

الباب الاول

السكة والقاطرة وتطوراتها

نبذة تاريخية :

كانت المواد المعدنية قبل نشأة السكك الحديدية تنقل من المناجم إلى الأنهر أو الموانى بواسطة عربات تجرها الجياد أو الرجال فوق الطرق . وقد كانت طريقة النقل هذه مستعملة في غضون القرن السادس عشر والسابع عشر والثامن عشر وخصوصاً في مواطن الفحم بالقرب من نهر السكلايد ونهر التين وجنوب ويلز بالانجلترا .

وفي سنة ١٧٦٩ قام المهندس الفرنسي كينوت Cugnot ببناء أول جرارة استعمل البخار في تسييرها وقد وقف النشاط في فرنسا عند هذا الحد نتيجة للثورة الفرنسية المعروفة .

أما في انجلترا فيعزى أول عمل من هذا القبيل إلى وات Watt ثم إلى مردوخ Murdoch في سنة ١٧٨١ ثم أعقبهما المهندس رتشارد ترفثيك Richard Trevethick في سنة ١٨٠٢ حيث قام ببناء قاطرة جربت على طريق دائري في لندن ثم في ويلز بعد ذلك بعامين فلم تثبت التجربة بتان صلاحيتها للاستعمال . وظل الجر بالجياد هو الأساس في النقل .

وفي سنة ١٨١١ سجل جون بلنكنسوب John Blenkinsop تصميماً لقاطرة ذات عجلات أشبه بالترس تتحرك على قضبان مسننة وقد نجحت هذه الطريقة حيث استعملت في مناجم مدلتون Middelton Colliery بليدز . وقد استعملت هذه الفكرة فيما بعد في بناء الخطوط الجبلية الهامة في مختلف أنحاء المعمورة حيث انحدار الأرض كبير .

وفي سنة ١٨١٢ بنى وليم هيدلي William Hedley قاطرتان لمناجم ويلام Wilam Colliery بالقرب من نهر التين اعتمدت كل منهما على وزنها في عملية الجر .

وفي سنة ١٨١٤ بنى جورج ستيفنس George Stephenson قاطرة الأولى وكان النجاح الذي صادفه فيها أكبر حافز له على أن يقترح أن تجر العربات في الخط بين ستكتون ودارلنجتون Stockton & Darlington بالانجلترا بواسطة القاطرات البخارية فتم ذلك في ٢٧ سبتمبر سنة ١٨٢٥ . ويعد خط ستكتون دارلنجتون أول خط حديدي في العالم . وكان مفرداً بطول ٣٨ ميلاً ومزدوجاً كل ١/٢ ميل . وكان وزن قطاره ٨٠ طناً . ويمكن القول بحق أن السكك الحديدية بدأت عهدها بافتتاح هذا الخط .

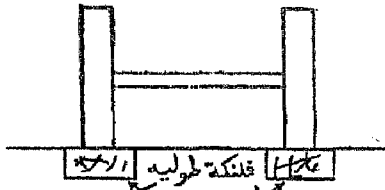
وقد ظل نقل الركاب بعد هذا التاريخ قائماً بواسطة الجياد حتى سنة ١٨٣٣ حيث قامت القاطر البخارية مقامها نهائياً .

وقد أعقب هذا الخط بناء خطوط أخرى أهمها الخط بين ليفربول ومانشستر حيث بنى من بدايته على أساس الجر بالتماسك واستعمل لنقل الركاب والبضائع على السواء . وقد افتتح هذا الخط في ١٥ سبتمبر سنة ١٨٣٠ وكان مزدوجاً وبطول ٣١ ميلاً . وقد كان نجاح هذا الخط نتيجة مباشرة للنجاح الذي أحرزته قاطرة ستيفنسن المسماة روكيت Rocket في التجارب التي أجريت عليها في منطقة الريهل Rainhill في أكتوبر سنة ١٨٢٩ .

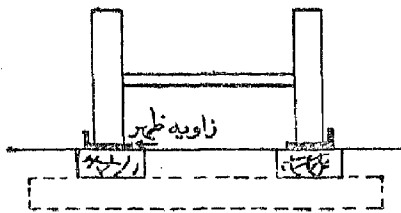
وقد قامت المشاريع الحديدية منذ ذاك التاريخ على قدم وساق ليس فقط في بريطانيا بل وفي أوروبا وبقية القارات ففي أمريكا افتتح أول خط حديدى سنة ١٨٣٠ ، وفي أوروبا سنة ١٨٣٢ ، وفي مصر سنة ١٨٥٢ وقام ببنائه روبرت ستيفنسن Robert Stephenson . وافتتح أول خط في آسيا سنة ١٨٥٣ وفي استراليا سنة ١٨٥٤ .

السكة :

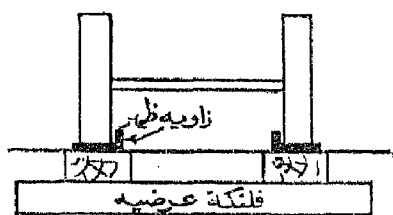
ذكرنا في السكك السابقة أن الخامات المعدنية كانت تنقل في عربات تجرها الجياد أو الرجال فوق الطرق وكثيراً ما كانت عجلات هذه العربات تغرس في سطح الطريق نتيجة حملها وبالأخص عند أول الطريق بالقرب من المنجم حيث الحركة كبيرة . وقد كانت الطرق تنوء تحت هذا العبء بسرعة فأتجهت الفكرة في سنة ١٦١٨ إلى معالجة هذا العيب بوضع قضبان



شكل نمرة (١)



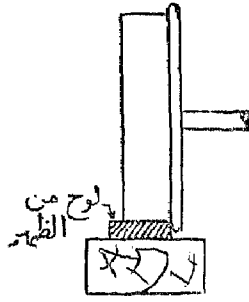
شكل نمرة (٢)



شكل نمرة (٣)

إلى معالجة هذا العيب بوضع قضبان خشبية طولية كما هو موضح في الشكل نمرة (١) تسير فوقها العجلات وقد اتضح بعد ذلك أن العجلات كانت تتلف القضبان الخشبية فغطى سطحها سنة ١٧٦٧ بألواح من حديد الظهر . غير أن سير العجلات فوق هذه الألواح كان من الصعوبة بمكان فكثيراً ما كانت تسقط العجلات منها فاستعملت عن ألواح الظهر بزوايا كما هو موضح في الشكل نمرة (٢) لتحفظ العجلات بينها . غير أن الصدمات الجانبية للعربات كانت تسبب انفراج القضيبين عن بعضهما فوضعت أخشاب عرضية تحت الأخشاب الطولية لحفظ مسافة القضبان .

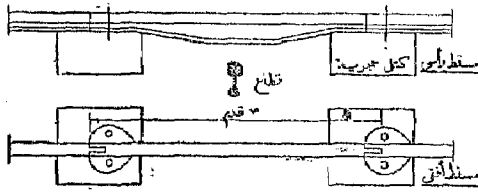
وقد اتضح بعد ذلك أن الأتربة وخلافها كانت تتراكم بين القضبان مما جعل العجلات تسقط خارجها فقلبت الزاوية وجعلت حافتيها الرأسية من الداخل بدل الخارج . انظر شكل نمرة (٣) . وكثيراً ما كانت الزوايا توضع على الأخشاب العرضية مباشرة فأصبحت تسمى قضبان كما سميت الأخشاب العرضية بعد الاستغناء عن الأخشاب الطولية بالفلتكات .



شكل (٤)

وفي سنة ١٧٨٩ نقلت الشفة من الزاوية إلى العجلة نفسها كما هو موضح في الشكل نمرة (٤) وقويت القضبان بعد الاستغناء عن الأخشاب الطولية لمتحمل أحمال العجلات المتزايدة .

وفي سنة ١٧٨٩ ظهرت أيضاً قضبان من حديد الظهر بطول ياردة كان يطلق عليها اسم قضبان بطن السمكة fish belly وهذه مبينة في الشكل نمرة (٥) ولها رأسان تفرطحت إحداها لتكون مقعداً ووصلة للقضيب التالي . وكانت تثبت هذه في الفلنكات بواسطة مسامير خاصة spikes غير أن هذه

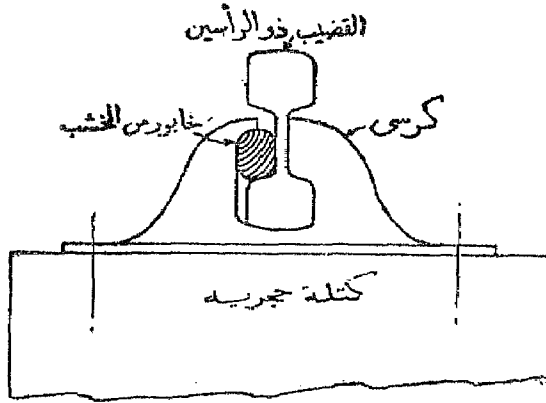


شكل نمرة (٥)

قضيب بطن السمكة

القضبان كانت ضعيفة وكانت تنكسر بسهولة إلى أن عملت من الحديد المطاوع في سنة ١٨٠٥ .

وفي سنة ١٨٣٥ ظهرت قضبان الحديد المطاوع ذات الرأسين وهذه كانت تثبت بواسطة كراسي خاصة في كتل حجرية مقاس ١٨ بوصة X ١٨ بوصة في القطوع وفي فلنكات خشبية في الجسور وفي الأراضي الضعيفة . وكان القضيب يثبت في موضعه داخل الكرسي بواسطة خابور من الخشب كما هو مبين في الشكل نمرة (٦) .



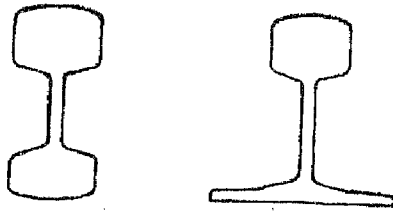
شكل نمرة (٦)

ثم ازدادت أطوال القضبان بعد ذلك فزيد عدد الكراسي الحاملة لها ، ثم روي ضرورة وصل أطراف القضبان ببعضها ببلنجات لما كانت تحدثه الوصلة من الصدمات العنيفة المقلقة إذ عند ما كانت تنتقل العجلة من طرف قضيب إلى الآخر كان القضيب الأول يهبط من طرفه بالعجلة هبوطاً يسبب صدمة عنيفة لطرف القضيب الآخر عند انتقال العجلة إليه .

وكانت الفكرة من عمل القضيب ذي رأسين Double-headed هي إمكان قلب القضيب داخل الكراسي للاستفادة من الرأس الأخرى واستعمال أربعة حافات بدلاً من اثنتين غير أن الكراسي كثيراً ما كانت تترك آثاراً في الرأس السفلي جعلت قلب القضيب أمراً عديم الجدوى لعدم صلاحيته فانتفى الأمر إلى تكبير الرأس العلوية بمقدار التآكل فنتج عن ذلك القضيب المشهور باسم الديسمتريك أو الإنجليزي Bull-headed شكل نمرة (٧) .

وقد جرب تكبير الرأس العلوية بإضافة طبقة من الصلب فوق القضيب ذي الرأسين ولكن هذه الطريقة لم تصادف نجاحاً . ولم تصنع القضبان من الصلب إلا بعد أن نجح بسمر Bessemer في ابتكار

طريقته الرخيصة المشهورة باسمه فأصبحت القضبان منذ ذلك الحين تصنع من الصلب .
وقد زادت أطوال القضبان بعد ذلك بالتدريج واختلفت مقاساتها فزاد الطول حتى بلغ ١٥ متراً ١٨٦
متراً في بعض السكك الحديدية وزاد الوزن حتى بلغ في بعض القضبان ٥٥ كيلوجراماً للمتر الطولى .
وفي سنة ١٨٣٦ ابتدع فنيول Vignole القضيب المعروف باسمه والذي يختلف عن قضيب



قضيب ديسمترك

قضيب فنيول

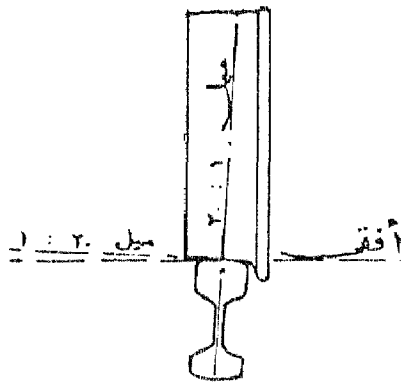
شكل نمرة (٧)

الديسمترك في أن رأسه السفلى سحبت لتكون قاعدة
تقرب في العادة من ارتفاع القضيب ليرتكز بها على
الفلنكات دون الحاجة إلى الكراسى والقضيب مبين في
الشكل نمرة (٧) .

وأول قضبان استعملت في مصر كانت من الحديد
المطاوع وبطول ٢٠ و ٢١ قدماً وكانت من النوع
الديسمترك . ثم استعملت قضبان الفنيول بطول ثمانية
أمتار وعشرة . ثم استعملت قضباناً بأطوال وأوزان عديدة نذكر منها أهمها وهو ما زال مستعملاً
وهي القضبان الديسمترك بطول ١٢ر٨٠ متراً وزنة ٣٨ر٦ ٤٢٦ كيلوجراماً للمتر الطولى وقضبان
الفنيول بطول ١٢ متراً وقطاع زنة ٣٧ر٤ ٤٢٦ ٤٦٦ ٤٧٦ كيلوجراماً على التوالي .

وقضبان ٤٦ كيلوجرام تستبدل الآن بقضبان ٤٧ كيلوجرام وذلك على الخطوط الرئيسية . وقد
قامت مصلحة السكك الحديدية بعمل تجارب على قضبان موصولة ببعضها بواسطة اللحام طولها ٣٦ متراً
على الخط الحديدي طره العباسية خلف المعادى حيث اختلاف درجة الحرارة شديد لتقوم التجربة تحت
أسوأ الاحتمالات فنجحت التجربة ولم يبق إلا تعميمها على الخطوط الرئيسية وخصوصاً بعد تصغير مسافة
فلنكتفى الوصلة واستعمال البانجة القصيرة الجديدة .

وتصنع القضبان الآن من الصلب ذى الشد العالى ليقاوم التآكل . ونستعمل قضبان الصلب
المنجنيزى والصلب الكرومى في خطوط الضواحي وخطوط تحت الأرض في لندن وباريس وبرلين حيث
الحركة في ساعات الضغط شديدة إذ يسير بعضها بمعدل قطار كل



شكل نمرة (٨)

دقيقة وذلك حتى تقاوم التآكل العظيم نتيجة تلك الحركة .
وتصنع العجلات بشكل مخروطى ميله ١ : ٢٠ وتوضع
القضبان مائلة إلى الداخل بنفس الميل كما هو مبين في الشكل نمرة
(٨) وذلك :

أولاً — لتقليل الهزات العرضية حيث يقاوم وزن العربة
حركة صمود العجلة فوق القضيب .

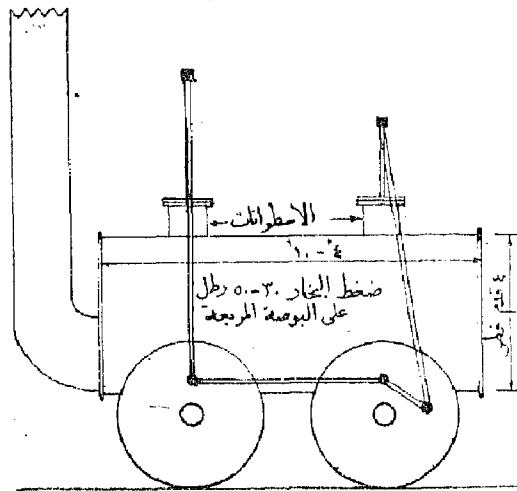
ثانياً — لتجمل رد فعل العجلة على القضيب عمودياً .

ثالثاً — لتجمل القضبان أقل عرضة للانقلاب .

وقد جرب الأمريكيون القضبان رأسية والعجلات أسطوانية فلم تأت بنتيجة .
وحاول الفرنسيون في سنة ١٩١٨ التغاضي عن هذا الميل فلم ينجحوا في خط الأست Est Railway
في سنة ١٩٢١ ظهر تأكل شديد في الرأس العلوية للقضيب وذلك بعد مدة تراوحت بين ستة أشهر
وسنة وتكونت طبقة فوقها نتيجة سيولة الصلب كما سببت القوة المركزية الطاردة في المنحنيات قص
المسامير الخشابي .

القاطرات :

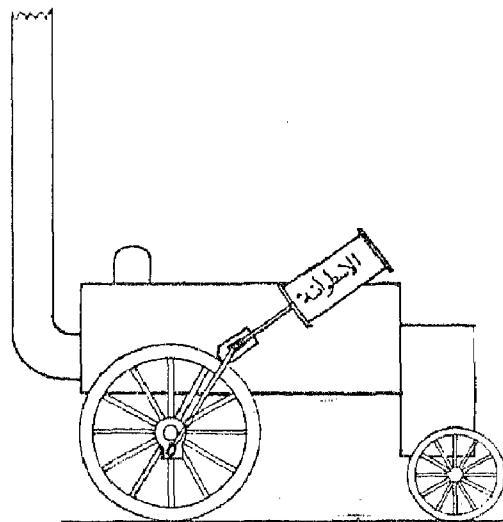
ذكرنا فيما سبق ما كان للقاطرات التي شيدها جورج ستيفنسن من الأهمية في جر الخطوط
الحديدية الأولى .



شكل نمرة (٩)
قاطرة ستيفنسن رقم « ١ »

في سنة ١٨٢٥ بنى جورج ستيفنسن قاطرته رقم ١
(٠ - ٤ - ٠) وكانت أسطواناتها رأسية وموضوعة
فوق الرجل انظر شكل نمرة (٩) . وقد استعملت
في جر أول خط حديدى في العالم بين ستكتون
ودارلنجتون في إنجلترا . وكانت وزن سبعة أطنان
تقريباً وتجرجر قطاراً يتراوح وزنه بين ٦٠ و ٧٠ طناً على
الأفق بسرعة ثمانية كيلو مترات في الساعة .

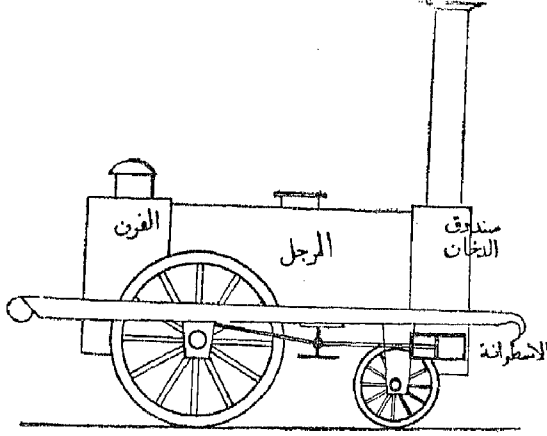
وقد ظلت هذه القاطرة تعمل حتى سنة ١٨٤٦
وهي محتفظ بها للعرض في محطة دارلنجتون . وقطر
أسطواناتها عشرة بوصات ومشوارها ٢٤ بوصة وقطر
عجلاتها الجارة أربعة أقدام . وكان ضغط البخار فيها
يتراوح بين ٣٠ و ٥٠ رطلاً على البوصة المربعة ومساحة
سطح التسخين ستون قدماً مربعاً .



شكل نمرة (١٠)
قاطرة ستيفنسن رقم « ٢ » روكت

وفي سنة ١٨٢٩ بنى ستيفنسن قاطرته رقم ٢
المسماة روكت Rocket وطرازها (٠ - ٢ - ٢)
انظر شكل نمرة (١٠) وقد استعملت على الخط
الحديدى بين ليفربول ومانشستر في العام التالى وقد
وضعت اسطواناتها على زاوية ٣٥° مع الأفق وفي
جانب الرجل وكان قطرها ثمانية بوصات ومشوارها
١٧ بوصة . وكانت عجلاتها الجارة بقطر أربعة أقدام
وثمانية بوصات ونصف ومرجلها بقطر ثلاثة أقدام

وأربعة بوصات وبطول ستة أقدام وكان صندوق النار فيها بمقاس قدمين طولا وثلاثة عرضا ومثلها ارتفاعا وكانت مساحة سطح التسخين $117\frac{3}{4}$ قدما مسطحا . وكانت القاطرة زن وهي في حالة العمل أربعة أطنان وخمسة هندردويت والصهر ينج ثلاثة أطنان وأربعة هندردويت وعند ما جربت القاطرة عند ضغط ٧٠ رطلا انتفخ الرجل فدعم من الداخل بأسياخ طويلة فتحمل ضغطا قدره ١٢٠ رطلا ثم دعم مرة أخرى فتحمل ١٥٠ رطلا .



شكل تمرة (١١)

قاطرة ستيفنسن رقم « ٣ » بلانت

وفي سنة ١٨٣٠ بنى ستيفنسن قاطرته رقم ٣ المسماة بلانت Planet وطرازها (٢ - ٢ - ٠) انظر شكل تمرة (١١) وقد جعلت اسطواناتها أفقية كما هو الحال في القاطرات الحالية . وكان قطرها

١١ بوصة ومشوارها ١٦ بوصة وكانت موضوعة داخل صندوق الدخان smoke box وكان قطار عجلاها الجارة خمسة أقدام والأمامية ثلاثة أقدام . وكان الرجل يحتوى على ١٢٩ أنبوبة تسخين بقطر $\frac{1}{8}$ بوصة وكانت القاطرة زن وهي في حالة العمل ثمانية أطنان وتعتبر هذه القاطرة نقطة التحول إذ استمدت منها القاطرة البريطانية الحديثة تكوينها وذلك من حيث الاسطوانات الأفقية الموضوعة داخل صندوق الدخان والدنجل ذى الكرنك والرجل ذى الأنابيب والحاوى لصندوق النار والقاعدة الحاملة للرجل .

وقد اضطرر التقدم منذ ذاك التاريخ في تصميم القاطرات ويمكن تلخيص التحسينات التى أدخلت في السطور التالية :

- (١) عمل البحوث الصحيحة لمعرفة القوى المؤثرة على كل جزء من أجزاء القاطرة فتحدد شكلها ووزنها بطريقة فنية .
- (٢) إستعمال ثلاثة أسطوانات وأربعة لتحسين التشغيل والازتران .
- (٣) تجميع البخار superheating لأ كسابه حرارة أعلا وبذلك ترتفع الفائدة .
- (٤) إدخال الازدواج أو التمدد المزدوج double expansion وذلك لتقليل الحرارة الفاقدة ولتحسين توقيت الصمامات .
- (٥) إستعمال بعض البخار العادم في تسخين المياه .
- (٦) زيادة ضغط البخار فمثلا كانت القاطرة بلانت تشتغل تحت ضغط ٤٠ رطلا على البوصة المربعة أما الآن فتشتغل القاطرات الحديثة تحت ضغط حوالى ٢٢٠ رطلا على البوصة المربعة .
- (٧) تحسين مواسير التسخين وتجهيزها بمختلف الفتحات .

وفي سنة ١٩٢٩ ابتدعت في إنجلترا وألمانيا القاطرات ذات الضغط العالى المركب water tube high

pressure compound locomotives فأثبتت جدارتها . والقاطرة نمرة ١٠٠٠٠ ر سكة حديد لندن والشمال الشرقى L. N. E. R. هي من هذا النوع وطرازها (٤ - ٦ - ٤) ويبلغ الضغط فيها ٤٥٠ رطلا على البوصة المربعة وقطر عجلاتها الجارة ستة أقدام وثمانية بوصات وهي ذات أربعة أسطوانات مزدوجة وزنتها بما فيها عربة الصهر ١٦٦ طناً والوزن المحدث للتماسك ٦٢٥ طناً .

وتستعمل القاطرات الكهربائية بكثرة في بعض الممالك وأخصها سويسرا حيث تستمد الكهرباء من المساقط المائية .

وقد استعملت قاطرات الديزل كذلك ويمكن القول بأن هذا النوع سيزداد استعماله خصوصاً في البلاد التي يكثر فيها هذا الوقود .

وأما الديزل الكهربائي electric diesel فإن التجارب عليه قد دلت أنه سائر في طريق التقدم .

طراز القاطرة :

يستعمل لبيان طراز القاطرة ثلاثة أرقام على النحو التالى (١ - ب - ح) ويدل العدد الأول "١" على عدد العجلات الأمامية فى القاطرة والعدد الثانى "ب" على عدد العجلات المرتبطة أى العجلات الجارة والعدد الثالث "ح" على عدد العجلات الخلفية فى القاطرة . فمثلاً قاطرة شركة لندن والشمال الشرقى نمرة ١٠٠٠٠ هي من طراز (٤ - ٦ - ٤) ومعنى ذلك أن بها أربعة عجلات أمامية وستة عجلات مرتبطة (جارة) وأربعة عجلات خلفية . فإن لم يكن فى القاطرة عجلات أمامية أو خلفية وضع صفر مكان ١ أو ح فمثلاً قاطرة من طراز (٠ - ٦ - ٠) تدل على أن ليس بها عجلات أمامية أو خلفية وعجلاتها جميعاً جارة وعددها ستة .

وصف اعمالي القاطرات :

تسير القاطرات على وجه الإجمال بآلات يستعمل فى وقودها الفحم^(١) ومرجلها ذو أنابيب وتشغل تحت ضغط يتراوح بين ١٨٠ ٢٥٠ ٦ رطلا على البوصة المربعة .

وتتركب القاطرة البخارية من ثلاثة أجزاء رئيسية انظر شكل نمرة (١٢) :

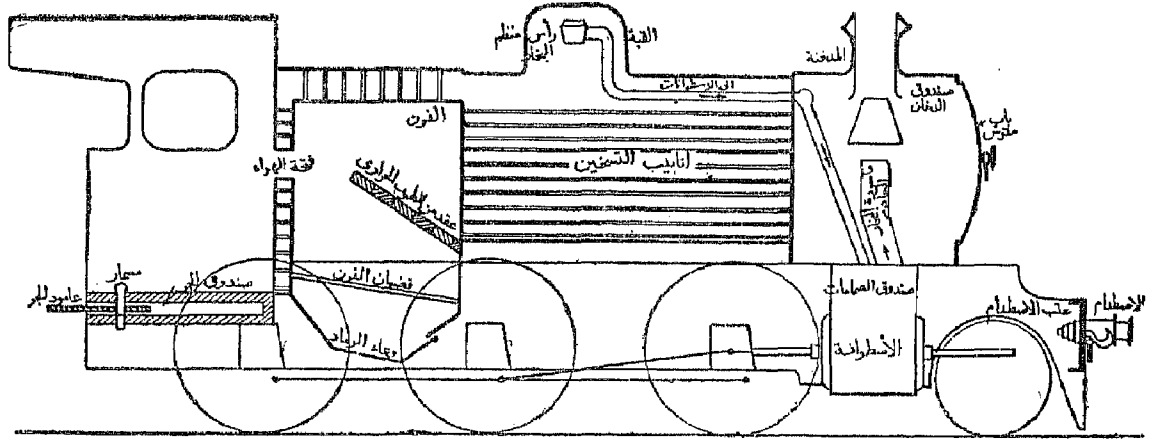
(١) المرجل boiler ويشمل صندوق النار fire box الذى يحترق فيه الوقود . ووظيفته استخراج مقادير كافية من البخار تحت ضغط مناسب .

(٢) جسم الآلة machine proper ويتكون من الأسطوانات وقطع الحركة المختلفة التى تحول ضغط البخار إلى حركة ميكانيكية .

(٣) العربة carriage وتشمل القاعدة أو الهيكل الذى تثبت عليه الاسطوانات وقطع الحركة

(١) نظراً لصعوبة استيراد الفحم فى زمن الحرب فقد عمدت مصلحة السكة الحديد المصرية إلى تعديل الكثير من قاطراتها وصهاريجها كي تسير بالمازوت بدل الفحم .

والمرجل وهي التي تنقل حركة الجر إلى القطار بواسطة عامود الجر draw bar الذي يربطها به .
ويتصل بالهيكل في المادة عربة صهريج tender لحمل الفحم والمياه اللازمين للرحلة . ويستعاض عن هذه العربة في القاطرات التي تشتمل في خطوط الضواحي بوضع الفحم في مكان خاص خلف القاطرة والمياه داخل صهاريج في جوانبها tank engines .



شكل نمرة (١٢)

المرجل :

ينقسم المرجل إلى ثلاثة أقسام :

- أ — صندوق النار أو الفرن Fire box وهو عبارة عن متسع مستطيل الشكل يقع في نهاية المرجل من الخلف ويوضع فيه الفحم لحرقه .
- ب — الجزء الأسطوانى ويحتوى على عدد كبير من الأنابيب يمر بها ناتج الاحتراق فيسبب تسخين المياه التي حولها .

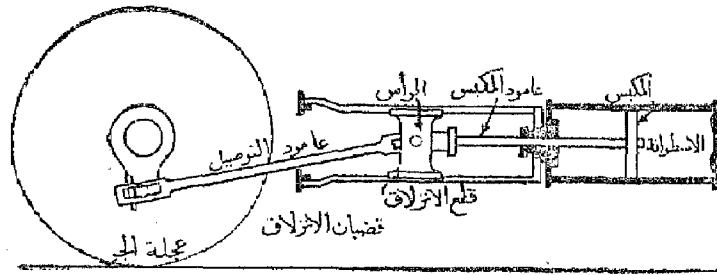
ج — صندوق الدخان Smoke box وهو متسع في نهاية المرجل من الأمام تمر به غازات الاحتراق وهي في طريقها من أنابيب التسخين إلى المدخنة . وتوضع المدخنة في أعلا صندوق الدخان ويمر بالصندوق أيضاً ماسورة العادم blast pipe التي يسلكها البخار في اندفاعه من الاسطوانات إلى أعلا المدخنة فيساعد بذلك على سحب غازات الاحتراق خلال أنابيب التسخين والفرن .

والمرجل عبارة عن غلاف أسطوانى الشكل يتراوح قطره في القاطرات البريطانية بين أربعة أقدام وخمسة أقدام ونصف وطوله بين عشرة أقدام وستة عشر ونصف . ويصنع من ألواح الصلب التي سمكها $\frac{3}{4}$ بوصة وذلك في القاطرات الصغيرة و $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{4}$ بوصة في القاطرات الكبيرة . ويتوقف هذا السمك بطبيعة الحال على مقدار ضغط البخار وعلى قطر الاسطوانة . ويممل الغلاف في المادة من حلقتين أو ثلاثة

تتصل ببعضها عرضياً بمسامير البرشام . وتقف كل حافة في شكل دائرة مضبوطة وتبرشم حافتها طولياً على هيئة وصلة مزدوجة butt joint .

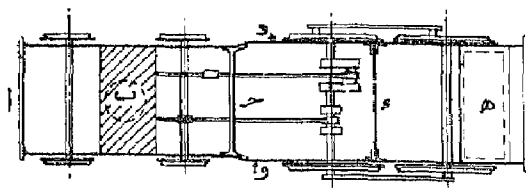
وقد كان ضغط البخار منذ حوالى سنة ١٨٩٠ — ١٤٠ رطلاً على البوصة المربعة ولكنه زاد إلى أن أصبح ينحصر الآن بين ١٧٠ و ٢٢٥ رطلاً . وأما القاطرات المزودة بأجهزة التحميم الخاصة superheaters فيقل الضغط فيها عن هذا القدر إذ زيادة الفائدة الناجمة عن زيادة التسخين تسمح بهذا التقليل وهو يتراوح في المادة بين ١٦٠ و ٢٢٠ رطلاً على البوصة المربعة .

وتحتوى اسطوانة الرجل على عدد كبير من أنابيب التسخين يتراوح قطرها بين $1\frac{1}{8}$ و $2\frac{1}{4}$ بوصة وعددها بين ١٧٠ و ٢٨٠ . ويتوقف العدد بطبيعة الحال على قطر الأسطوانة ومقاس الأنبوبة والغرض من الأنابيب هو إعداد سطح كبير للتسخين يمر بداخله الغازات الساخنة الآتية من الفرن فتقل حرارتها خلاله إلى المياه المحيطة بها . وتضنع أنابيب التسخين في العادة من الصلب .

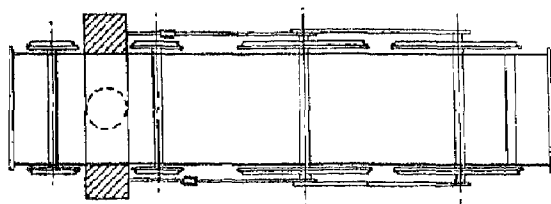


شكل نمرة (١٣)

قطع الحركة :



الاسطوانات من الداخل



الاسطوانات من الخارج

شكل نمرة (١٤)

تشمل قطع الحركة الأسطوانات التي يعمل بداخلها البخار مسبباً اندفاع المكبس piston في حركة ذهابية وإيابية . ويتصل المكبس بعمود ينتهى إلى قطعة تسمى الرأس crosshead يتصل بها من الجهة الأخرى عمود التوصيل connecting rod الذى يتصل من طرفه الآخر بكرنك crank متصل بالمعجلة في حالة الأسطوانات الخارجية وبداخلها في حالة الأسطوانات الداخلية انظر شكل نمرة (١٣) و (١٤) وبهذا الاتصال تتحول الحركة المستقيمة داخل الأسطوانة إلى حركة دائرية في عجلات الجر يتسبب عنها دورانها . وتشمل القاطرة عدا ذلك صمامات البخار وجهاز عكس الحركة .

وللقاطرة العادية اسطوانتان توضعان إما في داخل القاعدة أو في خارجها عند طرفها الأمامي . وقد زيد عدد الأسطوانات في بعض القاطرات أخيراً إلى ثلاثة وأربعة وذلك لتصغير حجمها وما يتبعها من قطع فتوضع أسطوانة في الداخل واثنيتان في الخارج في حالة الثلاث أسطوانات واثنيتان في الداخل ومثلها في الخارج في حالة الأربعة أسطوانات وذلك للمائل .

العربة :

تشمل العربة الهيكل والسوست والدناجل والمجالات وأعتاب الاصطدام وجهازى الشد في الطرفين . ويتركب الهيكل في القاطرات البريطانية من لوحين طويلين من الصلب " و " شكل نمرة (١٤) يتراوح سمكهما بين بوصة و ١ ١/٨ بوصة موضوعين على الجانبين ومثبتين عرضياً ببعضهما بأعتاب التقوية ولحفظهما على البعد اللازم . ويعتبر عتب الاصطدام الأمامي واحداً من أعتاب التقوية هذه ويتلوه عتب يأتي بعد الاسطوانتين في حالة الاسطوانات الخارجة وهو عتب صب يرشم في اللوحين فإذا كان للقاطرة بوجى أمامى جهاز العتب بمحور boss يتكئ بواسطته على البوجى . وأما في حالة الاسطوانات الداخلية فإن جسم الاسطوانتين يقوم مقام عتب التقوية وهناك عدا ذلك من أعتاب التقوية واحد بين الاسطوانات ومحور عجالات الجر الأمامية وآخر قبل الفرغ فى الشكل نمرة (١٤) :

١ - يمثل عتب الاصطدام .

ب - « جسم الأسطوانات .

ج - « عتب الحركة .

د - « عتب تقوية .

هـ - « صندوق الجر .

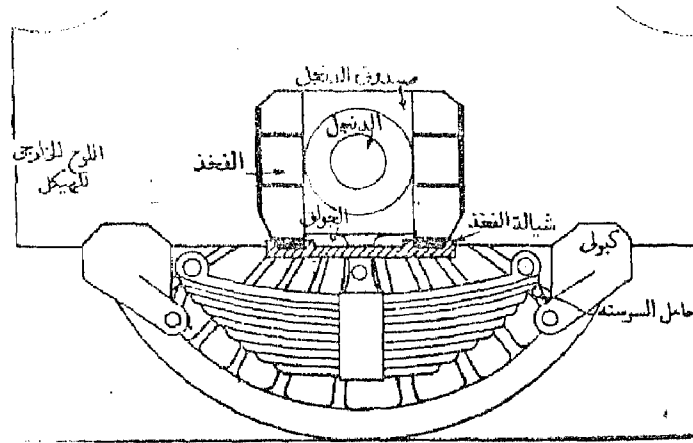
الدناجل وصناديق الدناجل والسوست :

يوجد بلوحي الهيكل الخارجيين فتحات horns تمر فيها دناجل المجالات وتقوى هذه الفتحات من جوانبها بسبيكة من الصلب تسمى أنفاذ horn - blocks ذات أسطح مستوية ينزلق فيها رأسياً صندوق الدناجل axle box . ويربط الدناجلين من أسفل بواسطة قضيب حافظ horn - keep يسمى شباله الفخذ وذلك لمنع تباعدهما .

أما صندوق الدناجل فهو عبارة عن صندوق ثقيل من الحديد أو الصلب أو السبيكة gunmetal مجهز في وجهيه الجانبيين بحفرتين متسمكتين تمكنه من اتخاذ مكانه بين السبيكتين السالفتين . ويخروط الصندوق من داخله إذا كان من الصلب أو الحديد المطاوع لإعداد مكان توضع فيه قطعة من سبيكة خاصة تسمى النحاسة تخروط هى بدورها إلى نصف قطر الدناجل لتتكئ عليه . وتبطن النحاسة من سطحها المخروط

بطبقة من مخلوط معدني أبيض طرى يساعد على تقليل الاحتكاك إذا كان التشحيم غير جيد وحفظ النحاسية من تأثير حرارة الاحتكاك . فإذا ارتفعت الحرارة كثيراً انصهر المخلوط المعدني^(١) مكوناً طبقة سائلة حول ارتكاز الدنجل تحميه من التلف . ويجوف صندوق الدنجل من أعلا ويستعمل التجويف كمستودع لزيت التشحيم ويقفل الصندوق من أسفل بغطاء من الحديد أو الظهر axle - box keep يسمى الجولق فيشكلون فراغ على هيئة مستودع آخر يملأ بالزيت وبالغطاء قطعة أسطوانة تلامس الدنجل من أسفل باستمرار وذلك بفعل زنبرك خفيف فتبقى مشبعة وتزيت ارتكازه على الدوام .

ويحتفظ الجولق بوضعه في صندوق الدنجل بواسطة مسارين طويلين يمران في الدنجل والجولق معاً وقد يستعمل مسار واحد كما هو الحال غالباً فيزداد قطره إلى الحد الذي يكفل له القدرة على الاضطلاع بالحمل ويتم الاتصال في حالة السوستة الموضوعة تحت الدنجل بواسطة مسار ذي عين يبرز من شئالة الفخذ إلى أسفل ليتصل بمقبض السوستة بواسطة محور كما هو واضح في الشكل نمرة (١٥) وتتصل السوستة بلوح الهيكل من كل من ناحيتها بواسطة حامل على هيئة حلقة يتصل بكابولي مثبت في لوح الهيكل .

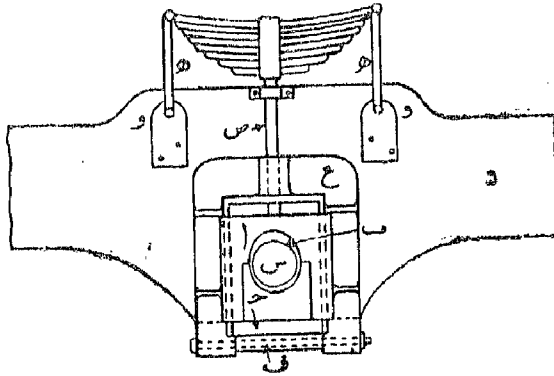


شكل نمرة (١٥)

وهناك طريقة أخرى توضع فيها السوستة من أعلا صندوق الدنجل كما هو موضح في الشكل نمرة (١٦) حيث "س" طرف الدنجل و"ا" جسم الدنجل وحوله النحاسية "ب" و"ح" مستودع الصندوق . ويرتكز الرجل وقطع الحركة على اللوح الرئيسي . وهذا يعلق على السوست بجوامل تربط بالمسامير وإذن ينتقل الحمل بواسطة المسار "ص" إلى أعلا صندوق الدنجل وعلى ذلك فالصدمات الناجمة عن السير تنتهي إلى ذبذبة السوستة وهذه تضعف أثرها وتمتصها .

والسوست على أنواع فمنها السوست اللوحية كما وضح سابقاً ومنها الحلزونية وهي أكثر شيوعاً في عجلات الجر . وتعمل السوست اللوحية من ورق السوست الجيد وذلك بعرض خمسة بوصات وممك

(١) لانخفاض درجة انصهاره .



- أ : صندوق الدنجل
 ب : النعاسة
 ج : الجواق
 د : اللوح الخارجى للهيكل
 هـ : حوامل السوسته
 ف : شياطة الفخذ
 و : محاور السوسته
 س : طرف الدنجل
 أو بنز السكسى
 س : عامود السوسته
 ع : الأنثاذ

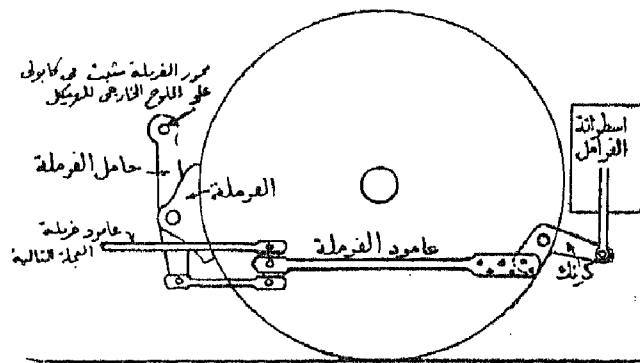
شكل نمرة (١٦)

بوصة ويتراوح عددها تبعاً للحمل الواقع عليها .
 وتحفظ الأوراق مع بعضها بواسطة مقبض يتصل
 بعين المسمار المدلى من الجواق .
 ويقع الحمل الأكبر من القاطرة على السوست
 فينتقل إليها بواسطة الكوابيل والحوامل غير أن
 هناك حملاً لا يستفيد بالسوست وهو يتألف من
 العجلات ودناجلها والكرنسكات وغيرها وهذا
 الحمل يسير على القضبان على هيئة حمل ميت .

الفرامل brakes :

تؤدي الفرامل وظيفتها إما بتحريكها باليد أو
 بقوة محرّكة آلية كما هو الحال في قاطرات الأكسبريس

جميعها وفي بعض قاطرات البضائع . والقوة المحركة إما أن تولد بضغط الهواء أو بطريقة الفراغ الأوتوماتيكي
 أو البخار . وتستعمل الطريقتان الأخيرتان مما في الغالب فتفرمل القاطرة وعربة الصهريج بطريقة البخار
 وما يتلوها من عربات بواسطة الفراغ الأوتوماتيكي . والجهاز المستعمل لفرملة عجلات القاطرة متماثل في
 أساسه في الحالات جميعها وهو يتكون من أسطوانة موضوعة تحت ممشي القاطرة ينتهي عامود مكبسها
 بكرنك ينتهي من طرفه الآخر بعامود يتصل بأعمدة أخرى إلى العجلات المتتابعة . وتوضح العملية من
 الشكل نمرة (١٧) .



شكل نمرة (١٧)

الاصطدامات وعامود الجر buffers and draw bar :

الاصطدام عبارة عن أسطوانة مجوفة يمر من وسطها ساق ينتهي برأس الاصطدام من ناحية ويتصل
 من الناحية الأخرى بزنبك حلزوني قوى ينضغط في حالة الاصطدام .

وهناك خطاف للجر تمر ساقه من وسط عتب الاصطدام الأمامي حيث يثبت من نهايته في زنبرك حازوني بواسطة صامولة فينضغط الزنبرك في حالة الجر انظر شكل نمرة (١٢) .

أما في الناحية الخلفية من القاطرة فإن الاتصال بعربة الصهرنج موفور بواسطة قضيب له عين يمر فيها مسمار كبير يمر بصندوق الجر أيضاً فينتقل شد القاطرة بذلك من صندوق الجر إلى المسمار فقضيب الجر الذي يتصل من ناحيته الأخرى بعربة الصهرنج بواسطة مسمار كبير آخر . وتتصل القاطرة عدا ذلك بعربة الصهرنج بواسطة قضيبين آخرين أصغر مقاسا موضوعين على جانبي القضيب الأصلي وذلك للاحتياط .

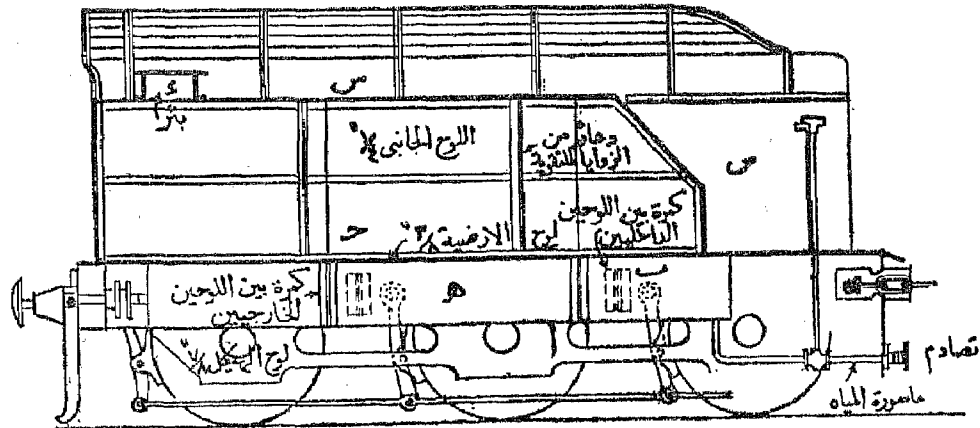
جهاز الرمل : sand box

ولكي تتمتع عجلات الجر من الدوران على الفاضى في حالة القضبان المبتلة أو عند ابتداء الحركة يسكب الرمل على القضيب أمام عجلات الجر . ويحفظ الرمل داخل صندوق من الظهر موضوع على مشى القاطرة أو تحته وتتصل به ماسورة تسكب الرمل على القضيب . وللصندوق صمام موضوع أعلا فتحة الصندوق يمكن فتحه وقلعه بواسطة قضيب طويل في متناول يد السائق . وفي القاطرات الحديثة يستعمل البخار أو الهواء المضغوط لوضع الرمل على القضيب . والقاطرات البريطانية الحديثة مجهزة بصناديق رمل تعمل بالبخار .

ويجب أن يكون الرمل المستعمل رقيقا وجافا وإلا سدت الماسورة والصمام . وعلى ذلك فيحسن أن تجهز أحواش القاطرات بأفران لتجفيف الرمل .

الصهرنج : tender

الصهرنج هو عربة قائمة بذاتها المقصود بها حمل الوقود والمياه اللازمين لاستخراج البخار أثناء الرحلة . وتحمل عربة الصهرنج بين ألفين وخمسة آلاف جالون من المياه وبين خمسة أطنان من الفحم وسبعة .



شكل نمرة (١٨)

ويرتكز الصهرنج في العادة على ست عجلات وهناك من عربات الصهرنج ما هو يحمل على زوجين من

عجلات البوجى وذلك فى الخطوط الطويلة . غير أن ثقل مثل هذه العربات يقلل من مقدار وزن القطار الذى تجره القاطرة . وللتغلب على هذا تجهز بعض القاطرات بجهاز يمكن من ملئ خزان المياه من قناة تعد بين القضيبين .

ويتكون هيكل عربة الصهرىج فى العادة من أربعة ألواح طولية سمكها حوالى $\frac{1}{8}$ بوصة اثنين على كل جانب وتقع بينهما العجلات . ويجهز اللوحان الخارجيان " أ " فقط بصناديق الدناجل أما الداخلان فيربطان ببعضهما عرضيا بواسطة ألواح وزوايا تقع بين دناجل العجلات ويربط اللوح الداخلى بالخارج بألواح وزوايا أخرى مبينة فى الشكل بالحرف " ب " تقع متوسطة بين العجلات المتعاقبة . وتستغل هذه الأربطة فى نفس الوقت كحوامل لقاعدة خزان المياه . وتربط عربة الصهرىج فى القاطرة بواسطة قضيب الجر الذى أتينا على ذكره فيما سبق وتجهز باصطدامين فى مقدمتها يتكئان على اللوح الخلفى للقاطرة ويحتفظان بوضعهما نتيجة انضغاط زنبركيهما .

ويحتوى الجزء الأعلا من عربة الصهرىج على مستودع المياه " ح " . والمستودع منفصل عن الهيكل ويبلغ سمك لوح قاعدته حوالى $\frac{1}{8}$ بوصة . ويعتمد اللوح إلى الأمام إلى خارج المستودع ليكون جزءا من أرضية كشك القيادة ويتصل هذا اللوح من طرفه بلوح قصير وذلك بواسطة مفصل فيغطى اللوح القصير الفراغ بين الأرضية فى عربة الصهرىج والقاطرة . ويبلغ سمك اللوح الجانبى للمستودع $\frac{1}{4}$ بوصة ويقوى المستودع من الداخل بواسطة شدادات وزوايا من الصلب .

ويوجد بأعلا المستودع وبالقرب من آخره فتحة التفتيش " د " وهى تستعمل للماء بالمياه .

وحيث أن الحيز " ح " لا يكفى لخزن المياه اللازمة دون زيادة ارتفاعه فإن الحيز " هـ " ويسمى البئر يستعمل لخزن كمية أخرى من المياه وذلك فى بعض عربات الصهارىج الحديثة . وهذا البئر عبارة عن حيز ضيق يقع تحت منسوب لوح الأرضية وبين اللوحين الداخليين وبطول العربة .

ويقع حيز الفحم " س س " فى مقدمة العربة ويستمر إلى ثلاثى طولها وتعمل قاعدته بانحدار حتى يتسنى للفحم أن يتسلسل بسهولة إلى الأمام ليسهل العمل على الوقاد .

وتعمل وصلات المياه بين القاطرة وعربة الفحم بواسطة مواسير متحركة flexible pipes أو مواسير ذات وصلات متحركة صوتا لها من الاهتزازات الرأسية والعرضية . وكانت مياه التغذية تنقل قبلا إلى الرجل بواسطة طلمبات ولكنها تنقل الآن بواسطة حافنات injectors فى مكنتها دفع المياه إلى داخل الرجل ضد ضغط البخار .

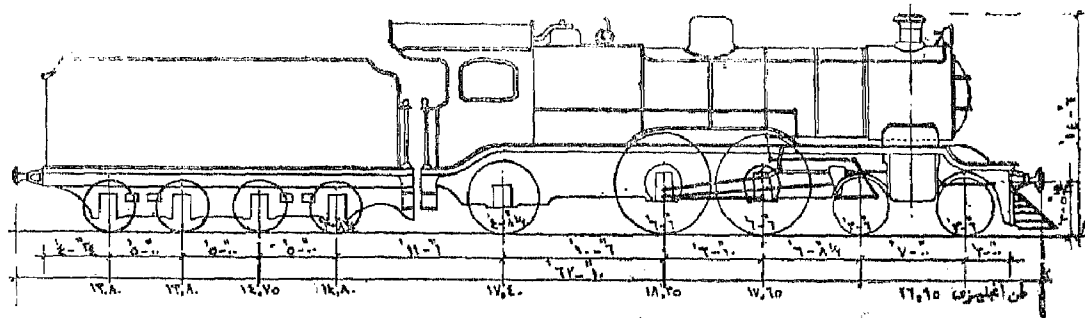
قاطرات السكة الحديد المصرية :

كانت قاطرات السكة الحديد المصرية إلا القليل منها حتى سنة ١٩١٤ على خمسة طرازات كلها تشتغل بالبخار المشبع saturated steam وهى (٢ - ٤ - ٠) (٢ - ٢ - ٢) (٤ - ٤ - ٠) لقاطرات

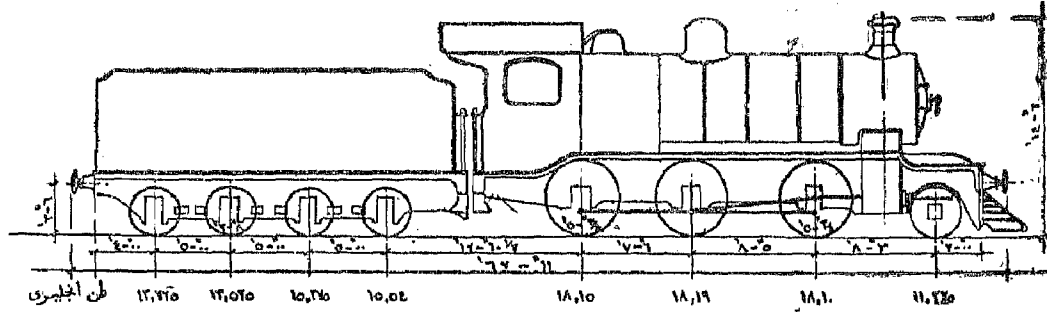
الركاب (٠ - ٦ - ٠) لقاطرات البضائع (٠ - ٦ - ٠) ذات الصهر ريج خطوط الضواحي ولأعمال المناورة .

وفي سنة ١٩١٤ استعملت القاطرات ذات محمصة البخار superheated engines . ولهذا النوع مزايا اقتصادية وجهت نظر المصاحبة إلى تعميمه وطرأاته المستعملة هي (٤ - ٤ - ٢) لقاطرات الأكسبريس (٢ - ٦ - ٠) لقاطرات البضائع (٢ - ٦ - ٢) (٤ - ٦ - ٢) ذات الصهر ريج للركاب والبضائع وأعمال المناورة .

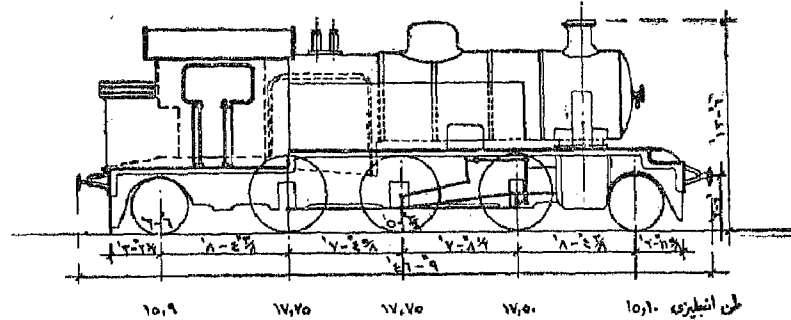
وتستعمل المصاحبة عربات بخارية في خطوط الضواحي وبين عواصم المديرية وخصوصاً في الجهات التي تشمر فيها بمضاربة السيارات الأهلية . وقد استوردت أخيراً عربات ديزل تسيرها في كثير من الجهات . وفيما يلي بيان لبعض قاطرات السكك الحديدية المصرية وأوزانها شكلية نمرة (١٩) و (٢٠) .



قاطرة ركاب



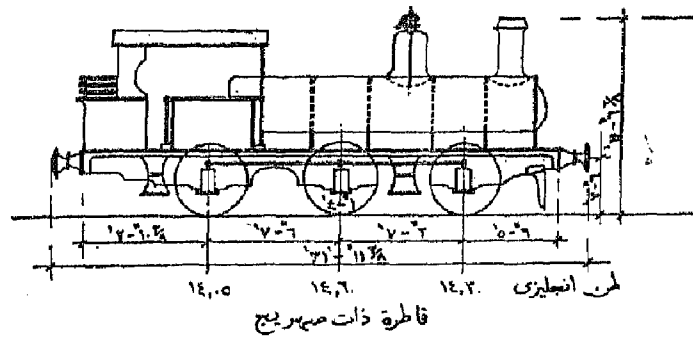
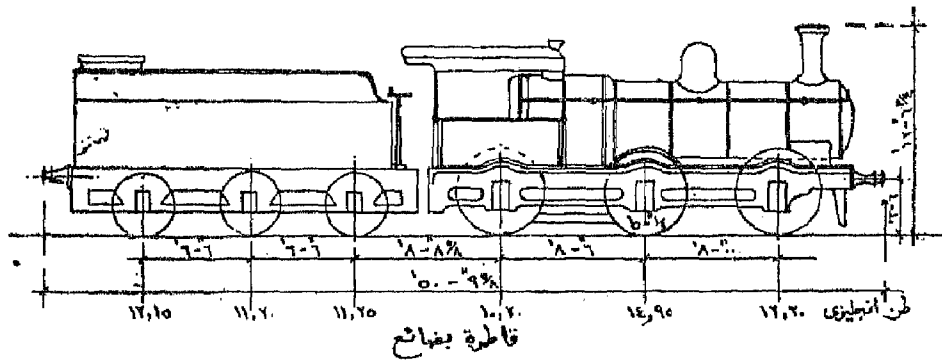
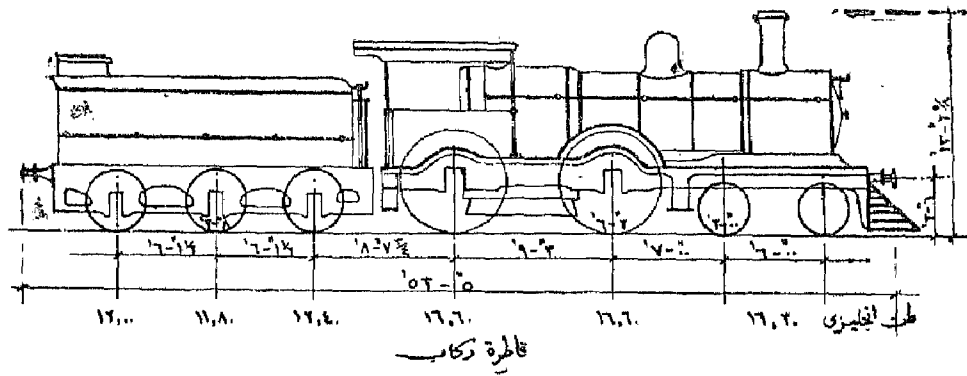
قاطرة بضائع



قاطرة ذات صهر ريج

قاطرات البخار المحمصة SUPERHEATED ENGINES

شكل نمرة (١٩)



قاطرات البخار المشبع SATURATED STEAM ENGINES

شكل نمرة (٢٠)