الباب الاول

السكة والقاطرة وتطوراتهما

نبذة تاريخية :

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

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

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

وفى سنة ١٨١١ سجل جون بلنكنسوب John Blenkinsop تصميما لقاطرة ذات عجلات أشبه بالترس تتحرك على قضبان مسننة وقد نجحت هذه الطريقة حيث استعملت فى مناجم مدلتون Middleton Colliery بليدز . وقد استعملت هذه الفكرة فيما بعـد فى بناء الخطوط الجبلية الهـامة فى مختلف أنحاء المعمورة حيث انحدار الأرض كبير .

وفى سـنة ١٨١٢ بنى وليم هيـدلى William Hedley قاطرتان لمناجم ويلام Wilam Colliery بالقرب من نهر التين اعتمدت كل منهما على وزنها فى عملية الجر .

وفى سـنة ١٨١٤ بنى جورج ستيفنس George Stephenson قاطرته الأولى وكان النجاح الذى صادفه فيها أكبر حافز له على أن يقترح أن تجر العربات فى الخط بين ستكتون ودارلنجتون Stockton & Darlington بانجلترا بواسطة القاطرات البخارية فتم ذلك فى ٢٧ سبتمبر سنة ١٨٢٥ . ويعد خط ستكتون دارلنجتون أول خط حديدى فى العالم . وكان مفرداً بطول ٣٨ ميلا ومزدوجاً كل ¼ ميل . وكان وزن قطاره ٨٠ طناً . ويمكن القول بحق أن السكك الحديدية بدأت عهدها بافتتاح هذا الخط .

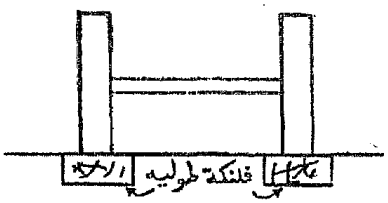
وقد ظل نقل الركاب بعد هذا التاريخ قائماً بواسطة الجياد حتى سـنة ١٨٣٣ حيث قامت القاطرات البخارية مقامها نهائياً .

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 هـذا الخط فى ١٥ سبتمبر سـنة ١٨٣٠ وكان مزدوجاً وبطول ٣١ ميلا . وقد كان نجاح هـذا الخط نتيجة مباشرة للنجاح الذى أحرزته قاطرة ستيفنسن المسماة روكيت Rocket فى التجارب التى أجريت عليها فى منطقة الرينهل Rainhill فى أكتوبر سنة ١٨٢٩ .

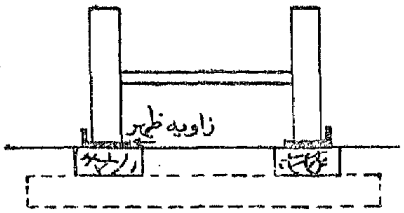
وقد قامت المشاريع الحديدية منـذ ذلك التاريخ على قدم وساق ليس فقط فى بريطانيا بل وفى أوربا وبقية القارات ففى أمريكا افتتح أول خط حديدى سنة ١٨٣٠ وفى أوربا سنة ١٨٣٢ ، وفى مصر سنة ١٨٥٢ وقام ببنائه روبرت ستيفنسن Robert Stephenson . وافتتح أول خط فى آسيا سـنة ١٨٥٣ وفى استراليا سنة ١٨٥٤ .

السكة :

ذكرنا فى الـكلمات السابقة أن الخامات المعدنية كانت تنقل فى عربات تجرها الجياد أو الرجال فوق الطرق وكثيراً ما كانت عجلات هذه العربات تغرس فى سطح الطريق نتيجة حملها وبالأخص عنـد أول الطريق بالقرب من المنجم حيث الحركة كبيرة . وقد كانت الطرق تنوء تحت هذا العبء بسرعة فاتجهت الفكرة فى سنة ١٦١٨ إلى معالجة هذا العيب بوضع قضبان خشبيه طولية كما هو موضح فى الشكل نمرة (١) تسـير 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 هـذه الألواح كان من الصـعوبة بمكان فـكثيراً ما كانت تسـقط العجلات منهـا فاستعيض عن ألواح الظهر بزوايا كما هو موضح فى الشكل نمرة (٢) لتحفظ العجلات بينها . غير أن الصـدمات الجانبية للعربات كانت تسبب انفراج القضيبين عن بعضهما فوضعت أخشاب عرضية تحت الأخشاب الطولية لحفظ مسافة القضبان .

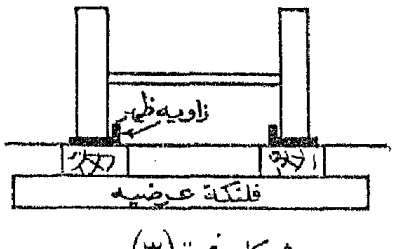


شكل نمرة (١)



شكل نمرة (٢)

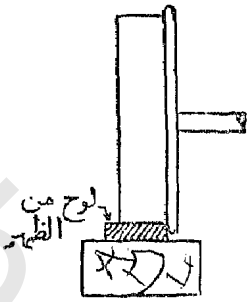
وقد اتضح بعد ذلك أن الأتربة وخلافها كانت تتراكم بين القضبان مما جعل العجلات تسقط خارجها فقلبت الزاوية وجعلت حافتها الرأسية من الداخل بدل الخارج . انظر شكل نمرة (٣) .



شكل نمرة (٣)

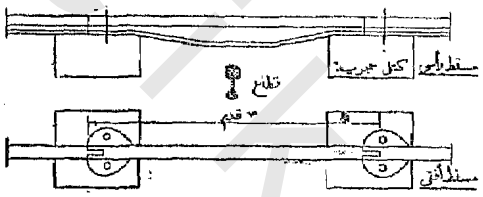
وكثيراً ما كانت الزوايا توضع على الأخشاب العرضية مباشرة فأصبحت تسمى قضبان كما سميت الأخشاب العرضية بعد الاستغناء عن الأخشاب الطولية بالفلنكات .

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

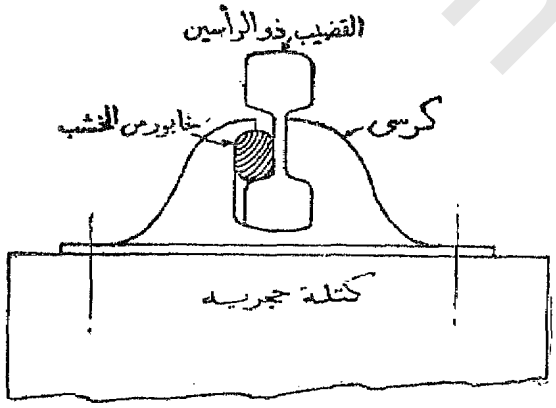


شكل (٤)

وفى سنة ١٧٨٩ ظهرت أيضاً قضبان من حديد الظهر بطول ياردة كان يطلق عليها اسم قضبان بطن السمكة fish belly وهذه مبينة فى الشكل نمرة (٥) ولها رأسان تفرطحت إحداهما لتكون مقعداً ووصلة للقضيب التالى . وكانت تثبت هذه فى الفلنكات بواسطة مسامير خاصة spikes غير أن هذه القضبان كانت ضعيفة وكانت تكسر بسهولة إلى أن عملت من الحديد المطاوع فى سنة ١٨٠٥ .


شكل نمرة (٥)
قضيب بطن السمكة

وفى سنة ١٨٣٥ ظهرت قضبان الحديد المطاوع ذات الرأسين وهذه كانت تثبت بواسطة كراسى خاصة فى كتل حجرية مقاس ١٨ بوصة × ١٨ بوصة فى القطوع وفى فلنكات خشبية فى الجسور وفى الأراضى الضعيفة . وكان القضيب يثبت فى موضعه داخل الكرسى بواسطة خابور من الخشب كما هو مبين فى الشكل نمرة (٦) .



شكل نمرة (٦)

ثم ازدادت أطوال القضبان بعد ذلك فزيد عدد الكراسى الحاملة لها ، ثم رؤى ضرورة وصل أطراف القضبان بعضها 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 .

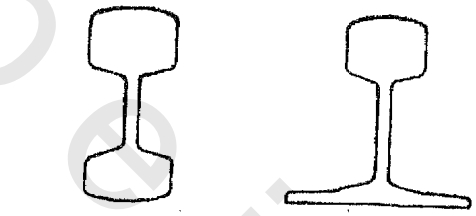
وكانت الفكرة من عمل القضيب ذى رأسين Double-headed هى إمكان قلب القضيب داخل الكراسى للاستفادة من الرأس الأخرى واستعمال أربعة حافات بدلا من اثنتين غير أن الكراسى كثيراً ما كانت تترك آثاراً فى الرأس السفلى جعلت قلب القضيب أمراً عديم الجدوى لعدم صلاحيته فانتهى الأمر إلى تكبير الرأس العلوية بمقدار التآكل فنتج عن ذلك القضيب المشهور باسم الديسمتريك أو الإنجليزى Bull - headed شكل نمرة (٧) .

وقد جرب تكبير الرأس العلوية بإضافة طبقة من الصلب فوق القضيب ذى الرأسين ولكن هذه الطريقة لم تصادف نجاحا . ولم تصنع القضبان من الصلب إلا بعد أن نجح بسمر Bessemer فى 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 مترا و١٨٦ مترا فى بعض السكك الحديدية وزاد الوزن حتى بلغ فى بعض القضبان ٥٥ كيلو جراما المتر الطولى .

وفى سنة ١٨٣٦ ابتدع فنيول Vignole القضيب المعروف باسمه والذى يختلف عن قضيب الديسمتريك فى أن رأسه السفلى سحبت لتكون قاعدة تقرب فى العادة من ارتفاع القضيب ليرتكز بها على الفلنكات دون الحاجة إلى الكراسى والقضيب مبين فى الشكل نمرة (٧) .



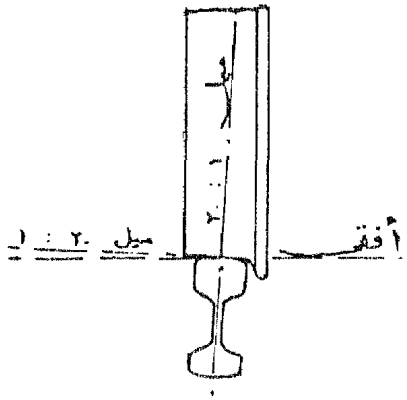
شكل نمره (٧)

وأول قضبان استعملت فى مصر كانت من الحديد المطاوع وبطول ٢٠ و ٢١ قدما وكانت من النوع الديسمتريك . ثم استعملت قضبان الفنيول بطول ثمانية أمتار وعشرة . ثم استعملت قضبان بأطوال وأوزان عديدة نذكر منها أهمها وهو ما زال مستعملا وهى القضبان الديسمتريك بطول ١٢٫٨٠ مترا وزنة ٤٢٫٣٨٫٦ كيلوجراما المتر الطولى وقضبان الفنيول بطول ١٢ مترا وقطاع زنة ٤٧٫٤٦٫٤٢٫٣٧٫٤ كيلوجراما على التوالى .

وقضبان ٤٦ كيلوجرام تستبدل الآن بقضبان ٤٧ كيلو جرام وذلك على الخطوط الرئيسية . وقد قامت مصلحة السكك الحديدية بعمل تجارب على قضبان موصولة ببعضها بواسطة اللحام طولها ٣٦ مترا على الخط الحديدى 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 فلنكتى الوصلة واستعمال البلنجة القصيرة الجديدة .

وتصنع القضبان الآن من الصلب ذى الشد العالى ليقاوم التآكل . وتستعمل قضبان الصلب المنجنيزى والصلب الكرومى فى خطوط الضواحى وخطوط تحت الأرض فى لندن وباريس وبرلين حيث الحركة فى ساعات الضغط شديدة إذ يسير بعضها بمعدل قطار كل 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 فى الشكل نمرة (٨) وذلك :



شكل نمرة (٨)

أولا — لتقليل الهزات العرضية حيث يقاوم وزن العربة حركة صعود العجلة فوق القضيب .

ثانياً — لتجعل رد فعل العجلة على القضيب عموديا .

ثالثاً — لتجعل القضبان أقل عرضة للانقلاب .

وقد جرب الأمريكيون القضبان رأسية والعجلات أسطوانية فلم تأت بنتيجة .

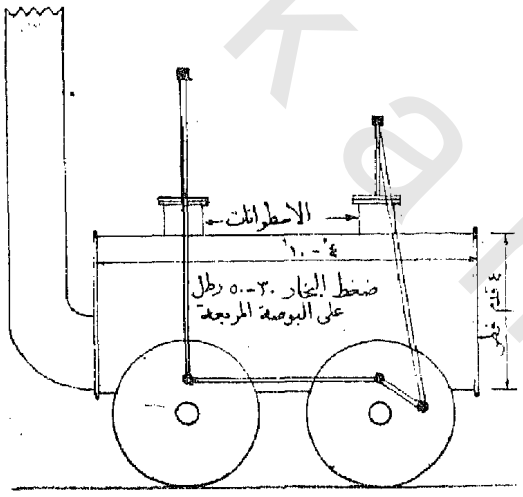
وحاول الفرنسيون فى سنة ١٩١٨ التغاضى عن هذا الميل فلم ينجحوا فى خط الأست Est Railway فى سنة ١٩٢١ ظهر تآكل شديد فى الرأس العلوية للقضيب وذلك بعد مدة تراوحت بين ستة أشهر وسنة وتكونت طبقة فوقها نتيجة سيولة الصلب كما سببت القوة المركزية الطاردة فى المنحنيات قص المسامير الخشابى .

القاطرات :

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

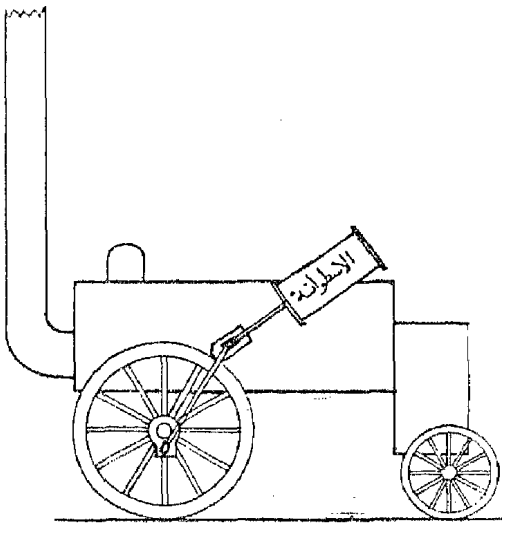
فى سنة ١٨٢٥ بنى جورج ستيفنسن قاطرته رقم ١ (٠ — ٤ — ٠) وكانت أسطواناتها رأسية وموضوعة فوق المرجل انظر شكل نمرة (٩) . وقد استعملت فى جر أول خط حديدى فى العالم بين ستكتون ودارلنجتون فى انجلترا . وكانت تزن سبعة أطنان تقريباً وتجر قطاراً يتراوح وزنه بين ٦٠ و ٧٠ طنا على الأفق بسرعه ثمانية كيلو مترات فى الساعة .

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



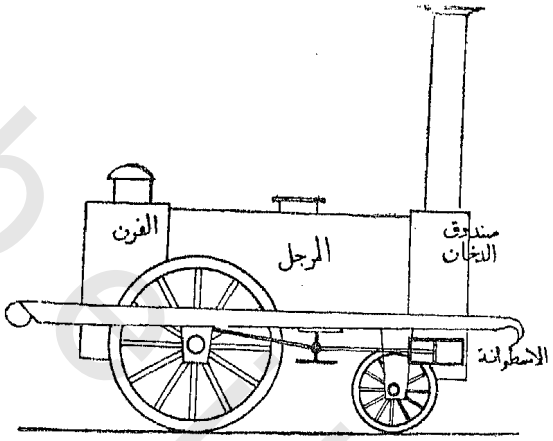
شكل نمرة (٩)
قاطرة ستيفنسن رقم « ١ »

وفى 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 فى العام التالى وقد وضعت اسطواناتها على زاوية ٣٥° مع الأفق وفى جانب المرجل وكان قطرها ثمانية بوصات ومشوارها ١٧ بوصة . وكانت عجلاتها الجارة بقطر أربعة أقدام وثمانية بوصات ونصف ومرجلها بقطر ثلاثة أقدام



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

وأربعة بوصات وبطول ستة أقدام وكان صندوق النار فيها بمقاس قدمين طولا وثلاثة عرضا ومثلها ارتفاعا وكانت مساحة سطح التسخين ١١٧ ٣/٤ قدما مسطحا . وكانت القاطرة تزن وهى فى حالة العمل أربعة أطنان وخمسة هندردويت والصهريج ثلاثة أطنان وأربعة هندردويت وعند ما جربت القاطرة عند ضغط ٧٠ رطلا انتفخ المرجل فدعم من الداخل بأسياخ طولية فتحمل ضغطا قدره ١٢٠ رطلا ثم دعم مرة أخرى فتحمل ١٥٠ رطلا .



شكل نمرة (١١)
قاطرة ستيفنسن رقم «٣» بلانت

وفى سنة ١٨٣٠ بنى ستيفنسن قاطرته رقم ٣ المسماة بلانت Planet وطرازها (٢ — ٢ — ٠) انظر شكل نمرة (١١) وقد جعلت اسطواناتها أفقية كما هو الحال فى القاطرات الحالية . وكان قطرها ١١ بوصة ومشوارها ١٦ بوصة وكانت موضوعة داخل صندوق الدخان smoke box وكان قطر عجلاتها الجارة خمسة أقدام والأمامية ثلاثة أقدام . وكان المرجل يحتوى على ١٢٩ أنبوبة تسخين بقطر ١ ٥/٨ بوصة وكانت القاطرة تزن وهى فى 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 والمرجل ذى الأنابيب والحاوى لصندوق النار والقاعدة الحاملة للمرجل .

وقد اضطرد التقدم منذ ذاك التاريخ فى تصميم القاطرات ويمكن تلخيص التحسينات التى أدخلت فى 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 والاتزان .

(٣) تحميص البخار superheating لأكسابه 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 فى 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 .

وفى سنة ١٩٢٩ ابتدعت فى انجلترا وألمانيا القاطرات ذات الضغط العالى المركب water tube high

pressure compound locomotives فأثبتت جدارتها . والقاطرة نمرة ١٠٠٠ر١٠ لسكة حديد لندن والشمالى الشرقى L. N. E. R. هى من هذا النوع وطرازها (٤ — ٦ — ٤) ويبلغ الضغط فيها ٤٥٠ رطلا على البوصة المربعة وقطر عجلاتها الجارة ستة أقدام وثمانية بوصات وهى ذات أربعة أسطوانات مزدوجة وزنتها بما فيها عربة الصهريج ١٦٦ طنا والوزن المحدث للتماسك ٥ر٦٢ طنا .

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

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

وأما الديزل الكهربائى electric diesel فإن التجارب عليه قد دلت أنه سائر فى طريق التقدم .

طراز القاطرة :

يستعمل لبيان طراز القاطرة ثلاثة أرقام على النحو التالى (ا — ب — ح) ويدل العدد الأول "ا" 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 . فمثلا قاطرة شركة لندن والشمال الشرقى نمرة ١٠٠٠٠ هى 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 ا أو ح فمثلا قاطرة من طراز (٠ — ٦ — ٠) تدل على أن ليس بها عجلات أمامية أو خلفية وعجلاتها جميعاً جارة وعددها ستة .

وصف اجمالى القاطرات :

تسير القاطرات على وجه الإجمال بآلات يستعمل فى وقودها الفحم[1] ومرجلها ذو أنابيب وتشتغل تحت ضغط يتراوح بين ١٨٠ و ٢٥٠ 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 .

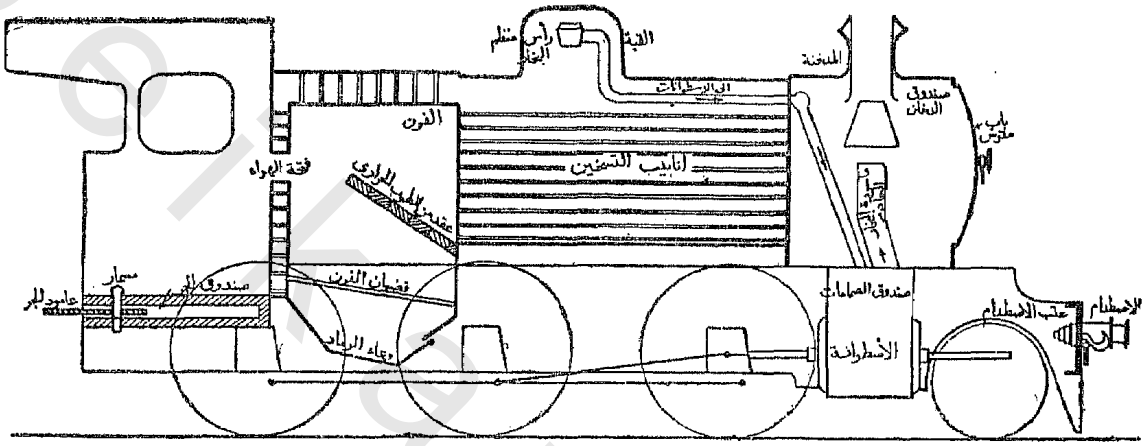
(٣) العربة carriage وتشمل القاعدة أو الهيكل الذى تثبت عليه الاسطوانات وقطع الحركة

---

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

والمرجل وهى التى تنقل حركة الجر إلى القطار بواسطة عامود الجر draw bar الذى يربطها به .

ويتصل بالهيكل فى العادة عربة صهريج tender لحمل الفحم والمياه اللازمين للرحلة . ويستعاض عن هذه العربة فى القاطرات التى تشتغل فى خطوط الضواحى بوضع الفحم فى مكان خاص خلف القاطرة والمياه داخل صهاريج فى جوانبها tank engines .



شكل نمرة (١٢)

المرجل :

ينقسم المرجل إلى ثلاثة أقسام :

أ — صندوق النار أوالفرن Fire box وهو عبارة عن متسع مستطيل الشكل يقع فى نهاية المرجل من الخلف ويوضع فيه الفحم لحرقه .

ب — الجزء الأسطوانى ويحتوى على عدد كبير من الأنابيب يمر بها ناتج الاحتراق فيسبب تسخين المياه التى حولها .

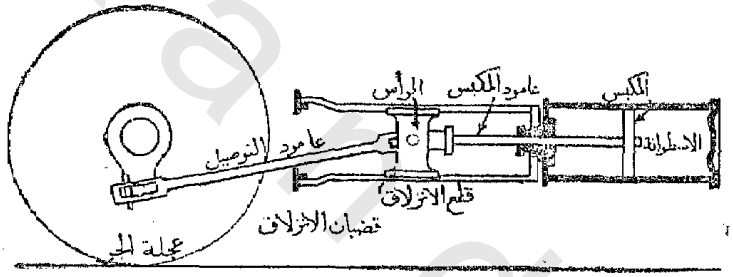
ح — صندوق الدخان Smoke box وهو متسع فى نهاية المرجل من الأمام تمر به غازات الاحتراق وهى فى طريقها من أنابيب التسخين إلى المدخنة . وتوضع المدخنة فى أعلا صندوق الدخان ويمر بالصندوق أيضاً ماسورة العادم blast pipe التى يسلكها البخار فى اندفاعه من الاسطوانات إلى أعلا المدخنة فيساعد بذلك على سحب غازات الاحتراق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

والمرجل عبارة عن غلاف أسطوانى الشكل يتراوح قطره فى القاطرات البريطانية بين أربعة أقدام وخمسة أقدام ونصف وطوله بين عشرة أقدام وستة عشر ونصف . ويصنع من ألواح الصلب التى سمكها $\frac{7}{16}$ بوصة وذلك فى القاطرات الصغيرة و $\frac{1}{2}$ و $\frac{11}{16}$ بوصة فى القاطرات الكبيرة . ويتوقف هذا السمك بطبيعة الحال على مقدار ضغط البخار وعلى قطر الاسطوانة . ويعمل الغلاف فى العادة من حلقتين أو ثلاثة

تتصل ببعضها عرضياً بمسامير البرشام . وتقفل كل حلقة فى شكل دائرة مضبوطة وتبرشم حافتها طولياً على هيأة وصلة مزدوجة butt Joint .

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

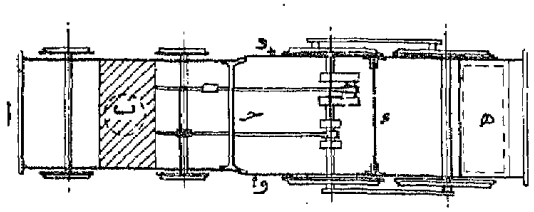
وتحتوى اسطوانة المرجل على عدد كبير من أنابيب التسخين يتراوح قطرها بين $1\frac{5}{8}$ و $2\frac{1}{4}$ بوصة وعددها بين ١٧٠ و ٣٨٠ . ويتوقف العدد بطبيعة الحال على قطر الأسطوانة ومقاس الأنبوبة والغرض من الأنابيب هو إعداد سطح كبير للتسخين تمر بداخله الغازات الساخنة الآتية من الفرن فتنتقل حرارتها خلاله إلى المياه المحيطة بها . وتصنع أنابيب التسخين فى العادة من الصلب .



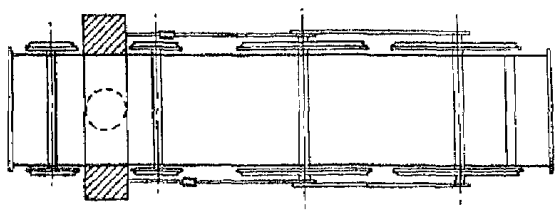
شكل نمرة (١٣)

قطع الحركة :

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



الاسطوانات من الداخل



الاسطوانات من الخارج

شكل نمرة (١٤)

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

العربة :

تشمل العربة الهيكل والسوست والدناجل والعجلات وأعتاب الاصطدام وجهازى الشد فى الطرفين . ويتركب الهيكل فى القاطرات البريطانية من لوحين طويلين من الصلب " و " شكل نمرة (١٤) يتراوح سمكهما بين بوصة و $1\frac{1}{8}$ بوصة موضوعين على الجانبين ومثبتين عرضياً ببعضهما بأعتاب للتقوية ولحفظهما على البعد اللازم . ويعتبر عتب الاصطدام الأمامى واحداً من أعتاب التقوية هذه ويتلوه عتب يأتى بعد الاسطوانتين فى حالة الاسطوانات الخارجة وهو عتب صب يبرشم فى اللوحين فإذا كان للقاطرة بوجى أمامى جهز العتب بمحور boss يتكىء بواسطته على البوجى . وأما فى حالة الاسطوانات الداخلية فإن جسم الاسطوانتين يقوم مقام عتب التقوية وهناك عدا ذلك من أعتاب التقوية واحد بين الاسطوانات ومحور عجلات الجر الأمامية وآخر قبل الفرن ففى الشكل نمرة (١٤) :

ا — يمثل عتب الاصطدام .
ب — « جسم الأسطوانات .
حـ — « عتب الحركة .
ء — « عتب تقوية .
هـ — « صندوق الجر .

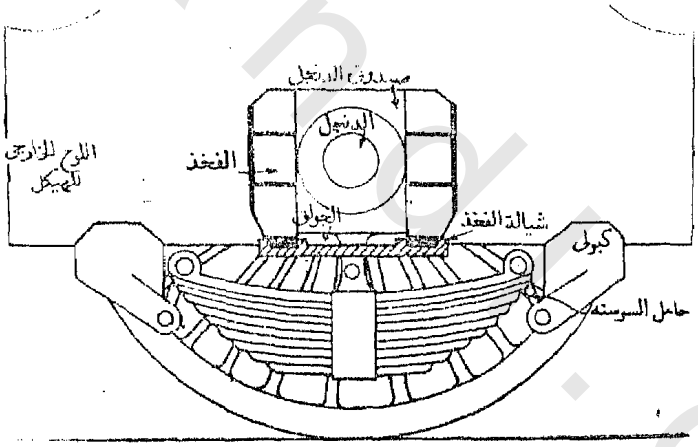
الأفخاذ وصناديق الدناجل والسوست :

يوجد بلوحى الهيكل الخارجيين فتحات horns تمر فيها دناجل العجلات وتقوى هذه الفتحات من جوانبها بسبيكة من الصلب تسمى أفخاذ horn - blocks ذات أسطح مستوية ينزلق فيها رأسياً صندوق الدنجل axle box . ويربط الفخذين من أسفل بواسطة قضيب حافظ horn - keep يسمى شيالة الفخذ وذلك لمنع تباعدهما .

أما صندوق الدنجل فهو عبارة عن صندوق ثقيل من الحديد أو الصلب أو السبيكة gunmetal مجهز فى وجهيه الجانبيين بحفرتين متسعتين تمكنه من اتخاذ مكانه بين السبيكتين السالفتين . ويخرط الصندوق من داخله إذا كان من الصلب أو الحديد المطاوع لإعداد مكان توضع فيه قطعة من سبيكة خاصة تسمى النحاسة تخرط هى بدورها إلى نصف قطر الدنجل لتتكىء عليه . وتبطن النحاسة من سطحها المخروط

بطبقة من مخلوط معدنى أبيض طرى يساعد على تقليل الاحتكاك إذا كان التشحيم غير جيد وحفظ النحاسة من تأثير حرارة الاحتكاك . فإذا ارتفعت الحرارة كثيراً انصهر المخلوط المعدنى[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 فيتكون فراغ على هيأة مستودع آخر يملأ بالزيت وبالغطاء قطعة أسطبة تلامس الدنجل من أسفل باستمرار وذلك بفعل زنبرك خفيف فتبقى مشبعة وتزيت ارتكازه على الدوام .

ويحتفظ الجولق بوضعه فى صندوق الدنجل بواسطة مسمارين طويلين يمران فى الدنجل والجولق معاً وقد يستعمل مسمار واحد كما هو الحال غالباً فيزداد قطره إلى الحد الذى يكفل له القدرة على الاضطلاع بالحمل ويتم الاتصال فى حالة السوستة الموضوعة تحت الدنجل بواسطة مسمار ذى عين يبرز من شيالة الفخذ إلى أسفل ليتصل بمقبض السوستة بواسطة محور كما هو واضح فى الشكل نمرة (١٥) وتتصل السوستة بلوح الهيكل من كل من ناحيتها بواسطة حامل على هيأة حلقة يتصل بكابولى مثبت فى لوح الهيكل .



شكل نمرة (١٥)

وهناك طريقة أخرى توضع فيها السوستة من أعلا صندوق الدنجل كما هو موضح فى الشكل نمرة (١٦) حيث "س" طرف الدنجل و "ا" جسم الدنجل وحوله النحاسة "ب" و "ح" مستودع الصندوق .

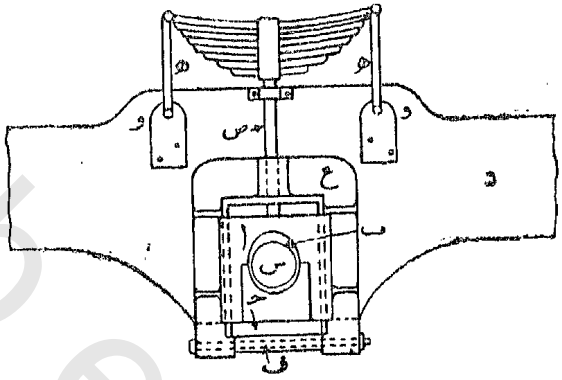
ويرتكز المرجل وقطع الحركة على اللوح الرئيسى . وهذا يعلق على السوست بحوامل تربط بالمسامير وإذن ينتقل الحمل بواسطة المسمار "ص" إلى أعلا صندوق الدنجل وعلى ذلك فالصدمات الناتجة عن السير تنتهى إلى ذبذبة السوستة وهذه تضعف أثرها وتمتصها .

والسوست على أنواع فمنها السوست اللوحية كما وضح سابقا ومنها الحلزونية وهى أكثر شيوعا فى عجلات الجر . وتعمل السوست اللوحية من ورق السوست الجيد وذلك بعرض خمسة بوصات وسمك ½

(١) لانخفاض درجة انصهاره .

بوصة ويتراوح عددها تبعا للحمل الواقع عليها . وتحفظ الأوراق مع بعضها بواسطة مقبض يتصل بعين المسمار المدلى من الجولق .

ويقع الحمل الأكبر من القاطرة على السوست فينتقل إليها بواسطة الكوابيل والحوامل غير أن هناك حملا لا يستفيد بالسوست وهو يتألف من العجلات ودناجلها والكرنكات وغيرها وهذا الحمل يسير على القضبان على هيأة حمل ميت .

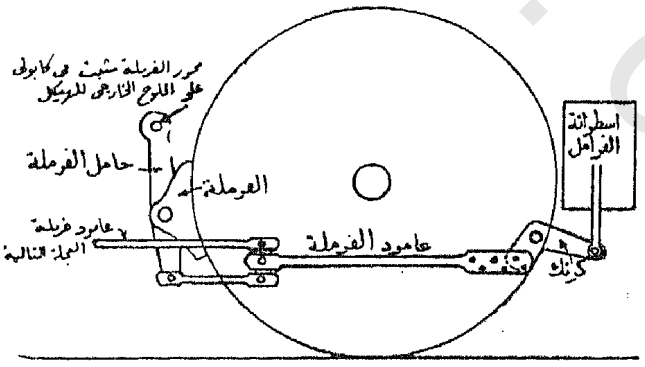


ا : صندوق الدنجل أو الكرسى
ب : النحاسة
ح : الجولق
د : اللوح الخارجى للهيكل
ه : حوامل السوسته
ف : شيالة الفخذ
و : محاور السوسته
س : طرف الدنجل أو بنز الكرسى
ص : عامود السوسته
ع : الأنفاذ

شكل نمرة (١٦)

الفرامل brakes :

تؤدى الفرامل وظيفتها إما بتحريكها باليد أو بقوة محركة آلية كما هو الحال فى قاطرات الأكسبريس جميعها وفى بعض قاطرات البضائع . والقوة المحركة إما أن تولد بضغط الهواء أو بطريقة الفراغ الأوتوماتيكى أو البخار . وتستعمل الطريقتان الأخيرتان معا فى الغالب فتفرمل القاطرة وعربة الصهريج بطريقة البخار وما يتلوهما من عربات بواسطة الفراغ الأوتوماتيكى . والجهاز المستعمل لفرملة عجلات القاطرة متماثل فى أساسه فى الحالات جميعها وهو يتكون من أسطوانة موضوعة تحت ممشى القاطرة ينتهى عامود مكبسها بكرنك ينتهى من طرفه الآخر بعامود يتصل بأعمدة أخرى إلى العجلات المتتابعة . وتتضح العملية من الشكل نمرة (١٧) .



شكل نمرة (١٧)

الاصطدامات وعامود الجر buffers and draw bar :

الاصطدام عبارة عن أسطوانة مجوفة يمر من وسطها ساق ينتهى برأس الاصطدام من ناحية ويتصل من الناحية الأخرى بزنبرك حلزونى قوى ينضغط فى حالة الاصطدام .

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

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

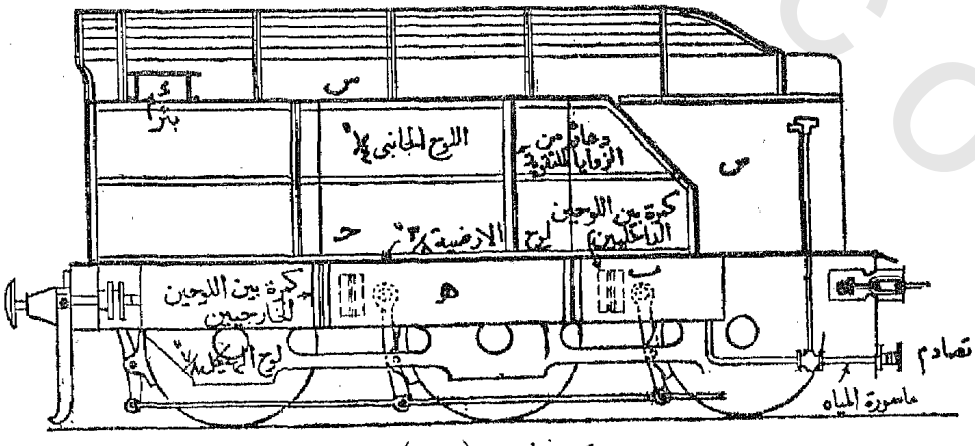
جهاز الرمل sand box :

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

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

الصهريج tender :

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



شكل نمرة (١٨)

ويرتكز الصهريج فى العادة على ست عجلات وهناك من عربات الصهريج ما هو محمل على زوجين من

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

ويتكون هيكل عربة الصهريج فى العادة من أربعة ألواح طولية سمكها حوالى $\frac{7}{8}$ بوصة اثنين على كل جانب وتقع بينهما العجلات . ويجهز اللوحان الخارجيان "ا" فقط بصناديق الدناجل أما الداخلان فيربطان ببعضهما عرضيا بواسطة ألواح وزوايا تقع بين دناجل العجلات ويربط اللوح الداخل بالخارج بألواح وزوايا أخرى مبينة فى الشكل بالحرف "ب" تقع متوسطة بين العجلات المتعاقبة . وتشتغل هذه الأربطة فى نفس الوقت كحوامل لقاعدة خزان المياه . وتربط عربة الصهريج 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 الصهريج على مستودع المياه "حـ" . والمستودع منفصل عن الهيكل ويبلغ سمك لوح قاعدته حوالى $\frac{3}{8}$ بوصة . ويمتد اللوح إلى الأمام إلى خارج المستودع ليكون جزءا من أرضية كشك القيادة ويتصل هـذا اللوح من طرفه بلوح قصير وذلك بواسطة مفصل فيغطى اللوح القصير الفراغ بين الأرضية فى عربة الصهريج 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 "ء" وهى تستعمل لملئه بالمياه .

وحيث أن الحيز "حـ" لا يكفى لخزن المياه اللازمة دون زيادة ارتفاعه فإن الحيز "هـ" ويسمى البئر يستعمل لخزن كمية أخرى من المياه وذلك فى بعض عربات الصهاريج 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 ثلثاى طولها وتعمل قاعدته بانحدار حتى يتسنى للفحم أن يتسلل بسهولة إلى الأمام ليسهل العمل على الوقاد .

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

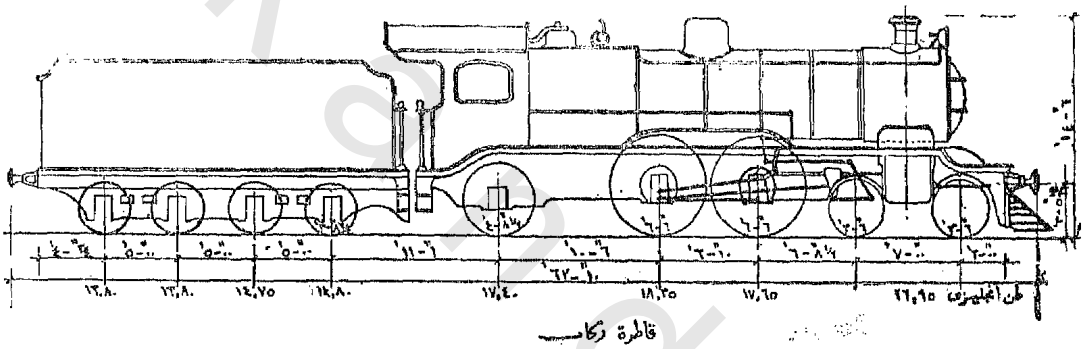
قاطرات السكة الحديد المصرية :

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

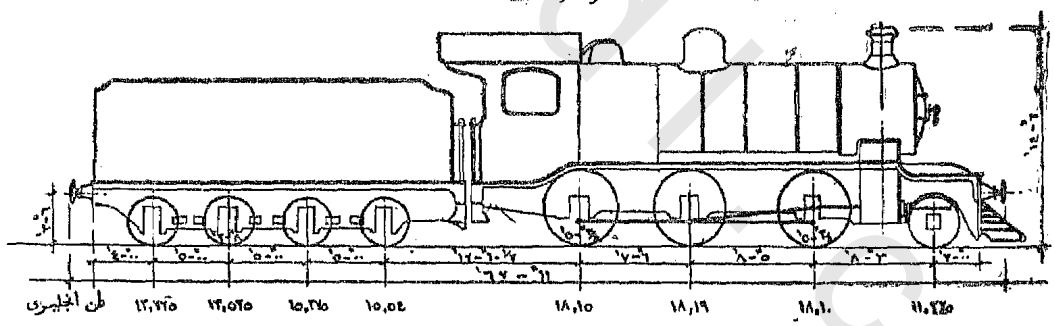
الركاب ف (٠ — ٦ — ٠) لقاطرات البضائع ف (٠ — ٦ — ٠) ذات الصهريج لخطوط الضواحى ولأعمال المناورة .

وفى سنة ١٩١٤ استعملت القاطرات ذات محمصة البخار superheated engines . ولهذا النوع مزايا اقتصادية وجهت نظر المصلحة إلى تعميمه وطرازاته المستعملة هى (٤ — ٤ — ٢) لقاطرات الأكسبريس ف (٢ — ٦ — ٠) لقاطرات البضائع ف (٢ — ٦ — ٢) ف (٢ — ٦ — ٤) ذات الصهريج للركاب والبضائع وأعمال المناورة .

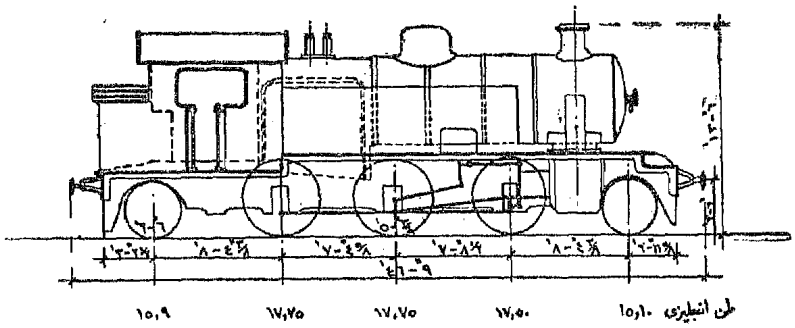
وتستعمل المصلحة عربات بخارية فى خطوط الضواحى وبين عواصم المديريات وخصوصاً فى الجهات التى تشعر فيها بمضاربة السيارات الأهلية . وقد استوردت أخيراً عربات ديزل تسيرها فى كثير من الجهات . وفيما يلى بيان لبعض قاطرات السكك الحديد المصرية وأوزانها شكلى نمرة (١٩) و (٢٠) .



قاطرة ركاب



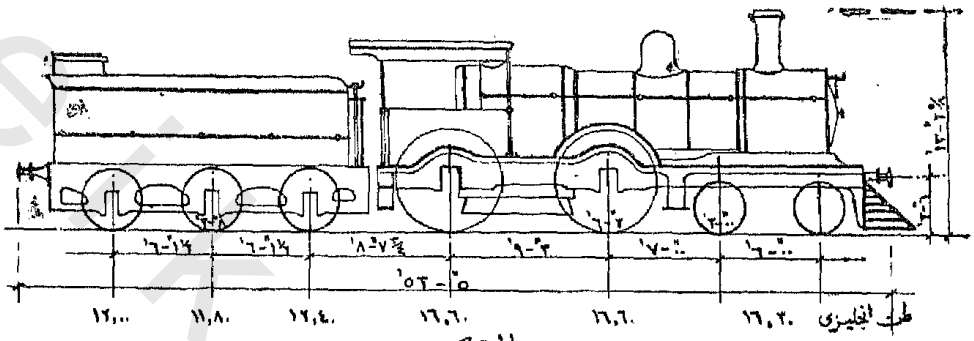
« قاطرة بضائع



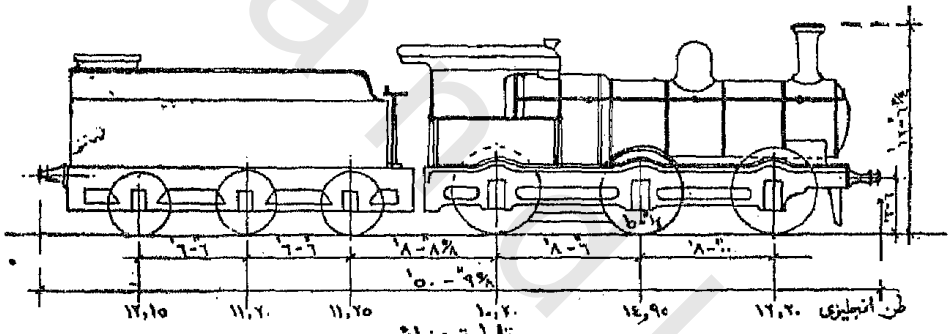
قاطرة ذات صهريج

قاطرات البخار المحمص SUPERHEATED ENGINES

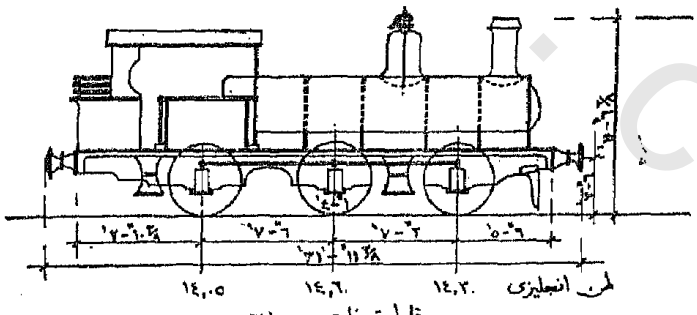
شكل نمرة (١٩)



قاطرة ركاب



قاطرة بضائع



قاطرة ذات صهريج

قاطرات البخار المشبع SATURATED STEAM ENGINES

شكل نمرة (٢٠)