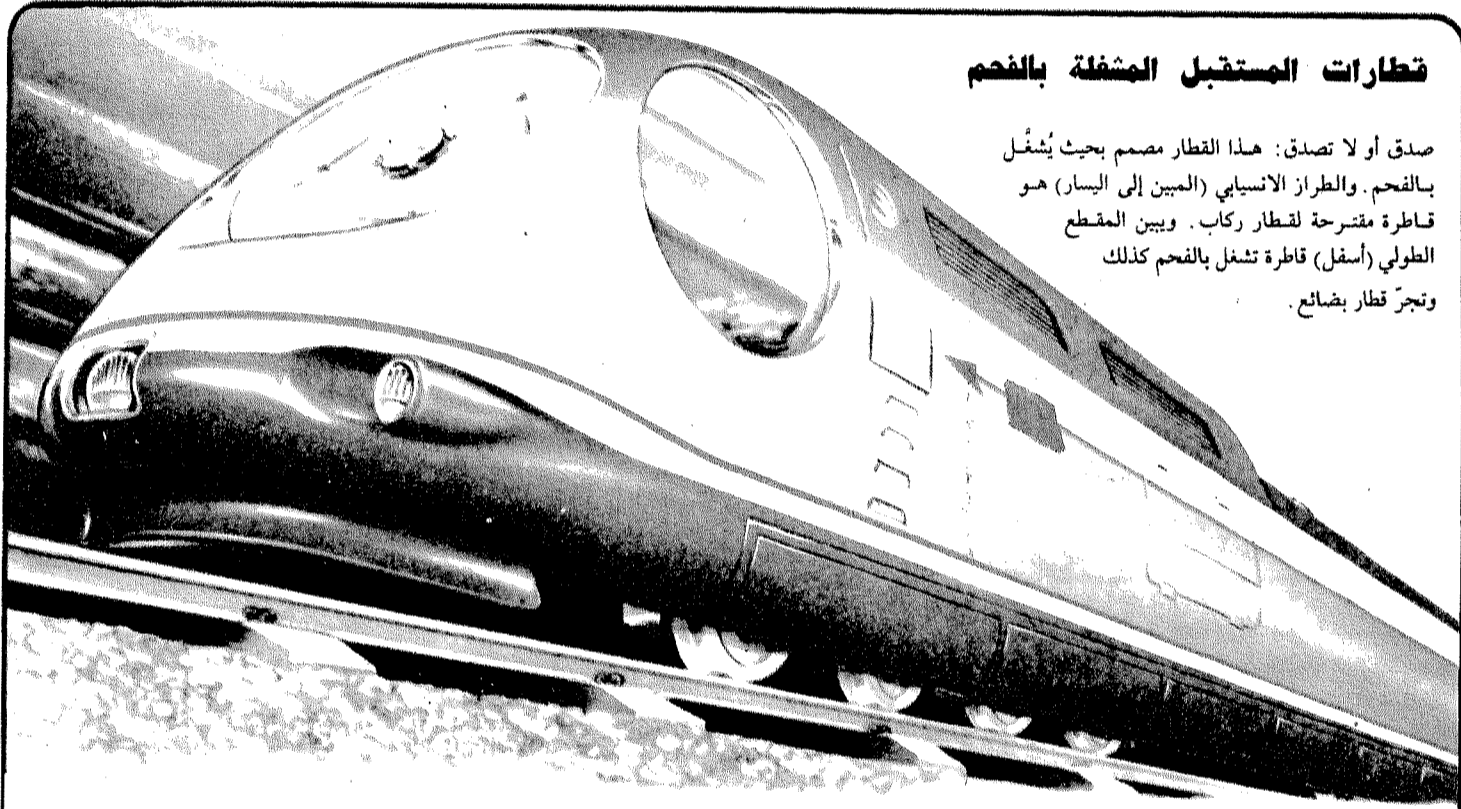
▲ ركب القطار على المجري العلوي للسكة. حرك المغنطيس الثاني على طول المجريين الموجودين أسفل السكة. يجب أن تتنافر أقطاب المغنطيسين، لا أن يجذب بعضها بعضاً. عندما تنزلق المغنطيس السفلي على طول السكة، فإنه يرفع القطار ويحركه في الوقت نفسه.

## قطارات المستقبل

بالفحم.  
وإذا ألقينا نظرة مستقبلية على القرن الحادي والعشرين، فسندجد أن الكهرباء قد تولد عن طريق الجمع بين الاندماج النووي، وطاقة الرياح، والطاقة الشمسية، وطاقة المدّ والجزر. والقطار المذهل الميّن إلى اليسار لا يمكن بناؤه وتشغيله إلا باستعمال مقادير هائلة من الطاقة الرخيصة التي يمكن أن توفرها تلك المصادر.

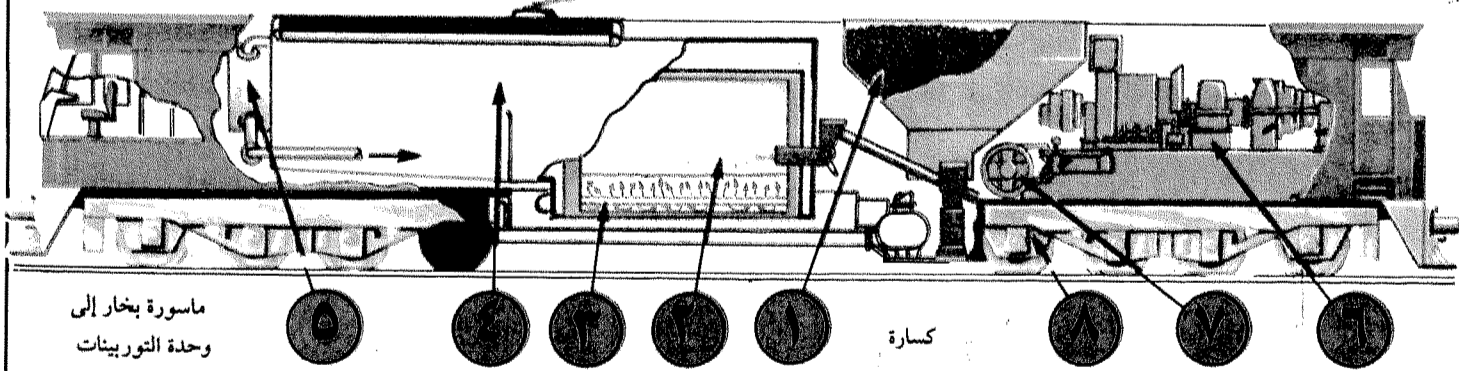
التكاليف، لذلك فإن البديل الأرخص حالياً هو استخدام قطارات تشبه النوع APT (أنظر صفحة ٢٦) وتسير على سكة حديدية عادية. ومع حلول عام ٢٠٠٠، فإن البترول سيكون شحيحاً ومرتفع السعر. وأحد الحلول للخروج من هذا المأزق هو العودة إلى استعمال الفحم الذي توجد منه احتياطات هائلة. والقطار الميّن (في أسفل) بديل للقطارات المزودة بمحركات ديزل، وهو يُشغّل

زادت السرعات زيادة عظيمة منذ أن كانت سرعة القاطرة «الروكيت» ٤٦,٩ كم/ساعة. والرقم القياسي الحالي هو ٣٧٦,٩ كم/ساعة، ولكنه رقم حققته قاطرة تجريبية مزودة بمحرك للحث الطولي linear induction motor، واختصاره LIM). والقطار الذي من هذا الطراز يُشغّل نوع من المحركات الكهربائية، ولكنه نوع يعمل على دفع القطار على طول سكة حديدية خاصة. وإنشاء هذه السكة باهظ



### قطارات المستقبل المشغلة بالفحم

صدق أو لا تصدق: هذا القطار مصمم بحيث يُشغّل بالفحم. والطراز الانسيابي (الميّن إلى اليسار) هو قاطرة مقترحة لقطار ركاب. ويبين المقطع الطولي (أسفل) قاطرة تشغل بالفحم كذلك وتجري قطار بضائع.



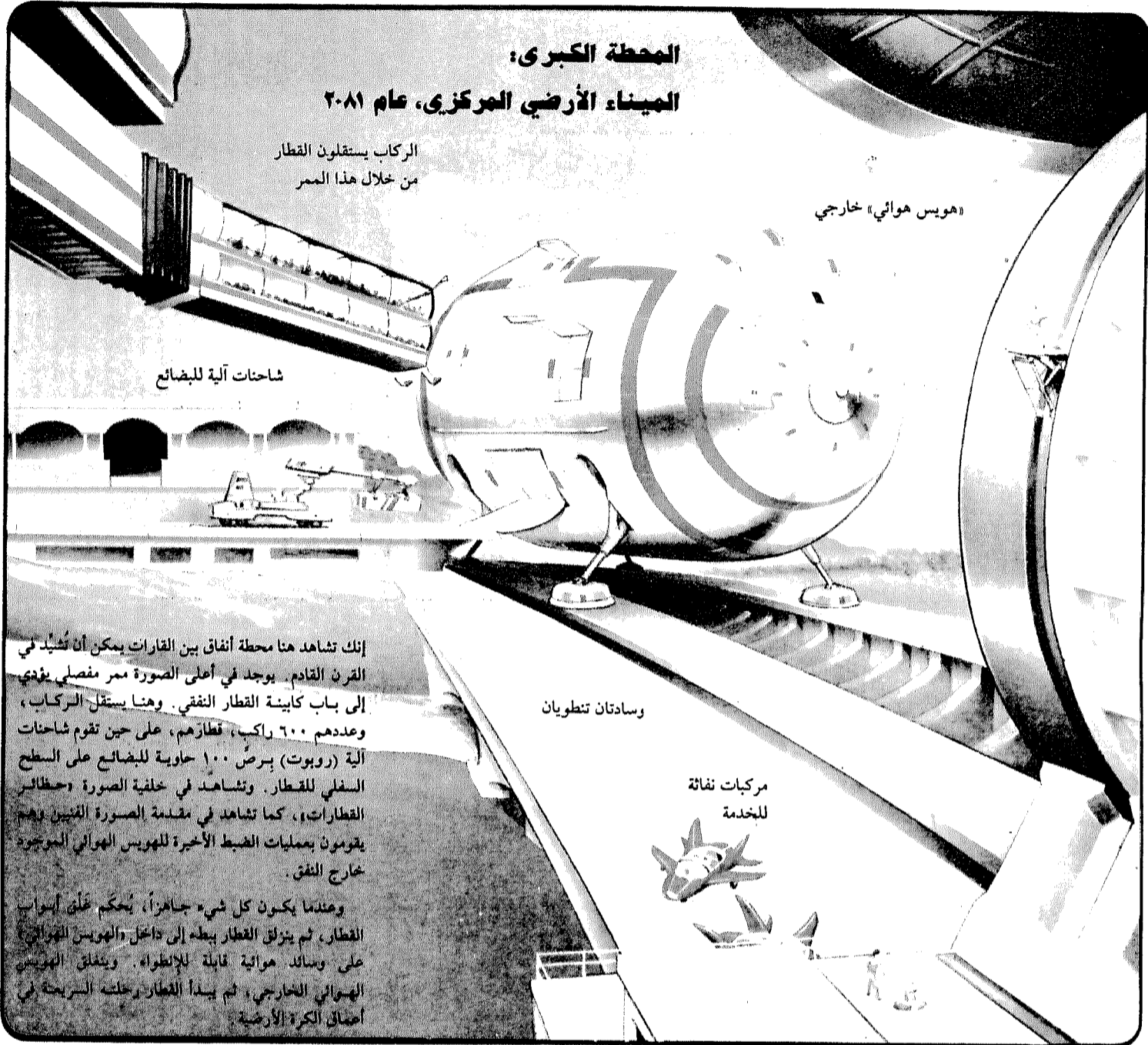
ماسورة بخار إلى وحدة التوربينات

كسارة

لتدويرها. ويكثّف البخار المستعمل (٧) إلى ماء مرة أخرى بحيث لا يلزم تخزين الماء في القاطرة. وتشغّل التوربينات المحركات الكهربائية (٨)، كما هي الحال في قاطرة ديزل.

الهواء الساخن (٣) خلال الرمل الذي يتركز عليه الفحم، فيحترق الفحم بكفاءة أعلى لتسخين الغلاية. ويمرر البخار المتولد في مواسير خلال صندوق الدخان (٥) لزيادة تسخينه، ثم يوجّه إلى التوربينات (٦)

يمكن أن تصبح القطارات المزودة بتوربينات بخارية حقيقة واقعة باستعمال صناديق النيران ذات «الفرشة المميّعة» fluid bed. يغذّي الفحم المطحون (١) إلى صندوق نيران مملوء بالرمل (٢). وتنفخ نفثات من



## المحطة الكبرى:

الميناء الأرضي المركزي، عام ٢٠٨١

الركاب يستقلون القطار  
من خلال هذا الممر

«هويس هوائي» خارجي

شاحنات آلية للبضائع

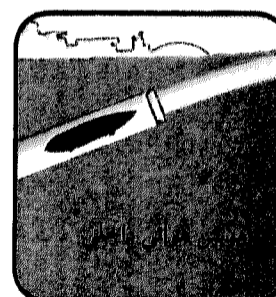
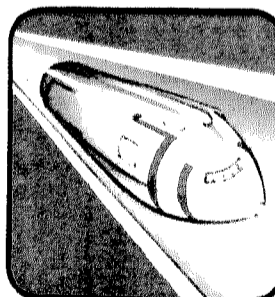
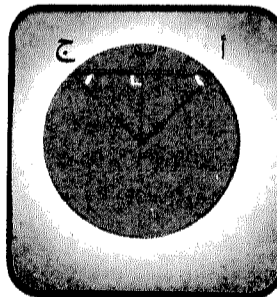
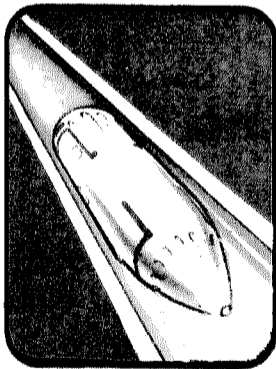
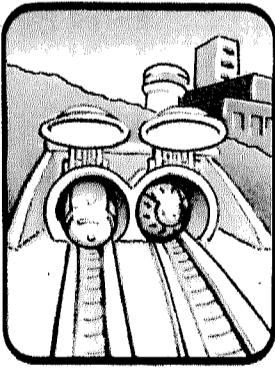
وسادات تنطويان

مركبات نفاثة  
للخدمة

إنك تشاهد هنا محطة أنفاق بين القارات يمكن أن تُشيد في القرن القادم. يوجد في أعلى الصورة ممر مفصلي يؤدي إلى باب كابينة القطار النفقي. وهنا يستقل الركاب، وعددهم ٦٠٠ راكب، قطارهم، على حين تقوم شاحنات آلية (روبوت) برص ١٠٠ حاوية للبضائع على السطح السفلي للقطار. وتشاهد في خلفية الصورة «حظائر القطارات»، كما تشاهد في مقدمة الصورة الفنيين وهم يقومون بعمليات الضبط الأخيرة للهويس الهوائي الموجود خارج النفق.

وعندما يكون كل شيء جاهزاً، يُحكم غلق أبواب القطار، ثم ينزل القطار ببطء إلى داخل «الهويس الهوائي» على وسائد هوائية قابلة للإبطاء. وينغلق الهويس الهوائي الخارجي، ثم يبدأ القطار رحلته السريعة في أحضان الكرة الأرضية.

## رحلة بسرعة عالية خلال الكرة الأرضية



تقوم أنظمة تحكم أوتوماتيكية بفتح الهويس الهوائي عند مروق القطار واصلًا إلى المحطة النهائية لرحلته خلال الكرة الأرضية.

يستجمع القطار قدرًا عظيمًا من السرعة أثناء هبوطه بحيث ينساب ذاتياً طوال الجزء الباقي من الرحلة. وتستعمل المحركات أثناء الدقائق القليلة الأخيرة.

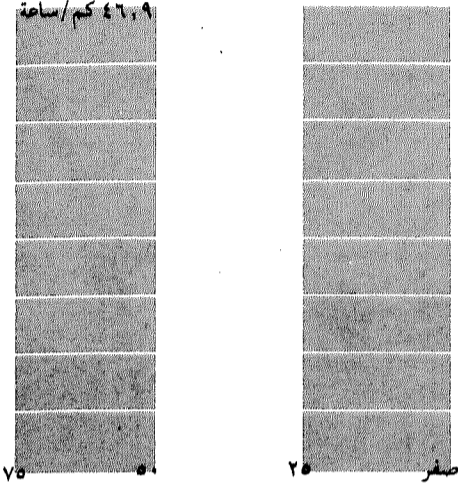
يكون الجزء الأول من الرحلة، أي من (أ) إلى (ب)، في اتجاه هابط. وبعد مرحلة استواء حول (ب)، يصعد القطار إلى وجهته النهائية عند (ج).

يغرس القطار في أعماق الأرض منطلقاً بسرعة تزيد على ١٢٠٠ كم/ساعة. ويقيمه الرفع المغنطيسي معلقاً في وسط النفق.

ينحدر القطار في النفق ماراً من خلال هويس هوائي داخلي. ويضخ الهواء تماماً من النفق بحيث لا يلقى القطار أية مقاومة تُبطئ من سرعته.

## ارقام قياسية للسك الحديدية

٤٦,٩ كم/ساعة



روكيت، إنجلترا، ١٨٢٩

أنتيلوب، الولايات المتحدة، ١٨٤٨

جريت بريتانيا، إنجلترا، ١٨٤٨

٩٩٩، أمريكا، ١٨٩٣

سيمنز/هالسكه، ألمانيا، ١٩٠٣

بورسيغ 05 001، ألمانيا، ١٩٣٥

مالآرد، إنجلترا، ١٩٣٨

SNCF CC 7107، فرنسا، ١٩٥٥

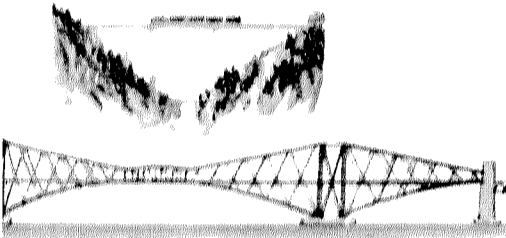
السرعات بالكيلومترات في الساعة

فيما بين عامي ١٨٢٩ و ١٩٥٥ ارتفع الرقم القياسي العالمي للسرعة على السكك الحديدية من ٤٩,٥ كم/ساعة إلى ٣٣٠ كم/ساعة. ويقول مديرو السكك الحديدية أنه لكل زيادة في السرعات مقدارها ٢ كم/ساعة فإن هناك زيادة بنسبة ١٪ في الركاب.

ورغم وقوع حوادث عديدة، فإن الأمان في السكك الحديدية ممتاز بصفة عامة. وفي الثلاثين عاماً الأخيرة، كان منها خمسة أعوام لم تقع خلالها أي حوادث وفاة على الإطلاق لركاب السكك الحديدية البريطانية.

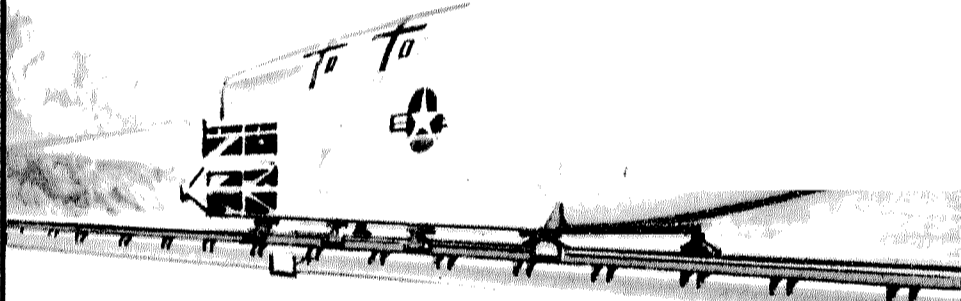
ولقد قُتل أو جرح كثير من الأشخاص وهم يحاولون تحقيق أرقام قياسية لسرعات السيارات أو الطائرات أو المركبات المائية الجديدة. وحتى الآن، لم يمت أي شخص طوال ١٥٠ عاماً من محاولة رفع الرقم القياسي للسرعة على الخطوط الحديدية.

### أعظم الكباري



▲ تبين الصورة (فوق) أقدم كوبري كابولي في العالم، ويرجع تاريخ افتتاحه إلى عام ١٨٩٠. وهو يعبر لساناً بحرياً في اسكتلندا، وطوله ٢,٥٤ كم. ويظهر في أعلى اليمين كوبري سكة حديد فايسن في سويسرا، ويبلغ

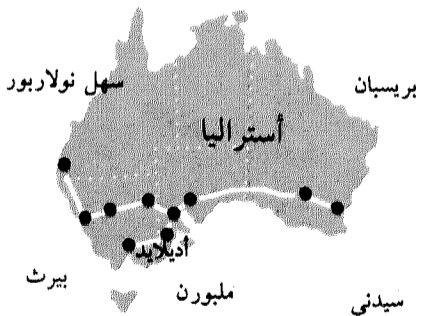
### أعلى سرعة على الخطوط الحديدية



وبدلاً من الدروج على عجلات، فإنها كانت تنزلق على أحذية معدنية. وكانت الأحذية متوافقة بإحكام في شُقوق (مشقبيات) على القضبان حتى لا تخرج عن الخط. ومقدمة الزلاقة هي في الواقع مقدمة طائرة من طراز «هستلر B 58».

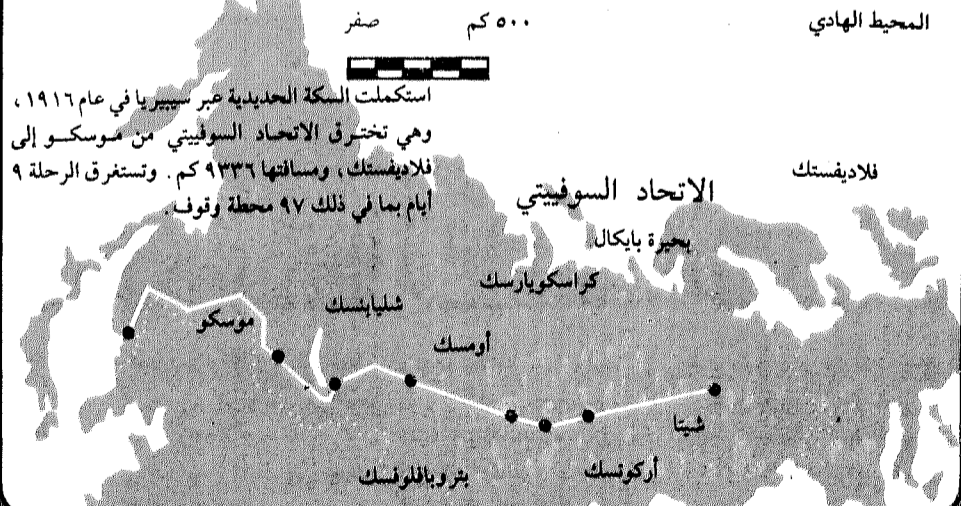
▲ في عام ١٩٥٩ انطلقت هذه الزلاقة المزودة بمحركات صاروخية على السكة الحديدية المخصصة للتجارب والبحوث الحربية في نيو مكسيكو، الولايات المتحدة الأمريكية. ولقد حققت سرعة مذهلة، هي ٤٩٧٢ كم/ساعة، أثناء اختبارات السرعات العالية.

### أطول سكة مستقيمة



تشتمل السكة الحديدية عبر قارة أستراليا، في قسم منها، على أطول سكة مستقيمة في العالم. إذ لا توجد أي منحنيات على طول ٤٧٨ كم عند عبور الخط لسهل نولآربور الخالي من الأشجار.

### أطول سكة حديدية في العالم



استكملت السكة الحديدية عبر سيبيريا في عام ١٩١٦، وهي تخترق الاتحاد السوفيتي من موسكو إلى فلاديفستك، ومسافتها ٩٣٣٦ كم. وتستغرق الرحلة ٩ أيام بما في ذلك ٩٧ محطة وقوف.

المحيط الهادي

فلاديفستك

الاتحاد السوفيتي

بحيرة بايكال

كراسكوبارسك

شليابنسك

موسكو

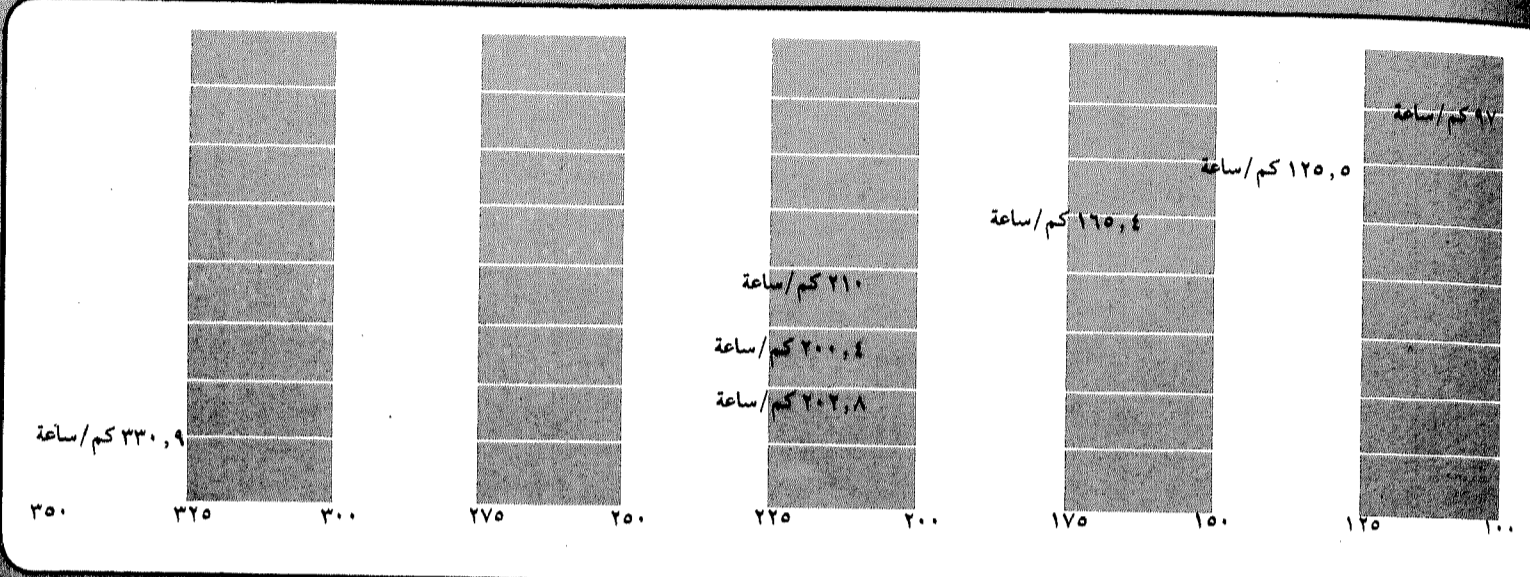
أومسك

شيتا

أركونسك

بثروبالوفونسك

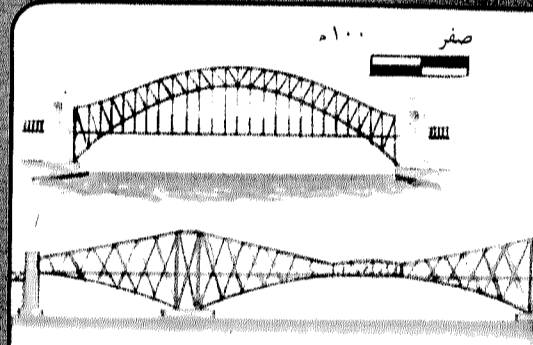




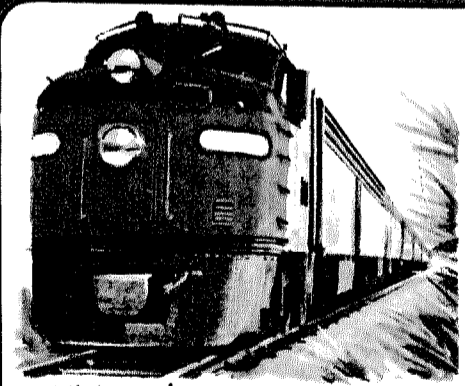
### أقوى قاطرات ديزل

المتحدة. وهي تقطر عربات بضائع، وأقصى سرعة لها ١١٥ كم/ساعة. ويبلغ طول القاطرة ٢٩ متراً ووزنها ٢٢٩ طناً.

▲ تعتبر قاطرات «أميريكان سينتنيال» أقوى قاطرات ديزل كهربائية في العالم. وهي تسمى «سنتنيال» Centennial، لأن أولها بنيت في عام ١٩٦٩، أي بعد قرن من افتتاح أول سكة حديدية عبر القارة في الولايات

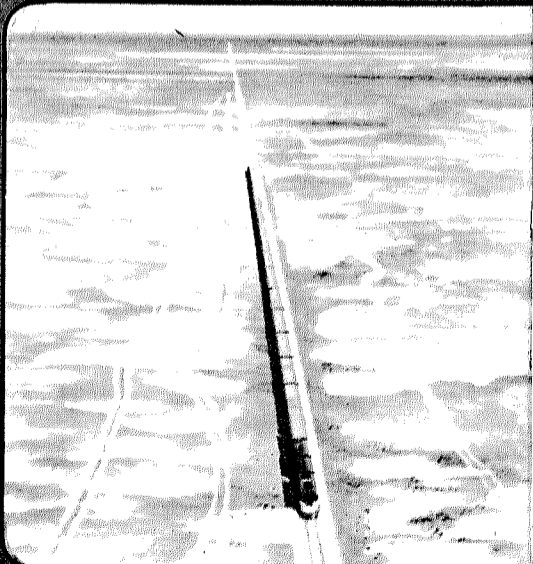


طول العقد المبني ٥٥ متراً. وإلى اليسار، أكبر كوبري عَقْدِي من الفولاذ في العالم، وهو يعبر ميناء سيدني في أستراليا، وطوله ١,١٥ كم.



### أطول مسيرة بدون توقف

«السلفر متيور» Silver Meteor من أحدث القطارات الفاخرة السريعة في الولايات المتحدة الأمريكية. ويشتمل طريقه على أطول مسيرة بدون توقف في العالم - ١٠٦٠ كم بين ريتشموند بولاية فرجينيا وجاكسون فيل بولاية فلوريدا.

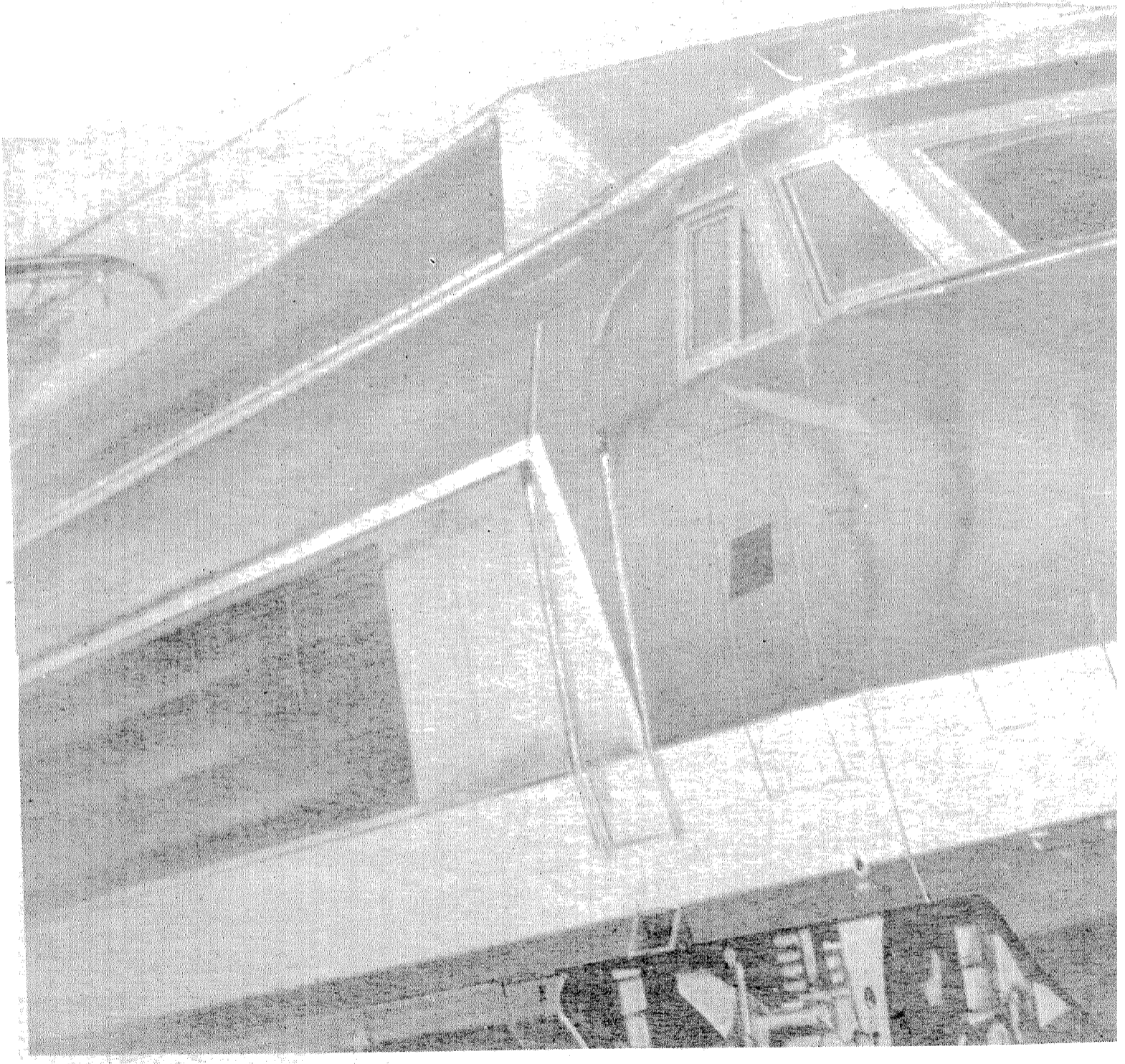


# كشاف تحليلي

		بيرلنجتون زفير ١	(أ)
		بيرو ١٥	الاتحاد السوفيتي ٣٠
		(ت)	أدلى، در ٥
		تريفيثيك، ريتشارد ٤	الأرجنتين ٨
		(ج)	إسبانيا ٨
		جارات ١٢	أستراليا ٨، ٣٠
		جريت برتانيا ٣٠	أسكتلندا ٣١
		الجمال ١٠	أفضل صديق
		(خ)	لشارلستون ٤
		خط بيلاتوس ١٥	أنتيلوب ٣٠
		الخطوط الجوية اليابانية ٢٧	أوتاه ١٤
		(د)	أي. بي. تي (APT)
		دادي لونج لجز ١٠	٢٨، ٢٦
		(ر)	أيرلندا ١١
		الرفع المغنطيسي ٢٦ - ٢٧	(ب)
		الروكيت ٤، ٢٨، ٣٠	بارت (BART) ٢٢ - ٢٣
		(ز)	بج بوي ١٢
		زيلن ١١	البرتغال ٨
		(س)	بلتيمور وأوهايو،
		سان فرانسيسكو ٢٢ - ٢٣	الخط الحديدي ١٠
			بورسيج 05 001
			٣٠، ١
فلوريدا ٣١	ستيفنسون، جورج ٤، ٨		
فورت ٥	ستيفنسون، روبرت ٤		
(ق)	سكة حديد رايتيان ١٥		
قبة ٧	سكة حديد عبر سيبيريا ٣٠		
قطار هوائي ٢٣	سكة حديد يونيون باسفيك ١٢		
(ك)	سكك حديد كينيا ١٢		
كوبري فايسن ٣١	السكك الحديدية البريطانية ١٦، ٣٠		
(م)	السكك الحديدية الكندية ١٦		
محرك ماياخ ١١	ستنتيال ١٤، ٣١		
الميسترال ١	سهل نولابور ٣١		
ميناء سيدني ٣١	سويسرا ١٥		
(ن)	سي. سي. ٧١٠٧		
نظام ألويج ٢٣	(CC 7107) ٢٠، ٣٠		
نظام سافيج ٢٣	سيلفر متيور ٣١		
نورنبرج ٥	سيمنز وهالسكه ٢٠، ٣٠		
(هـ)	(ش)		
هستلر B 58 ٣٠	شيلي ٨		
الهند ٨	(ظ)		
(و)	ظاهرة دوبلر ٢٠		
الولايات المتحدة الأمريكية ٢٣، ٣٠	(ف)		
ويومنغ ١٤	فرجينيا ٣١		
(ي)	فرنسا ٣٠		
اليابان ٢١			

## مطابع الشروقة

القاهرة: ١٦ شارع جواد حسني - هاتف: ٣٩٣٤٥٧٨ - فاكس: ٣٩٣٤٨١٤  
بيروت: ص ب: ٨٠٦٤ - هاتف: ٣١٥٨٥٩ - ٨١٧٧٦٥ - ٨١٧٢١٣





## هذه السلسلة

كل كتاب من كتب هذه السلسلة يصحب القارئ في رحلة مثيرة من الحقائق العلمية، المبنية على الأفكار الحالية للخبراء والعلماء، بنظرة مستقبلية حتى عام ٢٠٠٠ وما يليه. وهي مكتوبة بأسلوب سلس مشوق، مع التوسع في الأشكال والصور التوضيحية الملونة.

فكتاب الإنسان الآلي (الروبوت) يعرض مختلف مجالات التقدم العلمي والتكنولوجي التي يمكن توقُّعها في القرن الحادي والعشرين.

ومدن المستقبل يناقش الظروف المعيشية، سواء على الأرض أو في المستعمرات الممكنة إقامتها على العوالم الأخرى. والسفر إلى النجوم يُصوّر نُظُم التَّنْقُل عَبْرَ الفضاء، وإمكانات تطويرها في المستقبل.

والطائرات النفاثة يروي قصة الطيران بسرعات عالية منذ اختراع المحرك النفاث، وحتى المشروعات التي لاتزال تحت الدراسة حالياً.

والنجوم والكواكب دليل مفيد للمبتدئ عن العالم الذي نعيش فيه وتأخذ القارئ في رحلة بين المناظر المألوفة لديه في سماء الليل وتعبه به إلى حدود المجهول بين النجوم والكواكب. وسفر الفضاء يتحدث في لغة سهلة ومشوقة مع أكثر من ١٠٠ رسم توضيحي ملون عن قصة عصر الفضاء.

والقطارات الفائقة يتحدث ليس فقط عن القطارات الفائقة التي حققت أرقاماً قياسية، بل وعن قطارات البضائع وقطارات الأنفاق ويشرح الكثير من المعلومات عن القاطرات في الماضي والحاضر بل وفي المستقبل أيضاً.

والسيارات الفائقة يشرح تاريخ السيارات وتطورها وأنواعها والشركات التي تصنعها وكذلك يعرض الأفكار والتصميمات الخيالية إلى جانب ما يجب أن تعرفه عن هندسة السيارات.

وكل كتاب يحتوي على مجموعة من التجارب المشوقة التي يمكن أن يستمتع القارئ بتنفيذها بنفسه.

