

هندسة الطرق العملية

تأليف

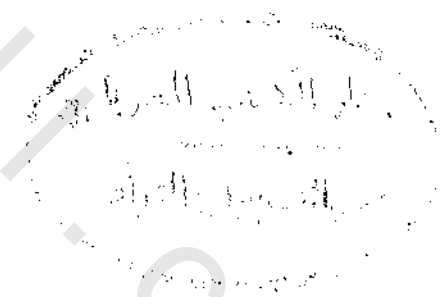
حامد القصيرى

مهندس الطرق بتنظيم القاهرة

وفيليم كراي

مفتش الطرق بتنظيم القاهرة

الطبعة الأولى



« حقوق الطبع محفوظة »

سنة ١٣٤٨ هـ . سنة ١٩٣٠ م .

المقدمة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وبه نستعين

وبعد : فهذا أول كتاب عربي في فن هندسة الطرق نتقدم به إلى أهل هذه اللغة كثمرة من ثمار اطلاعنا وبحثننا وتجربتنا راجين أن يجد فيه الطالب بغيته والباحث كفايته .

وقد عني أن يكون موضوع كتابنا عمليا ضاريا للثل بما يجري في إنشاء الطرق بمصر من الأعمال وما أثبتت التجارب ضرورة إدخاله عليها من التحسينات في رصفها وتجميلها ليعم النفع به على الأخص أبناء هذه البلاد العزيزة التي نعمل لخدمتها .

ونحن باشتراكنا معا في وضع هذا الكتاب على ما بيننا من اختلاف في الوطن والدين والجنس وغير ذلك من الاعتبارات إنما نؤيد من جديد حقيقة ثابتة هي أن العلم لا وطن له وأن الفوارق مهما كان نوعها لا تحول دون تضافر العاملين في سبيله والساعين لفشره .

هدانا الله ونفع بكتابنا على قدر ما بذلنا فيه من جهد . لأنه
سميع مجيب

ويليم داي و حامد القصبي

مارس سنة ١٩٣٠

نبذة عن نشأة الطرق وتطورها

من المحتمل أن تكون الطرق قد بدأت مناهج تركتها آثار أقدام .
الأ نسان الأول فى سعيه للاجتماع ببنى جنسه . ولا بد أن تكون قد نشأت
قريباً من الآبار وعيون المياه ومواردها حيث يروح الناس ويغدون إليها
من منازلهم للسقاية مرات عدة فى كل يوم .

وتبعاً لانتشار العمران وتقدم التجارة فى البلاد والقرى اطردت
مذاهب الناس فى الأرض فساروا عليها بأنفسهم وبدوابهم . وبطبيعة ما هم
فيه من بساطة لم يراعوا فى إنشاء تلك الطرق إلا أن تكون بعيدة عن
المستنقعات والقفار فكثرت التواؤمها وطالت مساقطها واشتد عناء سالكيها .
ولما اهتدى الناس إلى استخدام العجلات والمركبات اضطرهم ذلك
إلى تحسين الطرق ودخل ذلك التحسين فى أطوار متعاقبة بعناية المفكرين
ومحثمهم حتى وصلت إلى ما وصلت إليه الآن من سعة وحسن تمهيد
وجمال تنسيق خففت متاعب السير فيها وأمكن للسائرين والراكبين أن
يقصدوا فى الوقت . والوقت - كما نعلم - من ذهب .

وقد سجل التاريخ فى أقدم صفحاته إنشاء طريق أهرامات الجيزة
منذ خمسة آلاف سنة ؛ كذلك فأن من أقدم الطرق التى عرفت فى
التاريخ الطريق الملكى الذى كان يبتدىء من بلدة (إيفوئص) بآسيا
الصغرى ممتداً إلى حيث العراق الحديث ماراً بالبلاد المتوسطة بين نهايتيه
منحرفاً لها عن سمتة المستقيم مخترقاً ما يعترضه من الجارى والأنهر على

جسور (كبرى) مبنية ذات عقود وعلى قوارب مشدودة تقوم مقام الجسور . وكانت الخيل والعجلات تسير على هذا الطريق بسهولة .

ولعل أول مدينة رصفت شوارعها بمربعات (ترايع) الأحجار الجيرية هي مدينة (بايلون) حوالى سنة ٦٠٠ قبل الميلاد . وكان العامل الأول فى ذلك هو شدة الحركة التجارية وازدحام الناس لها .

وفى شمال أفريقيا نشأت الطرق تلك النشأة التى تكلمنا عنها آنفاً وكان من بينها طريق يقطع المسافة بين السودان ومصر ماراً ببعض الواحات يسمى درب الأربعين إذ كان السالك فيه يحتاج إلى أربعين يوماً لقطعه سيراً على الأقدام . وكان ذلك الطريق مستعملاً لتجارة الرقيق واستخدمت فيه فى بعض الأزمان وسائل النقل بالمجالات ثم تفرعت منه فى الصحراء اللوية جملة طرق صغيرة عند ما فكر الفرس فى تسير جيش من الواحة الخارجة إلى واحة سيوه .

وكانت الحروب والغزوات من أهم ما ساعد على تحسين الطرق وانتشارها لأنه كان لا بد لكل أمة ترغب فى الاستيلاء على بلاد أمة أخرى من أن تختار الطرق وتعبدها . وكانت الانتصارات تبعث على التفنن فى ذلك حتى أن الفرس مثلاً بعد ما أخضعوا بلاد آسيا الصغرى استعمروا بالطرق ووسائل عبور البحر على امتلاك بلاد اليونان .

وقد بدت فائدة الطرق فى الأغراض الحربية بجللاء ووضوح عند ما غزت الإمبراطورية الرومانية الكبيرة بلاد الغال وبريطانيا واحتاجت فى سبيل الانتصار والاحتفاظ بالسلط عليها إلى قوات حربية كثيرة العدد والعدد لم يكن ميسوراً لها فى ذلك الحين تدبيرها فلجأت إلى إقامة

المعادل والحصون في أماكن متوسطة ووصلت بينها بالطرق مكثفية بذلك عن جيوش تحتل البلاد وتقيم فيها .

وكانت غالبية الطرق تقام في خطوط مستقيمة مخترقة كل ما يعترضها من تلال وأودية وعوائق أخرى ، وكانت هذه الطرق حتى في نشأتها الأولى بحالة جيدة جعلتها صالحة لأن تكون أساساً للرصف الحديث بكثير من أهم طرق أوروبا .

وفي التاريخ القريب نجد « ناپوليون بوناپرت » حاكم أوروبا مدينا بانتصاراته الحربية العظيمة لشبكة الطرق المنشأة في فرنسا والتي مكنته من أن يدفع بجيوشه شرقاً وغرباً وجنوباً في أقل زمن ممكن . وقد بلغ من اعتبار هذه الطرق أن الحكومة الفرنسية كانت تتعهد لها وتقوم على صيانتها بنفسها .

وعند ما ظهرت السكك الحديدية وقل استعمال وسائل النقل الأخرى التي كانت هي الباعث المهم على إنشاء الطرق ضعف الأهتمام بصيانتها وأهميات في كل الممالك تقريباً ما عدا فرنسا التي ظلت تحافظ عليها بنفس العناية القديمة .

وفي أواخر القرن التاسع عشر استردت الطرق مالها من شأن عظيم على يد السيارات التي اقتضت سرعتها وأحمالها الثقيلة أن تنشأ الطرق المستوية القوية الاحتمال . وتلك الضرورة الطارئة لا تزال تضع أمام مهندسي الطرق مسائل تحتاج إلى حل بعد حل . ومع أنه لم تخل كل حالة راهنة من طمأنينة فأن الترقى المستمر لا يزال يبعث بسؤال بعد آخر

ولا يزال أمام المهندسين واجب يتجدد على مدى الأيام حتى يصلوا إلى حل كامل تتفق عليه الآراء ويكون هو نموذج الكمال .

والى أن نصل إلى ذلك الحل الأخير نستطيع أن نثبت نظرية اتفق عليها الجميع وهي أن خير الطرق هو ما كانت جزيئات مواده التي يرصف بها صغيرة الأحجام وبذلك أصبحت المربعات (الترابيع) الحجرية التي ترصف بها بعض الطرق الآن بأبعاد لا تزيد عن ٢٠ سم $\times$ ١٢ سم مع أن القديم منها الذي استعمل في رصف مدينة (يابيلون) كانت لا تقل مساحة القطعة فيه عن متر مسطح . ثم تدرجت فكرة استخدام الأحجام الصغيرة في إنشاء الطرق حتى أدت إلى أنواع الرصف بالزواط ثم خرسانة الأسمنت ثم الأسفلت .

وإذا تتبعنا تطور الطرق ووسائل إنشائها في السنوات الأخيرة ظهر لنا أن المسائل الآتية الاعتبار الأول في إنشاء الطريق : —

(١) يجب أن يكون أساس الطريق متيناً ليقاوم حركة المرور ويوقف الاهتزازات التي تحدثها سيارات النقل الثقيلة .

(٢) يجب حفظاً لسلامة الطريق أن يكون سطحه متماسكاً قليل الانزلاق .

ومضافاً إلى هذه الاعتبارات يجب أن يكون الرصف معتدل النفقات .

انشاء الطرق

CONSTRUCTION OF ROADS.

الطرق — كما قدمنا — هى المسالك التى تقع بين المساكن وفى الأسواق وغيرها ليمر فيها الناس فى رواحهم وغدوهم من منازلهم ومتاجرهم وإليها.

وقد نشأت الطرق فى كل عصر بالحالة التى كانت تتفق مع الأغراض المخصصة لها . ولهذا بدأت ضيقة على قدر ما وسعت السائرين فيها على الأقدام ثم أخذت تتسع شيئا فشيئا حيث استعملت لمرور الدواب فالعربات فالسيارات إلى أن وصلت إلى ما نشاهده الآن من سعة .

وقد أصبح من أهم ما يحتاج للرعاية تقسيم الأراضى الفضاء المتصلة بمدينة أو قرية تقسيما يترك طرقها واسعة لتحتل أى نوع من أنواع حركة المرور الدائمة التطور . وضمن الوصول إلى ذلك يجب أن تشرف البلديات على مثل هذا التقسيم لتتفادى ما ينتظر أن يطالبها به المستقبل من إلتفاق إذا هى تركت الأفراد والشركات يتصرفون فى تقسيم أراضيهم بما تدعو إليه أطماعهم فلا يحسبون للطرق حسابا ويكون مصيرها بعد أن تستولى البلدية عليها أن تهدم مبانيها من جانب واحد أو جانبيين وتنزع ملكيتها من أصحابها لتدخل فى التوسيع المطلوب . ومثل هذا العمل يتطلب نفقات باهظة تحملها الخزانة ولا يصح اللجوء إليه إلا عند الضرورة القصوى التى لا يمكن فيها تدارك التوسيع على حساب تضيق

الأرصفة مثلاً أو إنشاء طريق مواز للطريق المرغوب في اتساعه بأرض تكون خلاء أو حيث توجد مساكن وأكواخ حقيرة يكون من المفيد التخلّص منها استكمالاً لجمال المدينة .

ونحن نرى فيما تدفعه الحكومة المصرية سنوياً من النفقات الطائلة في نزع الملكية لتوسيع الطرق باعثاً يحمل على اتجاه النظر دائماً إلى الأراضى الخالية من المباني الواقعة في حدود المدن للاحتياط فيها للمستقبل باستبقاء الأجزاء اللازمة للطرق بدلاً من تركها ليقوم أصحابها ببنائها ثم لا تلبث الظروف أن تدعو إلى نزع ملكيتها أرضاً وبناء .

ولهذه الأسباب نعتقد أن وزارة الأشغال المصرية ومصلحة تنظيم القاهرة كانتا حريصتين كل الحرص على أموال الدولة بتوسيع شارع الهرم من الآن قبل أن تقام على جانبيه العمارات الضخمة وقبل أن يأتي الوقت القريب الذي تتضح فيه أهمية توسيعه فتتكلف الحكومة العناء والألفاق وتتهم بقصر النظر في الوقت ذاته .

وبلاحظ في تقدير الاتساع اللازم للطريق في المدينة أن تكون الأرصفة بحيث تكفى لحركة السير بالأقدام فضلاً عن وجود الأشجار عليها وأعمدة الترام إذا روى ضرورة مرور الترام بالطريق وكذلك مصابيح الأتار وأعمدة التليفون وغيرها . ويكون نهر الشارع (Chaussé) من الاتساع بحيث تسير فيه صفوف السيارات بالعدد المقرر لها من غير مزاحمة على اعتبار أن كل صف من السيارات يلزمه سعة مقدارها ٢٠٢٥ متراً .

فإذا لم يكن هناك بد - لاستيفاء العرض المطلوب - من نزع الملكية

على ما ذكرناه آنفا فتم ذلك برفع الأجزاء من المساكن التي تقع خارج
خط التنظيم الجديد المقرر بواسطة (التيودوليت) ورسمها على الخرائط —
ومجال تفصيل ذلك في كتب المساحة — ثم يعطى لكل عقار عمرة خاصة
ويقدر مجلس التثمين قيمة أرضه وبنائه ويفاوض في ذلك صاحب العقار
بعد التأكد من ملكيته له بمراجعة مستنداته . وبعد أن تتم عملية المساومة
توقع عقود المباينة بين الطرفين وتستولى البلدية على العقارات وتستخلص
منها الأبواب والشبابيك والأخشاب والحدائد وكل ما يمكن الانتفاع به
وتعرض في مزاد علني وتباع لصاحب العطاء الأعلى . وفي النهاية تهدم
المباني وتباع أنقاضها ثم تسوى الأرض بمنسوب الطريق وتدخل فيه
لترصف بأحدي الطرق التي تستولى تفصيلها فيما يلي من الفصول ملاحظين
في ترتيبها أن تكون الأولوية للأكثر استعمالا منها .

الرصف بالزلط

(MACADAM ROADS)

ككل شئ خاضع لنظام التطور طبقا لمقتضيات الأحوال تدرجت وسائل الرصف بالزلط من حالة إلى أخرى تبعا لاطراد حركة التجارة واختلاف طرق النقل فبدأت في أبسط أشكالها حيث كانت الأحجار (الدبش) تلقى طبقة واحدة في المناهج والطرق وتترك لتقوم حركة المرور العادية بمهمة دكها وتثبيتها .

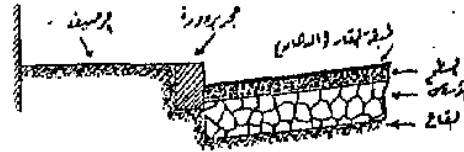
وبعد زمن استخدمت لهذا الغرض الماكينات الهراسة «Rollers» ذات الأثقال الكبيرة والعجلات العريضة حيث كانت تجرها الخيول في بادئ الأمر ثم أصبحت تدار بالبخار والبترول فيما بعد .

وأخيرا دلت التجارب على فائدة وضع طبقة من الزلط فوق الأحجار الجيرية المدكوكة لتكون سطحاً للطريق أكثر تماسكا وأقل تعرضا للتلف . وقد سمي الرصف بهذه الطريقة (المكادام) نسبة إلى رجل اسمه (Macadam) لأنه هو الذي هدى الناس إلى استعمالها .

ولما كثر استعمال السيارات الضخمة في النقل بدأ التفكير في وقاية طبقة الزلط بوضع المواد التي تمنع تسرب المياه إلى قاعها وإثارة الأثرية منها .

وعلى هذا أصبحت دراسة موضوع الطرق المرصوفة بالزلط تقع تحت رؤوس المسائل الآتية : —

- (١) أساس الطريق (Foundation)
- (٢) سطح الطريق (Surface)
- (٣) وقاية سطح الطريق (Surface Treatment)



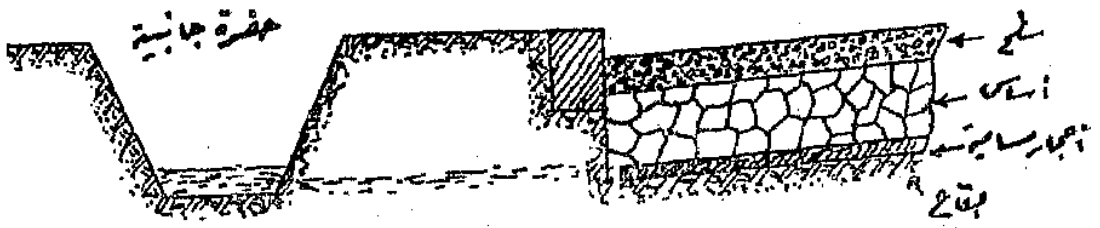
أساس الطريق

أهم ما يلاحظ عند الشروع في وضع أساس الطريق أن تكون طبقة القاع (الفرش) (Bed) قوية جافة ليبقى الأساس ثابتاً غير مزعزع .

وفي مثل القطر المصرى حيث ينخفض منسوب مياه الرشع عن مناسيب الطرق التي تكون عادة مرتفعة عن الأرض الزراعية لا توجد أى صعوبة في العثور على قاع جاف تقام عليه الأسس باطمئنان .

وحيث تكون الحاجة ماسة في بعض الأحيان إلى إنشاء الطرق في أماكن تفيض مياه رشحها عليها فأن التفكير في تصريف هذه المياه يكون هو الخطوة الأولى العملية قبل وضع الأساس .

وقديما كانت تقام لهذا الغرض حفر جانبية ممتدة بطول الطريق لتتجمع فيها المياه الزائدة بحيث تمر خلال السطح والأساس إلى طبقة مسامية من الأحجار وتسير منها إلى الحفر الجانبية كما يتبين من الكروكي الآتى : —



وبعد أن تعمل الجسات لاختبار طبقات الأرض التي سينشأ عليها الطريق ومعرفة نسبة تشربها بالمياه للاستيثاق من صلاحية القاع يحفر الطريق في شكل خندق (Trench) بالعرض المطلوب بارتفاع طبقات الأحجار التي ستلقى فيه . وتقوم جوانب هذا الخندق مقام الجدران الساندة (Abutments) للأحجار حيث تمنعها من الحركة الجانبية تحت تأثير فعل الماكينات الهراسة . وبعد أن يأخذ القاع شكل الطريق النهائي في ميوله الطولية والعرضية حسب التصميم الموضوع الذي تلاحظ فيه بطبيعة الحال مناسيب أعصاب المنازل وتصريف مياه الأمطار ومناسيب الشوارع والطرق المتفرعة منه والمتقاطعة معه تفرش في الخندق الحفور طبقة الأحجار الجيرية (الكلسية) (Limestones) القوية التي تتراوح أبعادها بين ١٥ سم و ٢٠ سم والتي لا تلين بوضعها في الماء حتى لا يتعرض الطريق للهبوط إذا ما انفجرت أنابيب المياه تحته كما يحدث غالباً . وقبل أن تسير الماكينات الهراسة على هذه الأحجار لدكها تكسر الأجزاء الناتئة منها بالقادوم أو الفأس ليكون سطحها أكثر استواء ولتجد الماكينة الهراسة سهوية في سيرها عليها وليصل أثر حركتها إلى كل أجزاء الطريق والماكينات التي تستخدم لذلك أحجار الأساس كما تستعمل لتمهيد طبقة القاع قبل وضع تلك الأحجار عليها تكون ذات ثلاث عجلات

وترن الواحدة منها ١٥ طناً ويجب أن تسير بسرعة بطيئة أو متوسطة على الأكثر حتى تعطى الفرصة لكل جزء من أجزاء الأحجار للاتحام بما يجاوره . وتدوم هذه الحركة حتى تثبت الأحجار في مكانها تحت العجلات ولا تنجبه أى اتجاه وبذلك تصبح كأنها كتلة واحدة .

وإذا ظهرت أثناء عملية ذلك انخفاضات (Depressions) في بعض أجزاء الطريق تضاف إليها أحجار أخرى لتمر عليها الماكينة وتدكها وكذلك يملأ الفراغ بين الأحجار وبعضها بالأجزاء الصغيرة المكسورة منها (الدقشوم) (Chippings) حتى لا تنتهى الماكينة من عملها إلا وقد تشكلت طبقة الأساس بشكل الطريق وبميواله المصممة .

وبعدئذ يفرش الرمل على الطريق ويسلط عليه الماء ليدفعه فيما قد يكون موجوداً من الفراغ بين الأحجار وبذلك تنعدم الحفرات ويكون السطح منبسطة .

وعند ما تضغط الأحجار بالماكينة المهراسة يقل سمكها ويختلف ذلك باختلاف متانتها وحجمها . فالأحجار اللينة الكبيرة الحجم يقل ارتفاع الطبقة المضغوطة منها من ٢٥ سم إلى ١٥ سم في حين أن الأحجار الصلبة الصغيرة الحجم ينقص سمكها تحت الضغط من ٢٥ سم إلى ٢٠ سم فقط .

وفي القطر المصرى حيث الأحجار الجيرية أقرب إلى الليونة يجب أن توضع مادة واقية فوق طبقة الأساس المكوّن منها إذا رأى لسبب من الأسباب استعمال الطريق للمرور أى فترة ولو قصيرة من الزمن قبل وضع الزلط الذى يتكون منه السطح النهائي للطريق حتى لا تعمل

حركة المرور المؤقتة على تفكك أحجار الأساس وإثارة الأتربة منها .
والقطران (Tar) والقار (Bitumen) لا تفيد كمواد للوقاية السالفة الذكر
إلا إذا كان نوع الأحجار الجيرية تحتها قويا وصلباً. أما سليكات الصودا
(Silicate of Soda) والمكاداميت (Macadamite) فإنها أكثر صلاحية لهذا
الغرض مهما كانت درجة احتمال الأحجار الجيرية .

وتستخدم سليكات الصودا بوضعها على المياه التي ترش لتثبت قطع
الأحجار الصغيرة (النقارة) في الفراغ الكائن بين الأحجار الرئيسية .
وبعد أن تتشرب هذه الأحجار مادة السليكات يصبح عنصر الصودا
عاملاً من عوامل تماسكها .

وطريقة استخدام المكاداميت لا تختلف عنها في سليكات الصودا .
وهي تأتي بنفس النتيجة مضافاً إليها أنها مانعة لاثارة التراب من الأحجار .
وقد كانت هذه المادة كثيرة الاستعمال بنجاح في طرق القاهرة .

وكلا الطريقتين لا تتطلبان مهات خاصة عند الاستعمال إذ يكفي
خاط المادة المستخدمة منهما كما قدمنا بالماء في عربات الرمش العادية لتندفع
مع الماء من عيون الرشاشات وتعمل فعلها الكيماوى في سطح الطريق .
وقديماً كانت تستعمل في القاهرة كأساس للطريق ترايع الأحجار
الجيرية الصلبة بأبعاد $25 \times 25 \times 20$ سم حيث كانت ترص على قاع
الطريق بجانب بعضها على الناشف أو تبنى بالأسمنت لتكون كتلة
واحدة متماسكة .

وهذا النوع من الأساس متين جداً ومدة احتماله طويلة للغاية
حتى أنه قد تمضى على الطريق المنشأ فوق هذا الأساس عشرات السنين

دون أن تتأثر المربعات (الترابيع) بضعف أو قلق .
وهذه الطريقة في التأسيس تعرف بطريقة تلفورد (Telford)
ويمكن الحكم على متانتها بما يشاهد الآن في ميدان محطة القاهرة وبعض
جهات أخرى في المدينة عند ما يحفر الطريق إلى عمق كبير حيث ترى
هذه المربعات متماسكة قوية رغم السنين الطويلة التي مضت عليها .
على أن ثمن هذه المتانة غال جداً لأن الطريقة المذكورة تتكلف كما
يتكلف الأساس المبنى من خرسانة الأسمنت (Cement Concrete) بما يوازي
ضعف النفقات للأساس العادي من الأحجار الجيرية . ولذلك فأن طريقة
(تلفورد) لم تعد صالحة للاستعمال بسبب بهظ تكاليفها .

سطح الطريق

فيما عدا القليل من محاجر حلوان والملاطه والهرم لا توجد في منطقة
القاهرة أحجار جيرية تصلح أن تكون سطحا نهائيا للطريق لأن قوة
مقاومتها ضعيفة جداً كما أنها تتلف بتعرضها للجو . وعلى هذا يكاد
يكون من القواعد العامة المسلم بها في القطر المصري أن الطريق
المكادام بالأساس الذي شرحناه آنفا يلزم أن تعلوه طبقة من البازلت
(Basalt) أو الزايط الأحمر (Red Stone) نسبة إلى محاجره بالجبل الأحمر بالقرب
من القاهرة لتكون هي السطح النهائي للطريق .

وهذان النوعان من الأحجار إذا استخرجا من صميم الحجر لا من
الطبقات العليا فيه تكون لهما متانة عظيمة يقاومان بها الاحتكاك الناشئ
من الحركة المستمرة . وفوق ذلك فأن نوعهما متماسك قليل المسام .

كذلك الجرانيت لا يقل في مزاياه عن البازلت والزلط الأحمر ولكنه وإياهما كثير النفقات .

وأحجار طبقة السطح المشار إليها يجب أن تمر من عيون غربال سعة ٥ سم وتكون غالباً على شكل مكعبات وإن كان ذلك غير ميسور من الوجهة العملية .

ونظراً لأن أحجار البازلت تأخذ في تكوينها شكل الأصداف لأنها عبارة عن طبقات مستديرة حول الجزء الداخلى فأنها كسطح للطريق تؤدي الغرض بكل نجاح .

وعند البدء في وضع طبقة سطح الطريق تنشر أحجار البازلت أو الزلط الأحمر على سطح الأساس الجيرى بالسبك المطلوب ثم تمر عليها الماكينة الهراسة لتضغطها . ومن المهم ألا تزيد سرعتها عن خمسة كيلومترات أو ستة في الساعة لأن زيادة السرعة تستتبع تحرك الزلط أمام العجلات ويترتب على ذلك حدوث تموجات في سطح الطريق .

ويجب أن يستمر مرور الماكينة الهراسة لذلك الزلط حتى يثبت في مكانه ولا يتحرك تحتها . وأي فشل في الوصول إلى هذه النتيجة يكون منشؤه أحد أمرين : —

(١) إما عدم صلاحية الأساس لأنه لم يلاحظ في إنشائه القواعد المذكورة آنفاً .

(٢) وإما أن تكون طبقة الزلط سميكة أكثر من اللازم لأن ذلك يمنع وصول تأثير الماكينة الهراسة إلى كل أجزاء طبقة السطح . وعلاج ذلك إذا رؤى أن تكون تلك الطبقة بارتفاع كبير هو أن يوضع الزلط

طبقة بعد أخرى بحيث يتراوح ارتفاع كل طبقة بين ٨ و ١٠ سم . ثم تستخدم الماكينة الهراسة ذات العجلتين أو ثلاث العجلات التي من زنة ١٥ طناً لكل طبقة على حدة . وتتبع في ذلك الزلط نفس الطريقة التي اتبعت في ذلك أحجار الأساس . وفي أثناءها يملأ الفراغ بين الزلط وبعضه بالرمل أو النقارة أو إحدى المواد التي لها خاصية ربط الأحجار ببعضها ثم يرش الماء فوقها وتسير الماكينة الهراسة عليها لتدفعها في الفراغ المذكور .

والزلط يوضع على الطريق بحيث يميل من محوره إلى كل من جانبيه بنسبة ١ : ٧٠ حتى تنحدر المياه إلى الجوانب وتسير تبعاً للميول الطولية للطريق وتنصرف إلى البالوعات فلا تبقى على سطحه كعامل من عوامل إتلافه وتأكل طبقاته .

وهذه الميول العرضية يمكن أن تكون أقل من النسبة المتقدمة إذا كان سطح الطريق متماسكاً قليلاً المسام .

ويستحسن بعد انتهاء عملية ذلك واستعمال الطريق المرور بضعة أيام أن تمر الماكينة الهراسة مرة أخرى على سطحه ويرش الماء في طريقها ويفرش الرمل أيضاً لملء ما قد ينشأ من الفراغ بين أجزاء السطح بفعل حركة المرور .

ومن المؤكد أن مثل هذا الطريق بعد أن يجف يكون مثيراً للتربة المتصاعدة من نفس الأحجار المكورة منها بسبب الاحتكاك المستديم بينها وبين العجلات المارة عليها ويتولد ذلك تفكك الطريق وإيجاد الحفرات وتختلف نسبة ذلك باختلاف نوع الحركة التي تسير في الطريق .

وللتغلب على هذا العيب لا بد من وضع طبقة واقية للسطح وهو ما سنتكلم عنه في باب تالي . وفيما يلي نشرح كيفية ترميم تلف المكادام .

(١) ترميم الحفرات الصغيرة بالمكادام : (Repair of Pot holes)

يقطع سطح المكادام عند الجزء التالف منه على شكل صندوق مثل
أ ب ح د الموضح بالسكر وكي :



ثم توضع في هذا الجزء طبقة الأحجار التي تدك إما بالمدالة
(Hand Rammer) أو بالآلة الهراصة ويرش فوقها الرمل والماء للماء الفراغ
الموجود بين الأحجار .

وقطع الطريق بهذا الشكل المستطيل يعين على تماسك الجزء الجديد
منه بالجزء القديم . ويصح أن تستعمل أحجار الزلط المدهونة بالقار
(Painted Stones) لهذا الغرض . وسيجيء مفصلاً فيما بعد شرح طريقة
استعماله .

(ب) ترميم المساحات الكبيرة في سطح المكادام

(Repair of large Areas of surface) :

في حالة ترميم المساحات الكبيرة تنزع أحجار الجزء التالف بالأزمة
وبعد ذلك تنقى مما يكون عالقا بها من التراب وتغربل لتؤخذ منها
الأحجار التي يختلف مقاسها من ٣ إلى ٤ سم لتستخدم مع كمية من الأحجار
الجديدة في عملية إصلاح الطريق اقتصاداً في النفقات من جهة وللإستفادة
بأركانها الحادة الناشئة من فعل حركة المرور حيث تساعد على تماسك

الأحجار من جهة أخرى . وبعد ذلك يصير دكها بنفس الطريقة السابق شرحها في إصلاح الحفرات بالمكادام .

(ح) ترميم الخنادق بالطريق : (Repair of Trenches)

تسير طريقة إصلاح الخنادق بالطريق على نفس المنوال المتبع في إصلاح الحفرات والمساحات الكبيرة بفرق بسيط وهو أنها تصل إلى غور الطريق وهذا يدعو إلى ضرورة تثبيت ودك طبقتي القاع والأساس قبل تجديد وتثبيت طبقة سطح الطريق .

المواد القارية واستعمالها في دهان الطرق

(BITUMENOUS MATERIALS)

عندما تتسلط حرارة الجو على الطرق المرصوفة بالزلط وتنبخر كمية المياه التي استخدمت في ربط المواد المستعملة في رصف الطريق تنشور زوابع التراب الناتج من تزايد احتكاك حركة المرور بسطح الطريق وتقلع فعلها في مضايقة المارة وإيذائهم .

ولهذا كان من الضروري أن تستخدم بعض المواد لتغطية سطح الطريق والحيلولة بين أجزائه المتربة وبين الحركة الدائبة فوقها حتى لا تتفكك ولا تحول رمادا يضايق أنفاس الناس ويؤذى عيونهم .

ولقد كانت الصدفة المحضة سبباً في كشف نوع تلك المواد التي تؤدي هذا الغرض الجليل . ذلك أنه بينما كان أحد الفرنسيين يسير في الطريق

الموصل بين بلدي (سان جورج) " Villeneuve-Saint George "

مك (مونتجرون) "Montgeron" إذ سقط منه إناء كان يحوى مادة القطران حيث غطت سطح المكادام المرصوف به الطريق . وقد حاولت البلدية عبثاً إزالة أثر هذا القطران فبقي مدة طويلة دلت على أن الجزء من المكادام الذى تلوث به أصبح أشد احتمالاً للحركة مما يجاوره . وقد لاحظ المسيو «جيراردى ليسون» (Girardeau de Luçon) أن خاصية الدهان بالقطران لا تقتصر فقط على إطالة حياة المكادام بل تمنع تصاعد الأتربة منه . ومن هنا بدأ استخدام القار (Bitumen) كمادة واقية للطريق وممانعة لاثارة التراب . وقد روى فيما بعد أن فائدتها لم تقتصر على ذلك فحسب بل أصبحت عنصراً رئيسياً من العناصر العاملة على إطالة عمر الطريق وعمت فائدتها فى فرنسا سنة ١٩٠١ . وعلى هذا أصبح القار والقطران وما لهما من أكبر العوامل الاقتصادية فى إنشاء الطرق وصارت طرق استخدامهما فى التغطية موضع دراسة دقيقة وتطورات عدة .

وهذه المواد تستخرج مما يأتى : —

(١) قطران الفحم (Coal Tars)

(٢) منتجات البترول (Petroleum Products)

وقبل أن نعرض لطريقة استعمال هذه المواد نرى من الفائدة أن نعطي فكرة عن كيفية استخراجها وعن خواصها ومميزاتها :

(١) القطران (Tar)

(١) قطران فحم غاز الاستصباح (Gas Coal Tar)

هذه المادة تبقى من تطاير غاز الاستصباح عند تشقق (تقطير)

(Distillation) الفحم . وهى تختلف فى نوعها تبعاً للمعجم المستخرج منه الفحم

وكذلك تبعا لدرجة الحرارة التي يحصل عندها التشقق وغير ذلك من الأسباب .

وهي تحتوى فى حالتها (الخام) (Crude) على كمية من الماء والسائل النوشادرى (Ammoniacal Liquor) . ولذلك يستحسن أن يشترط عند شراء هذه المادة خلوها منهما عند تسخينها لدرجة ١١٠ سنتجراد .

وللحصول على قطران أكثر لزوجة (Viscosity) يمكن تسخينه لدرجة حرارة كبيرة لا تعدى ٢٧٠ سنتجراد حتى لا يحصل التفجيم (Carbonisation) وتتخلف منتجات غير مطلوبة (عادمة) .

والقطران الذى يسخن إلى هذه الدرجة العالية يتخلف عنه الزيت (البياض) « Pitch » .

وبالنظر إلى أن بعض العناصر الداخلة فى تكوين القطران تذوب فى الماء فإنه عند رش أو غسل الطريق المدهون بهذه المادة تتلاشى العناصر المذكورة من سطح الطريق ولا يحتفظ القطران بتكوينه .

كذلك فإن حرارة الجو فى البلاد الحارة مثل القطر المصرى تعمل على تجفيف القطران بحيث يصبح عديم الفائدة كرباط للطريق .

(ب) قطران الأفران الهوائية « Blast Furnace Tar »

لا تختلف هذه المادة عن قطران فحم غاز الاستصباح إلا فى أنها تحتوى على نسبة كبيرة جدا من الجليخ « Clinkers » الذى يمكن إضافته فى بعض الأحيان إلى قطران فحم غاز الاستصباح العادى .

وقطران الأفران الهوائية أرخص بكثير من قطران فحم غاز الاستصباح نظراً لما يحتوى عليه من الجالغ أو المواد المعدنية العديمة الفائدة .

(٢) منتجات البترول

(١) القار الطبيعي «Natural Bitumen»

أحسن أنواع هذا القار المعروفة هي : —

(١) قار (أسفلت) بحيرة ترينيداد «Trinidad Lake (Asphalt) Bitumen»

(٢) قار (أسفلت) برمودة «Bermudy (Asphalt) Bitumen»

(٣) قار (أسفلت) سيلينيزا «Silinizza (Asphalt) Bitumen»

وقبل التكلم عن كل نوع من الأنواع الثلاثة السابقة نرى من الضروري أن نوضح الفرق بين كلمتي (أسفلت) و (قار) فنقول إن كلمة (أسفلت) تطبق في أمريكا على منتجات البترول في حين أن هذه المنتجات تعتبر في أوروبا من ضمن المواد القارية . والأسفلت في أوروبا هو المخلوط الذي يرصف به سطح الطرق ويكون القار عنصراً فيه .

(١) القار الترينيدادى

يستخرج هذا القار من بحيرة في جزيرة ترينيداد . وكل كمية من القار تؤخذ من قاع هذه البحيرة يملأ الفراغ الحادث من إزالتها بكميات جديدة تندفع من المنابع الأرضية لهذه المادة حتى أن منسوب قاع البحيرة لم يتغير إلا بدرجة بسيطة جداً بالرغم من توالى استخراج القار منها سنوات عدة

وبعد الحصول على هذا القار من البحيرة يوضع في أحواض كبيرة تسخن بالبخار المار بها داخل مواسير حلزونية بدرجة حرارة ٣٥٠° فهرنهايت . وبذلك يتطاير الماء والزيوت الخفيفة وتطفو المواد النباتية على السطح فيسهل إزالتها وما يتبقى بعد ذلك في الأحواض يكون هو النموذج للقار الترينيدادى .

ودرجة الغز (الغرز) في هذا القار تبلغ نحو خمسة . ولأجل استخدامه في أعمال الطرق يمكن إلاتته بأضافة زيت الأسفلت الملائن إليه .

والمادة المعدنية « Mineral Matter » في تركيب هذا القار تبلغ نحو ٤٤ ٪ وتكون فيه بشكل ذرات دقيقة جدا . وهى عبارة عن مادة طباشيرية (خزفية) فى حالة هلامية (لاتبلور) « Clay in Colloidal Form » وهى العامل الوحيد الذى يجعل هذا النوع من القار صالحا للاستعمال فى الأسفلت الناعم والمخلوطات الأخرى الساخنة .

على أن من عيوب هذا القار أنه إذا أريد استخدامه فى دهان الطرق فإنه يسد عيوب الرشاشات التى تستعمل لتسليطه على سطح الطريق المرصوف بالمسكادام . وقد رؤى لأمكان الاستفادة منه فى هذا الغرض أن يجهز كمزيج بارد (Emulsion) ويفرش على السطح بواسطة الفرش (Brushers) .

(٢) قار برمودة

يستخرج هذا القار من إحدى البحيرات . ودرجة نقاوته تبلغ نحو ٩٤ ٪ وهو وإن لم يكن ذا مميزات خاصة مثل القار الترينيدادى

إلا أنه من المواد المفيدة في أغراض الدهان. وبالنسبة إلى أن القار الزيتي المستخرج من المنابع المصرية يزاحمه فإنه لا يرى في الأسواق بهذا القطر إلا نادراً. ودرجة الغز (الغرز) لهذا القار تبلغ نحو ٢٥.

(٣) قار سيلينزا

هذا القار طبيعي ويوجد في إيطاليا. ونظراً لأن استعماله لم يؤد إلى نتيجة مرضية مثل القار التريزيدادي لذلك لم تتسع دائرة انتشاره فيما عدا بعض الجهات بأوروبا. وهو يحتوي على $82\frac{1}{2}\%$ من القار النقي $12\frac{1}{2}\%$ من المادة المعدنية.

(ب) القار الزيتي

يمكن الحصول على هذا القار بطريقة صناعية لأنه وإن كانت حرارة الأرض الباطنية والضغط الداخلي والعوامل الطبيعية الأخرى تتكفل بتكوين القار الطبيعي فإن شركات الزيوت نجحت في محاولتها تقليد الطبيعة من هذه الناحية فأخرجت القار الصناعي النقي بدرجة 99% بواسطة تقطير خامات زيت البترول الأسفلتي وبتغيير درجات الحرارة. وتبعاً لقصر أو طول مدة التقطير أمكن الحصول على عينات مختلفة من القار. وعلى هذا أصبح من الميسور الوصول إلى القار في أي درجة من درجات اللبونة التي تتطلبها حاجة العمل وبذلك أمكن الاستغناء عن إضافة الزيت الملائن (Flux) على القار لهذا الغرض.

والمصادر التي يؤخذ منها القار الزيتي كثيرة جداً منها منابع الزيت بغير دقة بخليج السويس وهي تغذي القطر المصري وفلسطين وسوريا

واليونان وبلاد الهند بهذا النوع من القار .
كذلك توجد منابع أخرى في مكسيكا وكاليفورنيا والهند الشرقية
الهولندية .

وقد مضى وقت طويل قبل أن يصل الانتفاع بهذا القار درجة
الكمال وبقي الحال كذلك إلى أن تحسنت وسائل التقطير فسهلت الاستفادة
منه لدرجة عظيمة للغاية .

وقد ساعد رخص هذا القار عن القار الطبيعي على انتشاره وكثرة
استعماله في إنشاءات الطرق حيث يسهل مزجه وتسايطه على السطح
بدرجة البرودة المطلوبة .

وقد يبدو هذا المزيج مفيدا في بعض الطرق دون البعض الآخر كما
تدل على ذلك تقارير المهندسين المباشرين لعملياته في جهات مختلفة .
ولذلك فمن الضروري عمل تجارب في كل جهة على حدة للتأكد من
فائدته قبل الانساع في استعماله . والشئ الجوهرى الذى يجب ملاحظته
بدقة لضمان التحقق من جودة هذا المزيج القارى هو عدم تفككه
ورسوب مكوناته فى الفناطيس التى يوضع بها مهما طال عليها الزمن لأن
مجرد التحريك البسيط لا يعيد المزيج إلى حالته الأصلية .

استعمال القار والقطران

أبسط حالات استعمال القار والقطران هو أن يدهن بها سطح
الطريق . ولذلك يلاحظ أن تكون طبقة سطح الطريق المرصوف بالزلط
جيدة ومستوية وإلا ضاعت فائدة هذا الدهان .

وقبل أن يدهن الطريق بالقار الساخن يجب أن يكون سطحه جافا

نظيفاً خالياً من التراب والأحجار الصغيرة حتى يتصل مباشرة بطبقة السطح المستوية ويمتزج بها عند تسليطه عليها من الرشاشات أو صبه وتوزيعه بواسطة القرش .

والقار المستعمل للدهان يلزم أن يكون خفيفاً . وما يستخدم منه في الطبقة الأولى (first coat) من دهان الطريق يحاط عادة بالزيت السريع التطاير لتزداد ليونته ويسهل تسريته بين جزئيات الطريق . وبعد وقت يتم تطاير الزيت ويبقى القار كساء ووقاية للسطح .

والغرض المقصود من هذه العملية هو أن يتخلل القار طبقة السطح لعمق يتراوح بين ٣ إلى ٤ سم ليكون رباطاً للرمل والمواد الأخرى المستعملة في رصف الطريق . ويكون لذلك استخدام ١٠ كيلو جراماً من القار لكل متر مسطح من الطريق .

وبعد أن يتم دهان الطريق بالطبقة الأولى يترك القار يوماً أو أكثر ليجف تماماً ثم يغطى بطبقة من الرمل أو طبقة أخرى من ذات القار . والعيب الوحيد في تغطية الطبقة الأولى من القار بالرمل هو أن هذا الأخير يمتص القار ولا تستفيد منه كثيراً طبقة سطح الطريق . وبنفس الطريقة السابق شرحها يمكن استخدام مزيج القار وفي هذه الحالة يغسل الطريق بالماء وينظف تماماً ثم يصب المزيج بارداً من الوعاء الذي يحتويه ويفرش على السطح .

ونظراً لأن مزيج القار لا يحتوي على أكثر من ٦٠ ٪ من القار النقي وباقي النسبة من الماء لذلك فإنه من الضروري أن يصب على المتر المسطح

من الطريق ٢٥ كيلو جراما بدلا من ١٥ كيلو جراما التي يكتفى بها في حالة القار النقي .

وعند ما يصب مزيج القار على سطح الطريق يكون لونه باهت
الأمير طينياً شديداً بلون ماء النيل أثناء الفيضان ثم لا يلبث أن يحصل
الرسوب ويبدو المزيج أسود اللون .

مواصفات المواد المستعملة في دهان الطبقة الأولى .

(١) القطران : يكون حسب النموذج نمرة ١ من المواصفات
البريطانية (وهذه المواصفات سيجي تفصيلها بعد) .

(ب) القار الزيتي : هو عبارة عن قار شركة شل (Shell) المحتوي
على ٦٠ ٪ من القار و ٤٠ ٪ مواد أخرى .

(م) القار الطبيعي : هو عبارة عن قار ترينيداد .

(د) المزيج القاري : هو إما القار الزيتي أو القار الترينيدادي .

ومن المستحسن جداً بعد أن تتخلل الطبقة الأولى من القار المدهون
به الطريق مواد سطحه أن تضاف الطبقة الثانية بطريقة الضغط
بواسطة الرشاشات . ويلزم أن يسبق ذلك تنظيف وإخلاء السطح من
كل ما عليه . فإذا استخدم القار الساخن يجب أن يحفف السطح بحيث
لا يبقى به أي أثر للماء أو الرطوبة .

ويمكن الاستعاضة عن تسخين القار لدرجة حرارة عالية بمخلطه
ببعض الزيوت الطيارة لتريقه ونشره على الطريق بواسطة الفرش بدلا
من تسليطه عليه بواسطة الرشاشات . وهذه الطريقة الأخيرة وإن كانت

تتماز عن سابقتها بإمكان جعل طبقة الدهان بسمك منتظم بعملية أو تخفيض الرشاشة إلا أنها في الوقت نفسه تحتاج لأجهزة أدق وأعلى من مجرد الفناطيس التي تستعمل في الحالة الأولى .

ويمكن تسخين القار إلى درجة ٣٠٠° فهرنهايت . وقبل أن يبرد بعد وضعه على السطح يغطى بطبقة من الرمل الدقيق النظيف أو أجزاء الأحجار الصغيرة بمقاس يتراوح بين ٥ و ٨ ميلامترات .

وفي الشتاء حيث تكون حرارة الشمس ضعيفة وحيث الاحتمالات كثيرة لمحبوب الذسيم العليل يعود القار مباشرة بمجرد صبه على سطح الطريق وبذلك لا يمتص طبقة الرمل التي يغطى بها في هذه العملية ثم لا يلبث أن يلين إذا ما انبعثت حرارة الشمس قوية بعض الشيء ويصبح لزجا بحيث إذا لم تتخذ الاحتياطات العاجلة لفرش طبقة أخرى من الرمل فوقه فإن جزءا منه يضيع في العجلات وغيرها أثناء المرور .

وعلى هذا يكون أحسن فصول السنة لدهان الطرق بالقار هو فصل الصيف حيث يمكن الاستفادة بطبقة الرمل التي يغطى بها القار في الحال . ويجب أن تظل عملية فرش الرمل مستمرة حتى لا يملو القار سطح الرمل بحالة شبيهة بالذشح (النز) . وقد يكفي لهذا الغرض استخدام ١٥ كيلوجراما من الرمل لكل متر مسطح من الطريق . وإذا زادت كمية الرمل في غطاء الدهان فإن جزءا منه يتلوث بالقار ويكون طبقة سميكة غير مر تبطة تماما بالطريق فتتبع حركة المرور ويتغير وضعها ويتموج السطح وتظهر في جزء منه المرتفعات الناشئة من تراكم الرمل المدهون بالقار وفي الجزء

الآخر يبدو المكادام عاريا . وليس من المفيد كثيرا لتفادى هذا العيب أن يكون القار بدرجة غز أقل لأنه في هذه الحالة لا يتسبك بسهولة مع سطح الطريق من جهة ومع الرمل الذى يفرش فوقه من جهة أخرى . ويختلف سمك طبقة القار والرمل الذى يغطى سطح الطريق من ٤ إلى ٥ ميليمترات . وهذه الطبقة تعمل كبساط واق للمكادام الذى تحتها لأنها تتلقى عنه احتكاكات الحركة العنيفة المستمرة . ومن السهل إصلاحها إذا تلفت وبذلك يبقى المكادام تحتها حافظا لكيانه مدة طويلة .

وأنواع القار الذى يستعمل فى دهان الطبقة الثانية هي : —

(أ) القار الزيتي مخلوطا كان أو غير مخلوط .

(ب) القار الترينيدادى .

(ج) مزيج القار الزيتي أو القار الترينيدادى ويستعمل باردا .

(د) قطران فحم غاز الاستصباح طبقا للمواصفات الانجليزية للمرة ٢٠ .

وسيجيئ شرحها فيما بعد .

ملاحظات يجب ألا يغفلها المهندس

(١) عند الإعلان عن مشتري كميات من القار يلزم أن تعطى

المواصفات عن النوع المطلوب مع بيان العمل الذى سيستخدم له لأن بالفابريكات الكبرى نماذج مختلفة تسد كل حاجات العمل ويمكن الحصول على عينات منها .

(٢) فى حالة ما إذا أريد أن يعهد بالعملية للمقاولين تعطى مواصفات

الأعمال المطلوب تنفيذها على أن يتعهد المقاول بضمان ثباتها سنة كاملة دون تلف .

(٣) خلط الطريق من التراب والقاذورات ضرورى جدا قبل الدهان بالقار سواء أ كان ساخنا أم باردا . وخلوه من الماء والرطوبة لازم كذلك فى حالة القار الساخن .

(٤) لا يصح دهان الطريق ما لم تكن طبقة سطح المكادام فى حالة جيدة . أما إذا كان به تلف فلا فائدة ترجى من الدهان لأن القار يستعمل لوقاية المكادام لا لمعالجة تلفه .

(٥) تسخين القار يجب أن يكون بعناية زائدة لأن القار إذا كان مخلوطا بالماء يفور عند التسخين وقد يطفو ويسيل على جوانب الغلايات فيسهل احتراقه إذا كانت درجة الحرارة قريبة من ١٠٠° سنتجراذ . ويمكن أن تعالج هذه الحالة بالبطء فى التسخين مع مداومة تحريك القار إلى أن يتم التخلص من الماء .

(٦) يجب أن تبذل أقصى عناية للوصول بالقار إلى درجة الحرارة التى تقتضيها ظروف العمل حتى يمكن الاستفادة منه تماما وحتى لا يفقد مرونته المرغوب فيها إذا زادت درجة الحرارة .

الطرق المرصوفة بالزلط المسقى بالقار

BITUMENOUS MACADAMS

إنه وإن كانت الطرق المرصوفة بالزلط ذى الرباط المائي «Waterbound Macadam» المدهونة بالقار قد أدت إلى الفائدة المرجوة في تسهيل المرور بأنظار مختلفة ولمدة سنوات طويلة إلا أنها أصبحت لا تقوى على احتمال حركة المرور الحديثة لأن طريقة دهان الطرق بالقار على مباشر حناه آنفاً لم تكن أكثر من مجرد وقاية للمكادام الذى تحتها بحيث إذا تلفت طبقة القار المذكورة وانكشف المكادام وتعرض للحركة المستمرة فإنه يفقد قوته وتتفكك أجزاؤه وتتكوّن الحفرات ويركد فيها الماء ويحف الرمل الداخلى فى تكوين طبقة السطح ويتطاير غباره فى إثر حركة العجلات المارة عليه . وما لم تتدارك هذه الحالة بالأصلاح العاجل تتزايد وتنتشر ويصبح الطريق مملوءاً بالعوائق المتعبة . ونظراً لأن هذه الحالة تتكرر بسهولة تحت تأثير فعل السيارات الثقيلة الكثيرة الانتشار فى هذه الأيام لذلك كان لا بد من التفكير فى تدعيم سطوح الطرق بوسائل أخرى أقدر على المقاومة .

ومن هنا رأى كخطوة ثانية فى تحسين الطرق أن تسقى طبقة السطح بالقار ليكون رباطاً لها بدلاً من الماء والرمل . وهذه الطريقة تتقابل فيها كثرة النفقات مع المتانة والقوة ولذلك فهى اقتصادية رغم تكاليفها . وهى لا تختلف عن طريقة الرصف بالزلط المسقى بالماء إلا فى أن

مادة السقاية فيها هي القار الذي لا يقتصر في هذه المرة على دهان السطح فقط بل يعمل كالمونة في جميع طبقاته .

واستعمال القار لهذا الغرض يكون إما بخلاطه بالزراط قبل وضعه على الأساس أو بصبه في فراغ طبقة الزراط بعد دكها بالما كينة المهراسة . وهذه العملية الأخيرة لا تحتاج إلى أكثر من الغلايات العادية لتسخين القار . أما عمليّة الخلط فتحتاج ما كينات خاصة ليتأدى الغرض المطلوب منها بسرعة وإنتاج خصوصاً إذا كان الرصف في مساحات كبيرة .

ومادة السقاية التي تستعمل في هاتين العمليتين هي قطران فحم غاز الاستصباح أو الزفت أو القار المستخرج من منابع الزيت .

وإنه وإن كان زفت القطران الفحوى أقل هذه المواد فائدة نظراً لصلابته وقلة ميوعته إلا أنه أمكن الحصول منه على نتائج جليّة باستخدامه في بعض طرق القاهرة كمادة للسقاية ثم تغطيته بعد ذلك بطبقة من القار توضع على سطح الطريق لتقى زفت القطران وتمنع تعرضه للجو .

واستخدام القار في سقاية الطريق يكون بأحدى الطريقتين

الآتيتين : —

(١) السقاية بواسطة صب القار على الزراط مسدوكاً في الطريق

« Grouting Method » .

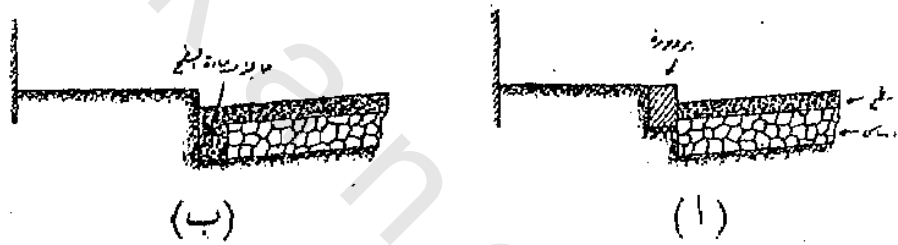
(٢) خلط الزراط بالقار قبل وضعه بالطريق (Mixed Method)

(١) ففي الطريقة الأولى يجهز أساس الطريق بالكيفية التي ذكرناها

سابقاً بحيث يكون قوياً وقادراً على احتمال الحركة والأثقال . ثم يسوى سطح الأساس ليخلو من التمجّات والتعاريج والحفرات وغيرها . وبعد

ذلك تحفر خنادق صغيرة متباعدة في طول الطريق بعرض يختلف من ٥ إلى ٨ سم وبأعماق متساوية لتكون مبيتاً لرباط بين طبقة السطح والأساس فيمنع بذلك أى احتمال لانزلاق السطح طولياً تحت أى حركة من المرور مهما ثقلت . ثم يوضع على كل من الجانبين حواجز سائدة لمنع الانزلاق الجانبي .

وهذه الحواجز إما أن تكون حجارة بردورة (Kerbs) مرتفعة عن سطح الطريق أو تكون جزءاً من نفس مادة سطح الطريق حسب الكروكين (١) .



وبعد كل ما تقدم توضع كميات الأحجار البازلت أو ماشابهها بمقاسات تختلف من ٣ إلى ٦ سم وتُنشر بانتظام على سطح الأساس بارتفاع نحو ١٠ سم . وهذه الأحجار تكون خالية من التراب والرطوبة وذلك بتفريغها من العربات بعيدة قليلاً عن النقطة التي يراد استعمالها فيها حتى تترك وراءها التراب بعد تقليلها ورفعها بالحجرف أو اللوح لنقلها إلى المكان المعين ويظهر الحجر الرطب فيهمل جانباً ثم تقوم الماكينة الهراصة بعملية ذلك هذه الأحجار إلى أن تنضغط وتأخذ شكل الطريق بميوله الجانبية والطولية .

وبعد ذلك يصب القار على الطريق ساخناً وإذا كان النوع المستعمل هو مزيج القار فيلقى بارداً . والكمية التي تستعمل من القار الساخن

تكون عبارة عن ٨ كيلو جراما لكل متر مسطح و ١٢ كيلو جراما من مزيج القار للمتر المسطح . وعلى أى حال فإن الكمية اللازمة تتوقف إلى درجة كبيرة على حجم الأحجار المستعملة وسمك طبقة السطح .

وتستعمل الجرادل ذات الفوهات الواسعة لصب القار على الطريق ومن التجارب العديدة أصبح معروفًا للعمال الذين يباشرون هذه العمليات سمعة كل جردل وعدد ما يلزم منها مملوءة للمسطحات التي يقومون بسقايتها . ولذلك فأنهم يؤدون عملهم بمهارة ودقة بمجرد معرفة مسطح الطريق .

وبكل سرعة بعد صب القار على سطح الطريق يلتقى فوقه (الدقشوم) بأبعاد من ١ إلى ٢ سم وتمر عليه الماكينة الهراسة لتحقيق بذلك الأغراض الآتية : —

(١) عند مرور الماكينة على الدقشوم تدفعه في الخلايا الموجودة بين أجزاء أحجار السطح التي يكون سمكها ٦ سم فيعمل ذلك على تماسكها وجعلها طبقة واحدة .

(٢) يمنع الدقشوم التصاق القار بمجلات الماكينة الهراسة عند مرورها عليه وبذلك يبقى حافظا أحجار طبقة السطح من التلف .

وإذا لوحظ في أثناء مرور الماكينة الهراسة على هذه الأحجار الصغيرة أن القار لا يزال يظهر على سطحها تضاف كميات أخرى منها حتى يصل سطح الطريق إلى درجة الجفاف ثم يستمر ذلك إلى أن يثبت المكادام تحت المراس .

ولا ينبغي عن الذهن أن سرعة الماكينة الهراسة يجب ألا تزيد

عن ٤ أو ٥ كيلو مترا في الساعة لأن في زيادة سرعتها عن ذلك ما يسبب حدوث التموجات في سطح الطريق . وهذه التموجات تنتشر وتزايد بعد مرور الحركة العادية فوقها .

كذلك من الضروري ألا تكون زنة الماكينة كبيرة حتى لا تنهش الأحجار تحتها وتظهر منها أجزاء جديدة غير مشربة بالقار .

وعند ما يصل سطح المكادام المستقى بالقار درجة الحرارة العادية أو بعد ذلك بأسبوع أو أسبوعين توضع فوقه طبقة من القار لتكون غطاءها ثانيا لسطح الطريق . ولا تختلف طريقة وضع هذه الطبقة عنها في المكادام ذي الرباط المائي من حيث ضرورة تنظيف السطح قبل وضعها عليه وإخلائه من التراب وغيره . ثم تلقى فوق طبقة القار بمض الأحجار الدقيقة التي لا تزيد عن مثل حجم الحمصة والتي تمر من غربال فتحتة سنتيمتر واحد وتحجز في غربال ذي عشرة عيون في السنتيمتر الواحد .

وهذه العملية في مجموعها يجب أن تترك سطح الطريق في حالة مسامية قليلا لتقوم حركة المرور العامة بمهمة تقريب جزيئاته وسد ما بينها من فراغ وجعل السطح طبقة متماسكة .

أنواع القار المستعمل

القار الذي يستعمل في هذه العملية يكون إما قار برموده أو القار الزيتي الذي تكون درجة الغزفيه من ٣٠ إلى ٤٠ . وكذلك زفت قطران فحم غاز الاستصباح . وأي هذه الأنواع يختار للاستعمال يجب تسخينه إلى درجة ٣٠٠ فهرنهايت ليكون بالسيولة المطلوبة .

أما القار التريفيدي فمّن الصعب استخدامه لهذا الغرض لأن المادة المعدنية التي تدخل في تركيبه تحول دون تداخله في طبقة المكادام تداخلا تاما.

السقاية النصفية (Semi Grouting)

العملية المشروحة سابقاً تسمى طريقة السقاية الكاملة . وهناك عمليات أخرى أقل نفقة من هذه العملية ولكنها لا تستعمل إلا حيث يكون الاقتصاد مرغوباً فيه لذاته أو حيث تكون حركة المرور خفيفة . وهذه العمليات هي التي تعرف بالسقاية النصفية (غير الكاملة) وهي تتم على أحد وجهين : —

أولاً : بوضع على سطح الأساس طبقة من الرمل النظيف بارتفاع من ٢ إلى ٣ سم . ثم توضع فوقها طبقة الزلط بمقاسات تتراوح بين ٦ و ١٥ سم وتلك بالما كينة المهراسة ثم يملأ الفراغ الواقع بين أجزائها بالرمل والزلط بما يقرب من ٤٠ إلى ٥٠ ٪ من ارتفاع هذا الفراغ وبعد ذلك يصب القار ليملاً النصف الباقي من الارتفاع . وبعد كل هذا تنشر الأحجار الصغيرة وتلك ثم توضع فوقها طبقة القار النهائية كغطاء كما هو الحال في السقاية الكاملة .

ثانياً : هذه الطريقة لا تختلف عن سابقتها إلا في أنه بعد أن توضع طبقة الزلط وفي أثناء دكها بالما كينة المهراسة تضاف كميات الأحجار الصغيرة ليتمكن دفعها في الفراغ الكائن بين الزلط ولا يبقى بعد ذلك إلا جزء بسيط من الفراغ يملؤه القار عند صبه . وأخيراً توضع

طبقة الدهان كالمعتاد . وقوة احتمال الرصف بهذه الطريقة تزيد عنها في الطريقة السابقة .

(٢) خلط الزلط بالقار قبل وضعه على الطريق

هذه الطريقة كانت شائعة الاستعمال قبل طريقة السقاية بواسطة صب القار على الزلط مدكوكة في الطريق .

والقار في هذه العملية يكون بدرجة ليونة كبيرة وكذلك يستعمل فيها قطران فحم غاز الاستصباح المعروف بالقطران المسكادى . وبعد اكتشاف مزيج القار أمكن استخدامه في هذا الغرض . والوسائل التي يتأدى بها الانتفاع بهذه الطريقة في خلط الزلط بالقار تكون كما يأتى : —

(١) الخلط والاستعمال ساخناً (Hot Mixing and Laying)

بعد أن تجهز طبقة الأساس بالطريقة الاعتيادية وتأخذ ميولها النهائية وتنقى مما بها من التراب وتجفف تماماً تسخن أحجار البازلت أو الجرانيت الذى يكون بمقاسات من ٥ إلى ٦ سم إلى درجة حرارة من ٣٠٠ إلى ٣٢٥° فهرنهايت . ثم تضاف إليها كمية من الرمل النقى كافية لملء الفراغ بين الأحجار ويكون بنفس درجة حرارة الأحجار . وبعد ذلك يصب عليها القار الترينيدادى أو الزيتى لتغطيتها تغطية لا يكون المخلوط معها بحالة سائلة تماماً أو جافة تماماً . ومن التجارب والملاحظات العملية يمكن معرفة الكميات المختلفة اللازمة من الزلط والرمل والقار للحصول على مخلوط مناسب . وكلما زادت أحجام الأحجار زادت كمية القار المستعملة .

وفي القاهرة يستعمل القار الترينيدادى السائل بدرجة الغز
(Degree of Penetration) نحو ٢٠ .

وهذا المخلوط يسخن عادة في جهاز به محرك للمخلط وينقل ساخنا
إلى الطريق حيث يلتقى بسرعة لتمر عليه الماكينة الهراسة وهو حافظ
لدرجة حرارته حتى تتم عملية الدك قبل أن يبرد القار ويجمد . وإذا دعت
الحالة فإن غطاء من القار يوضع على السطح بعد ذلك .

وقد أمكن الحصول على نتائج طيبة جدا باستعمال هذه الطريقة التي يكاد
يكون الرصف بها مشابها للرصف بحرسانة الأسفلت «Asphalt concrete»
الذى سيأتى شرحه في الفصل التالى .

ويلاحظ للاستفادة تماما بهذه الطريقة أن يكون إلقاء الأحجار
المدهونة على الطريق بعناية زائدة وعلى دفعات بحيث تكون كل دفعة
كبيرة الحجم حتى يمكن أن تفرش على مساحة كبيرة وبذلك يقل عدد
اللحامات بين أجزاء الطبقة الواحدة ويمكن بالتبعية تقليل نسبة التفكك
الناجم من عدم سهولة ارتباط كل طبقة بما يستجد في جانبها من الطبقات
الأخرى لاختلاف درجات الحرارة بينهما .

(ب) الخلط ساخنا والاستعمال باردا (Hot Mixing and Cold Laying)

إلى ما قبل معرفة مزيج القار كانت هذه الطريقة هي الذائعة الاستعمال .
ويستخدم فيها الزلط والأحجار القوية النوع بمقاسات تختلف من ٦٥ مم
لأكبرها إلى ١٥٦٥ ملليمتر للأصغر . وهذه الأحجار تسخن إلى درجة
حرارة ٤٠° سنتجراد وهي الدرجة التي يمكن الوصول إليها في القطر
المصري بمجرد تعريض الأحجار لحرارة الشمس في فصل الصيف .

والأحجار التي تسخن لدرجة حرارة ١٠٠° مستجرات تحتاج في غطائها بالقار إلى كمية قليلة منه .

ولما كان القار والقطران لا يتماسكان بالأحجار الرطبة لذلك فأن من الضروري تجفيفها وخلوها من التراب والطين .

ويمكن القيام بعملية خلط الأحجار بالقار أو القطران باليد في مثل الوعاء الذي تخلط فيه الخرسانة عادة . ويمكن أن يضاف إلى القار جزء من الزيت المتطاير ليكون في درجة ليونة القار الذي يستعمل في الدهان وهو يحتاج في ذلك لدرجة حرارة من ١٢٠° إلى ١٣٠° .

كذلك يمكن استعمال القطران نموذج غمرة ٣ من المواصفات البريطانية . وهذه المادة تصب بعد تسخينها فوق الأحجار بالوعاء الذي تحصل فيه عملية الخلط . وبعد أن يتم تغطية الأحجار بالمادة المذكورة يصير تقلبها جملة مرات ثم توضع في أكوام لتصبح بعد التصاق القار بها في حالة صالحة للأغراض المطلوبة لها . وكل ما يسيل من القطران أو القار الزائد يمكن جمعه والاستفادة به مرة أخرى .

وبعد أن تبرد هذه الأحجار المدهونة بالقار أو القطران تنقل بالقطارات أو العربات أو القوارب إلى أمكنة العمل .

وفي أوروبا تقيم الشركات الكبرى معاملها بجانب المحاجر لتكون فيها ماكينات الخلط إلى جانب الكسارات (Crushers) التي تكسر الأحجار للأحجام المطلوبة . وبذلك تتم هذه العملية كلها في مكان واحد ثم تتمتع بنقل الكميات اللازمة لعمالها إلى مسافات تتراوح بين ٢٠٠ و ٣٠٠ كيلو متراً بالطرق أو السكك الحديدية .

والرصف بهذه الطريقة يخضع لما سبق شرحه في الطرائق الأخرى
فما يتعاقب بتجهيز الأساس وتنظيفه. وبعد ذلك تلقى على سطح الأساس
طبقة الزلط المدهون بالقطران أو القار بارتفاع من ٨ إلى ١٠ سم ثم تدهس
بمخفة بالماكينة الهراسة ويلقى عليها شظايا الأحجار الصغيرة المدهونة أيضا
لتملأ الفراغ بين أجزاء الزلط. وبعد هذا تتم عملية الدك على وجهها
الاعتيادي. وفي النهاية يغطى سطح الطريق بطبقة الدهان القاري.
ويجب أن يلاحظ ألا تزيد زنة الماكينة الهراسة المستعملة في هذه
الطريقة لدرجة تنكسر تحتها الأحجار المرصوف بها الطريق وتظهر أجزاء
منها غير مدهونة وتعرض لحركة المرور.

ومن المناسب رش عجالات هذه الماكينة الهراسة بالماء رشا خفيفا
ليمتنع التصاق القار بها وضياعه أثناء مرورها عليه.
وهذه الطريقة تستعمل غالبا في الإصلاحات الجزئية لسهولتها
بالنظر إلى إمكان استعمال الخليط بارداً.

(م) الخليط والاستعمال بارداً (Cold Mixing and Laying)

يمكن استخدام مزيج القار لخلطه بارداً بالزلط. ثم تستعمل هذه
الأحجار المخلوطة بالكيفية المذكورة في الرصف وهي باردة كذلك. وتتبع
في رصفها نفس الوسائل المشروحة سابقا.

وهنا لا بد من أن نلاحظ أن الخليط الساخن يفضل هذه الطريقة كثيرا.
ولتلخيص كل ما تقدم نقول :-

(١) طرق المسكادام المسقى بالقطران أو القار تتجمل حركات المرور

الثقيلة أكثر من الطرق المرصوفة بالمسكادام ذى الرباط المائى . وهى ليست مع ذلك كثيرة النفقات .

ومما يجعل طريقة السقاية سهلة عدم احتياجها إلى ما كينات خاصة إذ يكفئها غلايات القار والقطران والمالكينة المهراسة .

(٢) يسهل استعمال هذه الطريقة (السقاية) فى الجو الصحو . أما فى الجو البارد فهناك خطر من احتمال انخفاض درجة حرارة القار قبل أن يتدخل تماما فى فراغ أجزاء الطريق وبذلك يحتاج إلى كميات أخرى من مادة السقاية لتعويض النقص .

(٣) طريقة خلط الزلط بالقار قبل الاستعمال تتغلب على عيوب طريقة السقاية ولكنها فى الوقت نفسه تحتاج إلى ما كينات خاصة للخلط . على أن ذلك من ناحية الغلاء يتقابل من ناحية الفائدة مع ضمان وجود المادة القارية فى كل أجزاء الطريق فضلا عن سهولة الرصف بها فى أى جو وتحت أى درجة حرارة صيفا أو شتاء .

(٤) النظافة وخلو الطريق من الرطوبة والأثرية ضرورى للوصول إلى نتائج مرضية . كما أن الوصول لدرجات الحرارة المطلوبة ضرورى كذلك .

ومع استعمال الأحجار ذات الأحجام المتشابهة والقوة المناسبة يمكن الحصول بهذه الطريقة على رصف متين طويل الأجل .

الرصف بالأسفلت

ASPHALT PAVEMENTS

لقد تدرجت طرق الرصف حتى وصلت أخيرا إلى الأسفلت الذي يعتبر خير مادة ترصف بها الطرق لأنها تعطي سطحاً متيناً متماسكاً نظيفاً تسير عليه حركة المرور العام بلا ضوضاء ولا اهتزاز ويدوم حافضاً لكل مظاهره ومزاياه مدة طويلة من الزمن .

والرصف به يتناول الأنواع الآتية : —

(أ) خرسانة الأسفلت « Asphaltic Concrete »

(ب) الأسفلت الناعم « Sheet Asphalts »

(ج) الأسفلت المضغوط أو الصخري

« Compressed Asphalts or Rock Asphalts »

والنوعان الأول والثاني عبارة عن مخلوطات صناعية . أما النوع الثالث فهو مركب طبيعي يوجد في بعض البقاع على شكل الأحجار الجيرية .

وخرسانة الأسفلت أقل هذه الأنواع الثلاثة مقاومة للاحتكاك وأرخصها نفقة في حين أن الأسفلت الصخري أكثرها مقاومة وثمناً . ونظراً لأن دراسة هذا النوع من الرصف تتسع للمجلدات الضخمة فأنا نتقدم للقراء بهذا الفصل عنه في كتابنا على أنه أقل مختصر يمكن أن نؤود به مهندسي الطرق للألمام بالنقط الأساسية في الموضوع من الوجهتين النظرية والعملية : —

تكوين الأسفلت

يتكون الأسفلت سواء أكان طبيعياً أم صناعياً من عنصرين

رئيسيين :-

(١) المجموعة المعدنية (Mineral Aggregate) وهي عبارة عن الزلط

والرمل في بعض الأنواع والرمل فقط في البعض الآخر .

(٢) القار الذي يطلق عليه اسم أسمنت الأسفلت

(Bitumen or Asphalitic Cement)

وهذان المكوّنان قد يوجدان مختلطتين بحالة طبيعية حيث يمكن

استخراج مادتهما معاً من جانب تل أو غيره لتستعمل في الرصف بعد

إجراءات خاصة. وهذا هو ما يعرف بالأسفلت الصخري أو الأسفلت

المضغوط .

ونظراً لأن الأسفلت الصخري نادر الوجود ، وبالنسبة لأهمية

الوصول إلى مادة تقوم مقامه لترصف بها الشوارع وتعبش طويلاً وتقاوم

الحركات الثقيلة والسريعة التي تمر عليها فقد أمكن الحصول على أنواع

من الأسفلت بواسطة خلط المواد المعدنية التي توجد بكثرة في أغلب

الأنقطار بالقار الذي يمكن استيراده إما من نوع ما يستخرج من البحيرات

أو من المنتجات الزيتية . وبهذا أمكن اقتصاد ما لا يقل عن ٣٠ ٪ من

النفقات بالنسبة للأسفلت الصخري وذلك في المناطق البعيدة عن الصخور

التي يؤخذ منها هذا الأسفلت .

مخلوطات الأسفلت (Mixed Asphalts)

(١) تتكون خرسانة الأسفلت من خلط الزلط والرمل والقار والبودرة .

(٢) يتكون الفرش (الأساس) (Binder) من خلط الزلط والرمل والقار فقط .

(٣) يتكون أسفلت السطح (Surface) من خلط الرمل والقار والبودرة ولا يستعمل الزلط في مخلوطه .

(٤) الأسفلت الناعم عبارة عن طبقتي الفرش (الأساس) وأسفلت السطح مجتمعين .

والنسب المثوية التي تخلط بها هذه العناصر في كل من الأنواع الثلاثة الأولى المتقدمة سييجىء تفصيلها في جدول تال . ويلاحظ في تلك النسب أن تكون بحيث يملأ الرمل في حالة مخلوطى خرسانة الأسفلت والفرش (الأساس) كل الخلايا الموجودة بين الزلط . وأن يملأ الرمل الناعم في حالة أسفلت السطح ما قد يكون بين ذرات الرمل الخشن الداخل في تكوين المخلوط من خلايا . وما يتبقى بعد ذلك في كل من حالتي أسفلت السطح وخرسانة الأسفلت يملأ بمسحوق ناعم يقال له (بودرة) وهو مسحوق الحجر الجيري .

والعناصر التي تتكون منها مخلوطات الأسفلت السابق شرحها تكون

بالنسب المبينة بالجدول الآتي : -

نوع المخلوط	زلط رفيع	رمل	مسحوق قاعم (بودرة)	أسمت الأسفلت (قار)
الفرش (الأساس)	٨٤٪	٩٪		٧٪
أسفلت السطح		٧١٪	١١٪	١٨٪
خرسانة الأسفلت	٣٨٪	٤٣٪	٥٪	١٤٪

وفي مثل القطر المصرى يسهل استعمال مخلوطات الأسفلت على ما تقدم تفصيله اقتصادا في النفقات لأن الأسفلت الصخرى إذا أريد الانتفاع به للرصف فإنه يتكلف فوق نفقات استخراجها من محاجرهم وتجهيزه للعمل مصاريف كثيرة في النقل بالسكك الحديدية وعلى متن البحر وخلافه في حين أن ٧٩٪ من مكونات مخلوطات الأسفلت وهو الزلط والرمل يوجد بكثرة في بلاد القطر المصرى وكذلك مقدار ١١٪ تقريبا من هذه المخلوطات وهو أسمت الأسفلت يمكن الحصول عليه عمليا في حالات كثيرة وإذا اقتضى الحال فيستحضر من ترينيداد بقليل من النفقات.

ولأجل هذه الاعتبارات الاقتصادية صار الاستغناء عن استعمال الأسفلت الصخرى الذى بدأ الرصف به في هذا القطر بواسطة الشركات في عام ١٩٠٢ ثم استعملت مخلوطات الأسفلت عند ما ظهر أن الأسفلت الناعم مثلاً يتكلف نحو ٦٠٪ مما يتكلفه الأسفلت الصخرى وأن الشوارع المكادام بالقاهرة أصبحت لا تتحمل حركات المرور الثقيلة والسريعة ولا بد من اتساع المساحات المرصوفة بالأسفلت. ومثل هذا الفرق في

النفقات بين مخلوطات الأسفلت والأسفلت الصخري يوفر كثيراً على ميزانية الدولة .

وفضلاً عن ذلك فقد دل الاختبار على أن المكادام المرصوف به أغلب طرق القاهرة يصلح أساساً للأسفلت الناعم بخلاف الأسفلت الصخري فإنه يوضع دائماً على خرسانة الأسمنت . وهذا الفرق في النفقات أيضاً شجع على استعمال مخلوطات الأسفلت وتنفيذ الرصف بها بمعرفة مصلحة تنظيم القاهرة التي قامت بمباشرة العمل ابتداءً من عام ١٩٢٢ إلى اليوم .

كلمات عامة عن عناصر الأسفلت :

(أ) يلاحظ في أثناء عملية خلط مكونات الأسفلت أن تكون كل ذرة من الرمل أو قطعة من الزلط مكسوة بطبقة رقيقة من القار بسمك واحد مهما اختلفت أحجام القطع التي تكسى حتى ينتج عن الرصف بهذا المخلوط سطح متماسك عديم الخلايا .

(ب) نظراً لأنه كلما زادت أحجام قطع الأحجار في كمية معينة الوزن قلت مساحتها لذلك تكون كمية القار التي تستخدم لتغطيتها بسمك ثابت أقل منها فيما لو كانت الأحجار صغيرة الحجم . وبهذا تكون نفقات الرصف قليلة . ومن ذلك تكون خرسانة الأسفلت المكونة من أحجام كبيرة من قطع الأحجار (الزلط الرفيع) أقل احتياجاً للقار من أسفلت السطح الذي تكون مادته المعدنية عبارة عن ذرات الرمل فقط .

(ج) الأسفلت الناعم (وهو عبارة عن طبقة الفرش وأسفلت السطح)

يُفضَّل في الاستعمال للرصف خرسانة الأسفلت للأسباب التي أسلفناها في فصل سابق وهي أنه كلما دقَّت مكونات طبقة الرصف اشتدَّت تماسكها وسهل السير عليها وطال عمرها . وفي بعض الأحيان حيث تكون حركة المرور العام ثقيلة توضع خرسانة الأسفلت كأساس تحت طبقة الأسفلت الناعم .

(د) يمكن الحصول على الأحجام المختلفة للمادة المدنية المستعملة في أسفلت السطح وهي الرمل بواسطة مرورها في الغربال التي تختلف عيونها في كل بوصة طولية بين ٢٠٠ و ١٠٠ و ٨٠ و ٥٠ و ٣٠ و ٢٠ و ١٠ . على أنه من المعتاد استعمال الغربال ذات العيون ٢٠٠ و ٨٠ و ٤٠ و ١٠ فقط للحصول على الرمل في أحجامه المتفاوتة المطلوبة لهذا المخطط .

ومن الجدول الآتي يمكن معرفة النسب المئوية اللازمة من كل نوع من أنواع الرمل الثلاثة الواجب خلطها مع المكونات الأخرى لتكوين أسفلت السطح على حسب ما يتفق مع حركة المرور العامة التي تستعمل في الطريق : —

نوع الرمل	عدد العيون في البوصة التي يمر منها	عدد العيون في البوصة التي يحجز فيها	النسبة المئوية إذا كان الرصف لحركة المرور الخفيفة	النسبة المئوية إذا كان الرصف لحركة المرور الثقيلة
الناعم	٨٠	٢٠٠	٪٢٢	٪٣٣
المتوسط	٤٠	٨٠	٪٤٤	٪٤٤
الخشن	١٠	٤٠	٪٣٣	٪٢٢

ويلاحظ من الجدول السابق أنه في حالة الشوارع المزدهجة بحركة المرور الثقيلة تكون نسبة المادة المعدنية الأكثر دقة (الأقل حجماً) المستعملة في الأسفلت المرصوف، به الطريق أكبر منها في حالة حركة المرور الخفيفة.

كذلك تكون طبقة الأسفلت أسمك في حالة الحركة الثقيلة وبالتالي أكثر احتياجاً لكميات القار المستعملة في مخلوط الأسفلت. ولذلك فأنها أبهظ نفقة.

ولا يستخرج الرمل المستعمل في هذه المخلوطات من الورشة أثناء الحاجة إليه مباشرة بل يجب أن يكون ذلك قبل العملية بمدة لأنه من الضروري خلط بعض الذرات ذات الأحجام المختلفة منه ببعض الآخر قبل الاستعمال للحصول على العينة المطلوبة بالنسبة الموضحة آنفاً.

وفي القاهرة مثلاً يستخرج الرمل المتوسط الخشونة من ورشة الرمل بالمباشرة ويخلط بكمية مناسبة من الرمل الدقيق الناعم المستخرج من النهر.

ويحدث غالباً أن يخلط أكثر من نوعين من الرمل للحصول على النتيجة المطلوبة. وفي كل حالة من هذه الحالات يجب أن يكون الرمل نظيفاً وخالياً من الطمي.

(هـ) المسحوق الدقيق الذي يضاف إلى مخلوطات الأسفلت للمعالجة خلاياها التي قد تتخلف بعد خلط الزلط بالرمل أو لرمل ببعضه يكون عبارة عن البودرة الناتجة عن طحن الأحجار الجيرية أو يكون هو الأسمنت الذي لا يتناول الانتفاع به في هذه الحالة خواصه التماسكية

ولأنما ينتفع به باعتباره مسحوقاً ناعماً فقط . ونسبة هذا المسحوق في تكوين الأسفلت تكون من ٧٤ إلى ٨٠ ٪ . ويجب أن يمر من غربال ذى مائتى عينا .

(و) أسمنت الأسفلت الذى يستعمل فى ربط عناصر الأسفلت وتماسكها ببعضها يكون إما قار البحيرات أو القار الزيتى . ويجب أن يكون حائزاً لخواصه الطبيعية والكيميائية التى تجعله صالحاً للاستعمال فى مواد الرصف . وأكثر هذه المواد استعمالاً هو قار ترينيداد . لأنه يحتوى على ٤٤ ٪ من المواد المعدنية الموجودة بحالة هلامية والتى تعمل على ملء الخلايا فى مخلوط الأسفلت . ووجود هذه المادة يجعل استعمال المخلوط الذى يحتوىها للرصف خيراً منه فى حالة ملء الخلايا صناعياً بأضافة البودرة . والقار الزيتى يمكن الحصول عليه من تشقق (تقطير) الزيوت الأسفلتية الخام التى تعطى ٩٩ ٪ من القار النقى .

اختبار القار

من التجارب التى تدل على صلاحية القار ذوبانه فى ثانى كبريتور السكربون بنسبة ٥٦ ٪ .

والقار الذى يتعدى تسخينه درجة الحرارة المطلوبة يكون عرضة للتفتت . ويمكن معرفة صلاحية القار للاستعمال إذا كانت درجة ذوبانه فى رابع كلورور السكربون لا تزيد عن ١٥ ٪ من درجة ذوبانه فى ثانى كبريتور السكربون . وأى زيادة فى هذه النسبة معناها عدم صلاحية القار .

وفضلاً عما تقدم يمكن إجراء بعض التجارب لاختبار القار من ناحيته الطبيعية لمعرفة درجة مرونته وصلابته .

واختبار المرونة لا يكون إلا نادراً وإن كان من المفيد في بعض الأحيان معرفة درجة مرونة القار قبل وبعد اندماجه في مخلوط الأسفلت إذ أنه كلما قلت درجة المرونة المفقودة في أثناء العملية كان ذلك دليلاً على صلاحية القار .

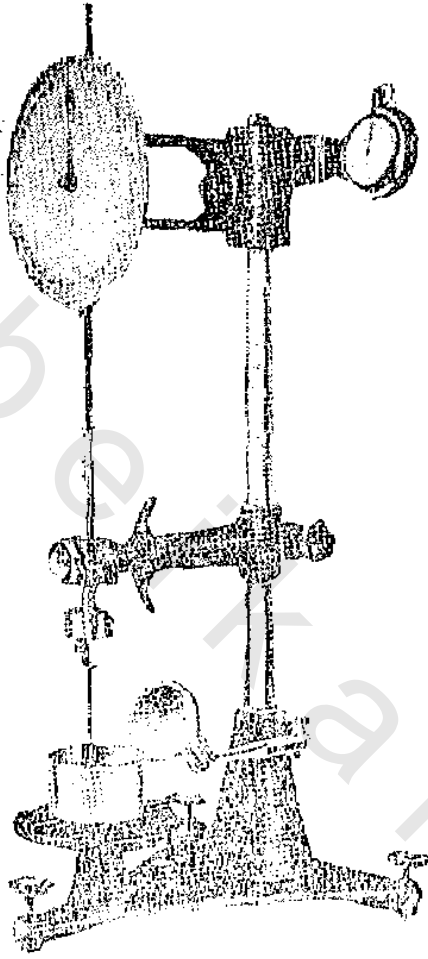
أما تجربة الصلابة فأنها ضرورية . وفي الأماكن الحساسة على القار في أى درجة صلابة بملاحظة ذلك أثناء تقطير الأسفلت الزيتي . أما في حالة القار الترينيدادى فإنه يكون مبدئياً بدرجة صلابة كبيرة ثم تضاف إليه كميات من الزيت الأسفلتي اللين لتقليل هذه الدرجة حسب حاجة العمل .

قياس درجة الغز

تختلف درجة الغز (الغرز) في القار باختلاف الحالات الجوية في القطر الذى تجرى فيه عملية الرصف . لذلك فإن القار اللين يلائم الأجواء الباردة في حين أن القار الناشف يناسب الطقس الحار .

ودرجة الغز يجب أن تكون بحيث لا يلين القار في الجو الدافئ الذى قد يتعرض له ولا يتفتت في الجو البارد حتى لا يتشقق الطريق الذى يدخل هذا القار في تكوينه .

ودرجة الغز تقاس بعناية زائدة كل صباح قبل البدء في عملية الخلط للتأكد من أن القار حافظ لصلابته المطلوبة .



جهاز قياس درجة الغرز Penetrometer

خمسـة ثـوانـي يمكن معرفة درجة الغرز التي يجب ألا تتجاوز ١٢ . وفي الشكل

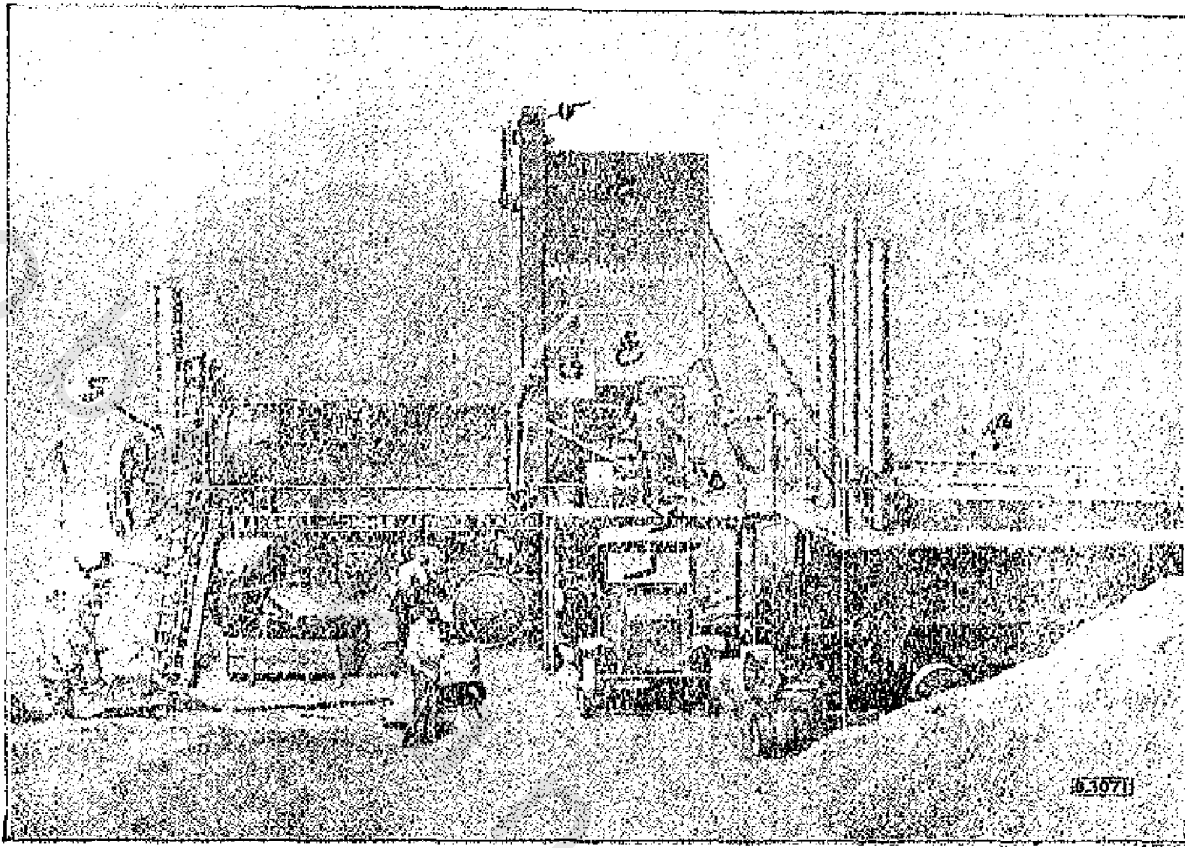
المقابل يرى جهاز قياس درجة الغرز (Penetrometer)

خاطر الأسفلت

نظراً لانساع دائرة الرصف بالأسفلت في هذه الأيام وضرورة الحصول على مخلوطاته بالسرعة والدقة المتناسبتين مع أهمية العمل به فقد رؤى أن عملية الخلط لا يمكن تأديتها بوسيلة خير من ماكينات مجهرة بكل ما يمين على تحقيق هذه الغاية فتدخل بعض العناصر في هذه الماكينات من ناحية وتأخذ دورتها حيث تتلاقى بالجزء الباقي من هذه العناصر وتكوّن المخلوط بسرعة ودقة .

ولما كان لا بد في تكوين مخلوطات الأسفلت من أن تكون عناصرها ساخنة وفي درجات حرارة معينة وبالنسب التي أوردناها في الجدول السابق لذلك فإنه يوجد عادة بجانب كل ما كينة من ما كينات الخلط غلايات للقار عبارة عن أحواض تحيط بها المواسير الحلزونية المار بها البخار في درجة حرارة من ٣٢٥° إلى ٣٤٠° فهرنهايت. وهذه الدرجة يمكن الوصول إليها عند ما يكون الضغط في الغلاية عبارة عن ١٢٥ رطلا على البوصة المربعة . وتتصل هذه الأحواض بالمواسير إلى خزان في أعلى ما كينة خلط الأسفلت وتتصل بالخزان المذكور ماسورة تنتهي بخنفية تصب في صندوق به ريش برمية تدور عكس بعضها البعض خلط القار بالمادة المعدنية التي سنشرح كيفية وصولها إلى هذا الصندوق بالأحجام والأوزان ودرجات الحرارة المطلوبة .

فعند ما يراد الحصول على أي مخلوط من مخلوطات الأسفلت كالخرسانة أو الفرش (الأساس) أو أسفلت السطح تجهز مادته المعدنية وهي الزلط والرمل معا أو الرمل فقط بأنواعه الثلاثة حسب النسب الموضحة بالجدول السابق وتخلط بعضها ببعض الآخر على الأرض ثم تملأ بها قوادريس متتابعة يقال لها القوادريس الباردة نظرا لأن المادة المعدنية تدخلها في درجة الحرارة العادية . وهذه القوادريس تتحرك حركة دائرية تصاعدية وعندما يصل كل قادوس إلى فتحة متصلة بأسطوانة أفقية يلقى حمولته حيث تمص ماسورة عليا ما يكون خفيفا من تراب هذه المادة وتدفعه إلى الهواء وينزل أغلبها إلى الأسطوانة المائلة التي يوجد داخلها ريش لتقليب المادة . وفي الصفحة التالية رسم ما كينة الخلط : —



ما كينة خلط الاسفلت

- | | |
|--|---|
| (أ) كوام المادة المعدنية | (س) القواديس الساخنة |
| (ب) القواديس الباردة | (ص) الغربال |
| (ج) الأسطوانة التي تسخن فيها المادة المعدنية | (ع) القادوس الذي تجتمع به المادة النارية من الغربال |
| (د) الماسورة التي يخرج منها تراب المادة المعدنية | (ف) الميزان |
| (هـ) وعاء تفريغ القفار | (م) ما كينة الإدارة |
| (و) مكن خايط الأسفلت | (ر) سيارة نقل المخلوط |

وهذه الأسطوانة تدور حول محورها وتسخن بحرارة المازوت المتقد تحتها باستمرار والذي يكسب المادة المعدنية درجة حرارة من ٣٥٠° إلى ٣٧٥° فنهايت ثم تصل هذه المادة بعد تسخينها تبعاً لليل إلى الطرف الآخر للأسطوانة فتقابل مع قواديس صغيرة صاعدة يقال لها القواديس الساخنة وتكون محاطة بصندوق مقفل يغطيها لتحتفظ بدرجة حرارتها حتى تصل إلى غربال دأري متحرك نصفه

القريب من القواديس الحاملة للمادة المعدنية خاص بالرمل وعيونه تسمح
بمرور الرمل بالأحجام المطلوبة ثم يندفع باقي المادة إلى النصف الآخر
من الغربال فيمر من عيونه . وما يكون في حجمه زائدا عن المواصفات
ينزل من فتحة إلى الأرض حيث يجمع ويعاد تكسيه للانتفاع به من
جديد . ثم ينزل الرمل من الغربال إلى جزء خاص به في قادوس كبير
وينزل الزايط إلى الجزء الآخر منه . ثم تفتح قاعدة كل جزء فتنزل
العناصر المذكورة وتلتقى في الصندوق المسطرة عليه حنفية القار . وهذا
الصندوق متصل بميزان تقرأ عليه أوزان الأنواع الثلاثة بمجرد نزولها إلى
الصندوق . ومتى كانت بالنسب المطلوبة تعمل الريش البريعة على تقليب
المخلوط بعد إضافة البودرة إلى الأنواع التي تدخل في تكوينها ثم يفتح
قاع الصندوق بواسطة يد موضوعه لهذا الغرض فيسقط المخلوط في
السيارة التي تنقله وهو في درجة ٣٣٠° فهرنهايت تقريباً إلى الطريق الذي
يمرصف به .

وهذه المخلوطات تظل محتفظة بدرجة حرارتها وهي في سيارات
النقل لمدة ساعة أو أكثر خصوصاً في الجو الحار . ويجب ألا تكون
درجة حرارتها في حالة فرشها على الطريق أقل من ٣٠٠° فهرنهايت
ليسهل توزيعها من جهة وليمكن من جهة أخرى أن تحمل ضغط الماء كينة
عند مرورها عليها .

اختبار مخلوطات الأسفلت

بعد انتهاء عملية الخلط يمكن الحصول على عينة من المخلوط وتوضع
على ورقة بيضاء تطبق عليها وتضغط قليلاً فيترك القار الذي في المخلوط أثراً

يمكن أن يعرف من لونه إذا كانت نسبته تزيد أو تنقص أو تتفق مع المواصفات .

وإذا اتضح من هذه التجربة البسيطة عدم مطابقة المخلوط المواصفات لعمل تجربة أخرى وهى عبارة عن تحليل عينة من المخلوط وذلك بأضافة ثانى كبريتور الكربون (C.S.) إليها ليذيب القار الذى يمكن معرفة زنته وما يتبقى بعد ذلك يكون هو المادة المعدنية التى يسهل فصلها بواسطة الغرايل لمعرفة زنة كل عنصر منها على حدة .

إجراءات تسبق الرصف بالأسفلت

(١) قبل رصف الطريق بالأسفلت تستبدل بمواسير المياه وأنابيب الغاز ووصلات المجارى القديمة الموجودة تحت الطريق أخرى جديدة لأن قطع الأسفلت لعمل أى تغيير فيه يستدعى عناء كبيراً ونفقات باهظة فى الإصلاح فضلاً عن تشويه جمال الشارع . ومن أجل هذا رؤى أخيراً أن توضع حجرات تفتيش المجارى على الأرصفة بدلاً من الشارع ما دام عرض الرصيف يسمح بذلك .

(٢) بعد تعديل أحجار الأفرز (البردورة) (Kerbs) على جانبي الطريق بما يتفق مع مناسيب أعتاب المنازل والدكاكين وميول الأرصفة وميول الطريق طولياً وعرضياً يجهز المسكادام بالطرق السابق شرحها ومن غير دهان بالقار ليكون أساساً للطريق تاركاً الارتفاع الكافى لطبقة الرصف بالأسفلت .

(٣) سواء أ كان الرصف بخرسانة الأسفلت أو الفرش (الأساس)

وأسفلت السطح أو بالطبقات الثلاثة معاً فمن الضروري تنظيف الطريق وكذسه على أن يكون خالياً من الماء أو ما يسبب الرطوبة .

(٤) تكون مناسب البرودة المعدلة مرشداً لعمال الأسفلت لوضع الطبقات باليول والارتفاعات المطلوبة .

(٥) تدهن بكابورتات المجارى (وبراز) المياه والغاز بالأسفلت السائل قبل الرصف مباشرة ليكون الالتحام تاماً بينها وبين طبقات الأسفلت .

الأسفلت الناعم

لرصف بالأسفلت الناعم يجهز الفرش (الأساس) أولاً وهو - كما يتضح من الجدول السابق - يحتوى على نسبة كبيرة من الزلط ونسب قليلة من الرمل والقار (أسمنت الأسفلت) ولذلك فإنه مخلوط رخيص وكثير الخلايا . وسمكه يكون عادة ٣٥ ميلليمتراً . وفائده كإسساس تنحصر فيما يأتى : —

(١) الحفرات التى قد تكون موجودة بالطريق قبل رصفه تملأ بهذا المخلوط الرخيص ويتكون منه بعد ذلك سطح منتظم الميول يصاح أساساً للسطح النهائى .

(ب) الخلايا التى تكثر فى سطح هذه الطبقة تعمل على تمشيق طبقة السطح فيها فيرتبط الفرش بالسطح ويمتنع أى انزلاق يحتمل حدوثه تحت أى حركة مهما ثقلت .

ويستعمل فى ذلك طبقة الأساس المذكورة وهى بحالة ساخنة ما كينة تختلف زنتها من ٥ إلى ٨ طناً .

وبعد ذلك توضع طبقة أسفلت السطح بسمك ٣٥ ميلليمتر .
ويتساوى أن يكون الأساس تحتها ساخناً أو بارداً . على أن ذلك لا يمنع
ضرورة خلط طبقة الأساس من الرطوبة والقاذورات .

ولفرش طبقة السطح تلقى السيارات التي تحمل المخالط حمولاتها
بواسطة فتح قاع السيارة ثم يأخذ العمال من هذه الأكوام بالألواح
ويوزعون المخلوط على الطريق ويتولى عمال آخرون فرشها بانتظام بواسطة
الشوك المسفنة ويكسرون أى كتلة يصح أن تكون متماسكة وإذا لم
يسهل تفتيتها رفع في الحال حتى لا تحول أثناء مرور الماكينة على السطح
لذلك بين تماسك أجزائه وبذلك يمتنع حدوث التموجات في الطريق .

والدك يبدأ بما كينة تاندام (Tandum) زنة ٥ طنات ثم تستخدم ما كينة
أخرى تختلف زنتها من ٨ إلى ١٠ طناً بعد أن يبرد المخلوط .

ويستمر ذلك إلى أن يفقد المخلوط كل حرارته المكتسبة . ولا
يكون ذلك بطول الطريق فقط بل تسير ماكينات في عرض الطريق
أيضاً لتعمل على تلافى أى تموجات تكون قد حصلت من سير الماكينة
الأخرى طولياً . ويلاحظ كذلك في وضع ودك طبقة أسفلت أن
يبدأ ذلك من الجوانب متجهاً إلى محور الطريق حتى لا يتكوّم المخلوط
ويتجمع في الجوانب تاركاً وسط الطريق خالياً إلا من طبقة رقيقة من
مادة الرصف .

ونظراً لأنه إذا وقفت الماكينة المستعملة لذلك ولو فترة وجيزة من
الزمن أثناء تغيير اتجاه سيرها فوق المخلوط الساخن — وخصوصاً
مخلوط أسفلت السطح — فإنها تغور فيه تحت تأثير ثقلها وتحدث هبوطاً

يصعب إصلاحه لذلك فأن الماكينات المستعملة لهذا الغرض تكون مجهزة بأدوات تساعد على تأدية هذه العملية في أقل زمن ممكن .

وعند انتهاء العمل اليومي توضع حبال إمرض الطريق في نهاية طبقة السطح ويوضع بعدها جزء من نفس المادة تسير عليها الماكينة وتضغطها بعيل إلى الأساس ثم تنزع الحبال ، وفي الصباح التالي عند معاودة العمل يكسر هذا الجزء الدثل من السطح بالكواسير والمطارق وتدهن حافة السطح التي كانت متصلة بالحبال بالأسفلت السائل وتوضع طبقة السطح الجديدة بجانب القديمة فيتم الالتحام بين الطبقتين ولا تكون هناك فواصل .

وفي القاهرة تبلغ تكاليف المتر المسطح من مخلوط الأسفلت نحو ٤٠٠ مليماً للطبقتين و ٢٨٠ مليماً للطبقة الواحدة من خرسانة الأسفلت وتزيد هذه النفقات في المناطق البعيدة عن القاهرة حيث لا يوجد بها الرمل والزلط وحيث تتحمل المساحات الصغيرة التي يراد رصفها فوق اثنان المواد نفقات صيانة واستهلاك الماكينات المستعملة .

والرصف بمخلوط الأسفلت وإن كان لا يلائم حركة مرور عربات النقل البطيئة إلا أنه مناسب جداً لحركة السيارات حيث تساعد فقط الزيت التي تنساقط منها على حفظ درجة مرونة المخلوط . وفضلاً عن ذلك فإن الرصف بمخلوط الأسفلت يجعل الطريق نظيفاً لا غبار فيه . وعلى العموم فإنه النموذج الكامل للطريق السهل المذلل .

إصلاحات الأسفلت تتم بسهولة بواسطة ملء الأجزاء المراد إصلاحها بالمخلوط بمد دهن جوانبها بالأسفلت السائل لتمام الالتحام ثم

يدك المخلوط بالمندالة أو تمر عليه الماكينة حسب المشروح سابقا .

الأسفلت الصخري

يحتكر قليل من الشركات عمليات الأسفلت الصخري نظرا لحيازتهم محاجره . وهذه الشركات هي التي تقوم بأنشاءات الطرق المرصوفة بهذا النوع .

والأسفلت الصخري كما يستخرج من محاجره عبارة عن الحجر الجيري الكربوني « Carbonaceous Lime Stone » المشبع بالفار بنسبة من ٤ إلى ٢٠ ٪

ويجهز الأسفلت الصخري للاستعمال بواسطة كسره وتحويله إلى مسحوق وتسخينه لدرجة حرارة عالية وبعد ذلك يلقى على أساس الطريق الذي قد يكون عبارة عن خرسانة الأسمنت . ثم يدك ليتكون منه سطح متين طويل العمر يتأكل بانتظام تحت تأثير حركة المرور فيقل سمكه من ٥ إلى ٢ سم .

والرصف بالأسفلت الصخري لا يترتب عليه حدوث تموجان بالطريق وإن كان كثير الانزلاق ، وقد عاش الرصف بهذا الأسفلت في بعض الشوارع الضيقة بمدينة القاهرة المزدهجة بحركة المرور نحو خمسة عشر عاما .

أسفلت بون (BOETON ASPHALT)

بالرغم من أن الرصف بمخلوطات الأسفلت قد وفرت على باقدا منا من ٣٠ إلى ٤٠ ٪ من النفقات عن الرصف بالأسفلت الصخري .

وفضلا عن أن النتائج التي وصلنا إليها من الرصف بالأنواع المذكورة قد بلغت درجة تكاد تقرب من الكمال .

نقول فضلا عن هذا وذلك فإن العقل الأنساني لا يعرف الرضا بالواقع ولا يركن إلى الجود ولا بد له من أن يفكر ويتدع ليصل إلى التحسين تارة وإلى الاقتصاد تارة أخرى .

وها نحن اليوم قبل أن نختم فصلنا عن الأسفلت نستطيع أن نشير إلى تجربة حديثة قامت بها إحدى الشركات في شارع من أشد شوارع مدينة القاهرة ازدحاما فسمى به شارع الموسيقى بنوع جديد يسمى (أسفلت بوتن) يتكون من ثلاث طبقات وهي خرسانة الأسفلت والفرش (Binder) وأسفلت السطح . ويستعمل في هذه الخلوطات الجديدة القار الطبيعي المسمى قار (بوتن) الذي اكتشف في الهند الشرقية الهولندية . وهذا القار (الأسفلت) الطبيعي غني في المادة القارية التي تبلغ نحو ٤٠ ٪ من النسبة والباقي وقدره نحو ٦٠ ٪ عبارة عن مسحوق معدني له خاصية ملء الخلايا ويغنى عن إضافة البودرة إلى الخلوطات التي يدخل هذا النوع في تكوينها .

وتستخدم ما كينات الخلط المعتادة في التأليف بين عناصر هذه الخلوطات الجديدة بفرق جوهرى للغاية عن المتبع وهو أن مسحوق هذا القار (بوتن) لا يسخن في الغلايات كما يحصل مع القار الترينيدادى وغيره في الخلوطات السابق شرحها بل يضاف إلى المادة المعدنية المسخنة لدرجة حرارة ٤٥٠° فهرنهايت حيث ينصهر القار ويلتصق بكل ذرة من ذرات تلك المادة المعدنية ويتكون الخلوط ويستخدم في الرصف كالمعتاد .

ومزية هذا النوع أن القار فيه يكون موزعا على المادة المعدنية توزيعاً منتظماً بحيث لا توجد به كتل متجمدة بالمرة ولذلك يسهل فرشها في الطريق .

كذلك فإن عدم تسخين القار يقلل النفقات إلى حد كبير جداً خصوصاً إذا لاحظنا أن الغلايات في حالة المخلوطات الأخرى لا ينقطع إمدادها بالحرارة اللازمة ليلاً ونهاراً .

ولو أن تجربة كهذه نجحت لأصبح في الأماكن توفير مبالغ طائلة بواسطة الرصف بهذا النوع الجديد من الأسفلت .

مزايا الرصف بالأسفلت عموماً

- (١) الرصف بالأسفلت يدوم طويلاً .
- (٢) لا تتور منه أتربة .
- (٣) سطحه مادة غير مسامية ويسهل غسله وتنظيفه .
- (٤) لا يسمع صوت حركة المرور عليه .
- (٥) سهولة قطعه وإصلاحه .
- (٦) صعوبة الانزلاق عليه تجعله مأمون العواقب .

الرصف بالبلاط

SETT PAVEMENTS

الرصف بالبلاط (الترابيع) معروف من قديم وقد تناولته يد المهندسين فيما تناولته من بحث وسائل تسهيل المرور وتنظيف الطرق وتخفيف متاعب الراكبين والسائرين فأدخلت عليه تغييرا فيما يتعلق بمساحاته وأنواعه وأوضاعه .

وهذا النوع من الرصف على ما يحدثه من الجلبة عند مرور العربات عليه يعتبر من حيث المتانة في رأس قائمة أنواع الرصف . وهو فوق ذلك سهل التركيب سهل الإصلاح .

ورصف الطريق بالبلاط يكون بأحد الأنواع الآتية : —

(١) البلاط (الترابيع) الحجاري « Stone Setts »

(٢) قوالب الأسفلت « Asphalt Bricks »

(٣) المربعات الخشبية « Wood Setts »

(٤) قوالب الطوب « Bricks »

البلاط الحجاري

مساحاته وأنواعه : تختلف مساحات الترابيع الحجاري المستعملة

في الرصف من ٣٠ × ٢٠ سم فما فوق للقطعة الواحدة إلى ١٠ × ١٠ سم تبعاً لحركة المرور العامة في الطريق الذي يرصف بها من حيث كونها ثقيلة أو خفيفة .

وأهم ما يلاحظ في اختيار هذه الترابيع للرصف أن يكون نوع أحجارها قويا ناشفا «Tough» متجانسا «Homogeneous» ليقاوم التآكل «Abrasion» والتقشير «Scaling» والتشقق «Cracking»، كذلك تكون عديمة المسام يصعب الانزلاق عليها .

وفي القطر المصري تمتاز أحجار جرانيت أسوان «Granite» وبازلت أنى زعبل «Basalt» بتوفر هذه الخواص فيها وإن كان الجرانيت أفضل في الاستعمال من البازلت لأن الأخير يسهل الانزلاق عليه بسرعة بعد مرور الحركة العامة بأيام قليلة .

ونظراً للمنافسة الحادة بأوروبا في تخفيض أسعار الأنواع الجيدة من أحجار الجرانيت والبازلت التي دلت التجارب على متانتها فأنها تستورد منها بكثرة .

والأحجار الجيرية في القطر المصري لينة طرية ولا يصالح منها للرصف حتى أصلها نوعاً لأنها يحكم تكويناها في الطبيعة طبقة فوق أخرى يكون من السهل تقشيرها .

والحجر الأحمر المستخرج من العباسية يقاوم التآكل ولكنه يتشقق تحت تأثير الحركة .

نحت البلاط (DRESSING OF STONES)

عند استخراج الأحجار من المحاجر لنحتها وتسويتها يلاق النحاتون صعوبة فيما يختص بالجرانيت والبازلت نظراً لمتانتها من جهة ولأنه من الضروري من جهة أخرى أن تكون كل قطعة منحوتة مستقيمة الخروف

قائمة الزوايا مستوية السطح والجوانب ليكون الفراغ بين كل قطعة وأخرى عند وضعها في الطريق أقل ما يمكن . كذلك تكون القطع متساوية المساحة والحجم بقدر الأمكان ليكون في الاستطاعة الحصول على سطح مرصوف من البلاط غير المتصل اللحامات أو على حد تعبير العمال مقطوع الحلول « Breaking Joints » وبذلك ينحصر أى تلف في النقط

المعينة التي يحدث فيها ولا يمتد إلى سواها بطول الطريق وبالنسبة لأنه من غير الميسور — نظرا للصعوبة نحت الأحجار المتينة — الوصول بالبلاط إلى المقاسات المطلوبة بكل دقة . لذلك فقد تختلف عن عمليات النحت نسب معينة من البلاط المنحوت تزيد أو تقل في أبعادها المقررة ويكون من العبث عدم الاستفادة بها .

ولهذا يستحسن أن يلاحظ في وضع المواصفات المتهمدين أن يسمح لهم بتجاوز الأبعاد المطلوبة للبلاط الجارى توريده تجاوزا معقولا بنسبة بسيطة لأن مثل هذا التجاوز يحمل المتعهد على تقليل عطائه . ويمكن أن تكون المواصفات في حدود الأبعاد الآتية : —

طول القطعة من البلاط يكون من ١٩ إلى ٢١ سم

عرض » » » » ١٣ إلى ١٥ »

ارتفاع » » » » ١٤ إلى ١٥ »

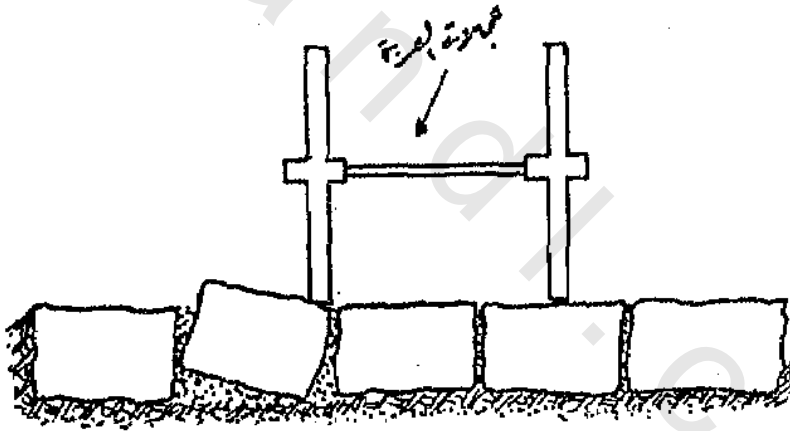
وفوق هذا يكون مسموحا بتوريد نحو ١٠٪ من الكمية المطلوبة

بأبعاد ٢٣ × ١٧ × ١٦ سم وكذلك ١٠٪ من الكمية لا تقل عن

١٧ × ١١ × ١٣ سم .

وهذه النسب فضلا عن أنها تكون عاملا في تخفيض السعر فقد

تكون الحاجة إليها شديدة أثناء العمل المساعدة على قطع الحلول .
ونحن نكرر هنا ما سبق أن قلناه وهو أن الرصف كلما دُمَّتْ
جزئياته كان أمتن من غيره . وعلى هذا يكون البلاط الصغير أفضل من
البلاط الكبير في الرصف . لأن قطعة البلاط التي مساحتها ٢٠×٣٠ سم
مثلاً تحتاج إلى عناية في نحت سطحها الأسفل وعناية كبيرة في تمييزها بين
القطع المجاورة . وأي تقصير في ملاحظة ذلك يتسبب عنه تلف الطريق
تحت العجلات كما يرى في الكروكي حيث تفسأ الحفرات وبركد بها
الماء ويكون من الصعب إعادة البلاط إلى أصله إلا إذا نرعت مساحة
كبيرة منه وأعيد تركيبها .



تركيب البلاط وأوضاعه

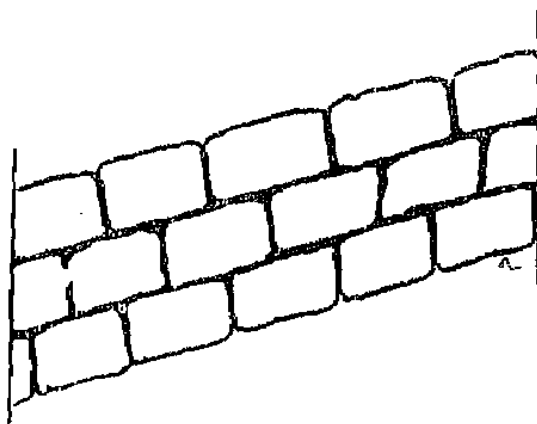
يمكن اعتبار أبعاد البلاط الذي يناسب أغراض الرصف هي
 $١٨ \times ١٢ \times ١٥$ سم مع ملاحظة النسب الموضحة آنفا فيما يتعلق
بالزيادة والنقص في الأبعاد المذكورة .

وليس من الضروري فقط أن يكون سطح البلاط مستويا استواء
لأنعومة فيه كيلا يسهل الانزلاق عليه بل يجب أيضا أن يكون الاستواء

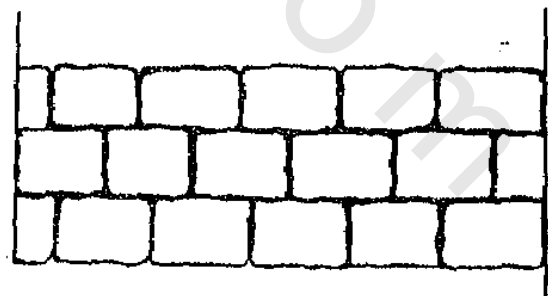
في جوانب البلاط بارتفاع من ٨ إلى ١٠ سم وكذلك قاعدته ليكون فراغ اللحامات صغيرا بقدر الاستطاعة وليمكن أن يرتكز البلاط على قاعدة ثابتة لا تنزع. ولتحقيق ذلك توضع طبقة من الرمل بسمك من ١ إلى ٢ سم على سطح الطريق المدكوك بالمندالة. وبعد رص البلاط بجانب بعضها على تلك الطبقة — مع ملاحظة قطع الحمول — تملأ اللحامات بالرمل الذي يدفع فيها بواسطة (الغزغة) ثم تفرغ هذه اللحامات بعمق يتراوح بين ٣ و ٥ سم وتكحل بالأسمت حيث يصبح السطح عازلا لا تتسرب المياه منه إلى القاع.

والسكحلة بالأسمت وإن كان يترتب عليها منع تلف الطريق والأتيان عليه من أساسه إلا أنها تجعله في الوقت ذاته أقل مرونة تحت حركة المرور ولذلك يستحسن الاكتفاء بأن يكون البلاط ثابتا على أساس من الرمل وتكون لحاماته مملوءة بالرمل أيضا من غير كحلة.

وبالبلاط يوضع في خطوط متعامدة مع طول الطريق أو في خطوط مائلة حسب الشكائين (١) و (٢).



قطاع (ب)

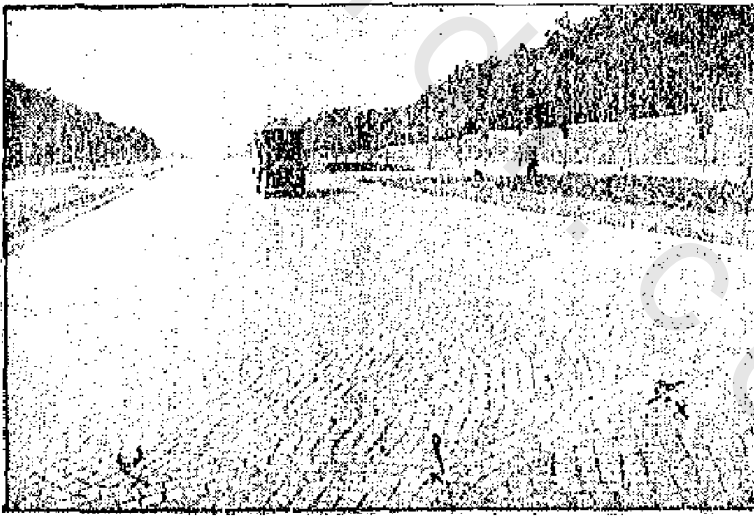


قطاع (١)

وأحسن الأوضاع للبلاط هو الوضع المائل لأن العجلات في هذه

الحالة لا تسير باستمرار في خطوط اللحامات فلا يتأكل البلاط وكذلك يقل حدوث الاهتزاز للعربات .

ومن الأوضاع المائلة ما يمكن أن يستعمل فيه البلاط المربع الأضلاع بأبعاد من 5×5 سم إلى 8×8 سم . وطريقة تنفيذه تتضح من الرسم التالى حيث يضع البناء نفسه في نقطة في الطريق مثل (أ) ثم يرسم قوساً (ب ب) ويملأ الفراغ بالبلاط الذى لا يلاحظ فيه قطع الحلول مادامت مسافة اللحامات صغيرة وما دام البلاط مرتكزاً على الأساس تماماً وما دام السطح مستوياً . وتكرر هذه العملية في نقط أخرى حسب الشكل حتى ينتهى رصف الطريق ثم تملأ اللحامات بعد ذلك بالرمل أو الزفت اللين .



أساس الرصف بالبلاط

في الطرق المزدهجة بالحركة التجارية لا تكفى طبقة الرمل كأساس للبلاط بل تستعمل خرسانة الأممنت العادية أو المساحة حسب طبيعة أرض الطريق الذى سيرصف .

كذلك يمكن الاستفادة بالمسكادام وجعله أساسا للبلاط . على أن
الغالب هو الاكتفاء بطبقة الأرض المادية المضغوطة بالمندالة أو غيرها
بحيث تكون فوقها طبقة من الرمل كفرشة وأساس للبلاط .

نتائج وملاحظات

(١) يعيش الرصف بالبلاط مدة تزيد في بعض الأحيان عن عشرين
سنة تحت حركات المرور الثقيلة .

(٢) يسهل تركيبه كما يسهل إصلاحه عند تلفه .

(٣) تحدث جلبة عظيمة عند مرور عربات النقل عليه ولكن
السيارات ذات العجلات الكاوتشوك لا تحدث مثل هذه الضوضاء .
ولهذا يستحسن عدم رصف الأحياء التجارية المزدهجة بوسائل النقل
بالعربات بهذا النوع من الرصف .

(٤) الأزقة والحواري الضيقة التي لا تسمع الواهورات الهراسة
وكذلك الحواري أو الشوارع المرتفعة المناسب التي لا يمكن الوصول
إليها إلا بدرجات (سلام) خجيرية لا يمكن رصفها بغير البلاط . كذلك
يستعمل البلاط في رصف مواقف العربات وعمل تبليطات الخففيات
وخلافها .

(٥) فيما عدا الفصل الممطر من العام حيث تكثر الأوحال في الطرق
المرصوفة بالبلاط يمسك البلاط بحواف الحيوانات ويمنعها من الانزلاق
ويعينها على جر أثقالها .

(٧) قوالب الأسفلت .

هذا النوع من الرصف معروف في القطر المصرى وهو حائز لكل المزايا التى تتوفر فى الرصف بالأسفلت كالنظافة والمرونة وطول الاحتمال وعدم حدوث جلابة عند السير عليه .

وفى الكبارى حيث تعمل الاهتزازات المستمرة على تشقق الأسفلت إذا رصفت به أرضيتها يمكن الاستفادة بالرصف بقوالب الأسفلت لأن اللحامات تقاوم فعل الاهتزازات وتقلل من تأثيرها .
والأساس الذى توضع عليه هذه القوالب يكون عادة خرسانة الأسمنت ذات السطح المستوى .

والقوالب تكون متساوية الأبعاد ليسهل وضعها بجانب بعضها مع قطع الحمول وضيق مسافة اللحامات وحتى لا يكون أى بروز فى أى قالب عاملا من عوامل كسره وتفكك مجموعة الرصف .

وقوالب الأسفلت تكون إما من نوع مسحوق الأسفلت الصخرى المضغوط أو مخلوط خرسانة الأسفلت . وعيب النوع الأول أنه لا يقاوم التأكل كثيرا . كما أن عيب الثانى سهولة تكسره نظرا لعدم تجانس مكوناته . على أنه إذا لوحظ استواء سطح قوالب مسحوق الأسفلت الصخرى فإن العيب الذى فيه لا يكون عظيم الأثر ويدوم احتمال الطريق المرصوف به عشرة أعوام أو أكثر . وفوق هذا فإنه لا يساعد على الانزلاق . ومن أجل ذلك فهو جليل الفائدة فى مثل القطر المصرى الذى وإن قلّت فيه مياه الأمطار فإن من الضرورى جدا رش كميات كبيرة من المياه لتهدئة الأتربة الكثيرة التصاعد .

(٣) المربعات الخشبية

ليس الرصف بالمربعات الخشبية معروفا بالقطر المصرى نظرا لانعدام الأشجار التى تستخرج منها هذه المربعات ولأن تكاليف نقلها من الجهات التى تكثر فيها تضيف إلى النفقات زيادة لا تشجع مهندس الطرق على محاولة استخدامها خصوصا فى بلد كالقاهرة قديتسع الرصف فيه إلى مساحات كبيرة وذلك فضلا عن أن جفاف الجو فى القطر المصرى يتسبب عنه تمدد هذه المربعات وتشققها .

على أن من مزايا الرصف بالمربعات الخشبية فى الجو الذى يلائم طريقتها النظافة وعدم الاتزلاق وقلة الضوضاء والحياة الطويلة وموافقة كل أنواع حركة المرور العام .

ومنذ سنوات قليلة كان الأسفلت الناعم يستبدل بهذه المربعات فى كثير من الأحيان ولسكنها لم تلبث أن عادت للظهور حيث وضحت أفضليتها عن الأسفلت .

والنوع القوي من الأخشاب المستخرجة من غابات أستراليا يناسب أغراض الرصف ولكن تنقصه المرونة الكافية ويسهل تشققه فى حين أن الأنواع اللينة من الخشب كالسرو والصنوبر وغيرها تفيد فى الرصف وتأتى بنتيجة طيبة خصوصا عندما تصبح عازلة بعد دهانها بالمادة القطرانىة الكريوزوت (Creosote) تحت الضغط كما يحصل فى دهان الفلنكات الخشبية التى توضع عليها قضبان السكك الحديدية .

أساس المربعات الخشبية

توضع هذه المربعات على أساس يكون سطحه ناعما ومستويا بقدر

الأمكان ليكون الرصف بها ثابتا ومتينا . ويمكن أن يتحقق ذلك بجعل الأساس من خرسانة الأسمنت كما يحصل في الرصف بقوالب الأسفلت ويغطي سطح الخرسانة بمونة الأسمنت التي يمكن تسويتها إلى المنسوب المطلوب لتوضع المربعات الخشبية فوقها في اتجاه متعامد على محور الطريق مع ملاحظة قطع الحلول .

فراغ التمدد

لما كانت مربعات الخشب تتأثر كثيرا بالتقلبات الجوية وتكون عرضة للتمدد والتشقق لذلك فإن من أهم ما يلاحظ عند الرصف بها الاحتياط لهذا التمدد . وقد أعطت بعض الشركات عناية لهذه الناحية حتى أنها جهزت جانبيين من كل قطعة من الخشب بصفيحة مرتبطة بها بواسطة المسامير ويبلغ سمكها نحو $\frac{1}{2}$ بوصة . وعندما توضع المربعات بجانب بعضها البعض وبها هذه الصفيحة يكون هناك بين كل واحدة وأخرى فراغ يمكن ملؤه بالقار اللين أو الزفت إلى أن يصل المنسوب سطح الطريق وبهذا تنضغط مادة القار عند التمدد ولا تنفوس المربعات ولا تنشق .

تغطية سطح المربعات

بعد أن يتم وضع المربعات ويمتلئ الفراغ بينها بالقار أو الزفت ترش إحدى المادتين فوق السطح جميعه وتلقى فوقها الرمال لتكون وقاية لسطح المربعات بحيث إذا تلاشت هذه الطبقة بفعل المرور يصير تجديدها .

ومثل هذا الرصف يعيش من ١٥ إلى ٢٠ سنة . وفي نهاية هذه المدة يمكن إعادة استعمال جزء كبير من المربعات التي كانت بعيدة عن الحركة محتفظة بمتانتها أما الباقي فيمكن الاستفادة به في الحريق .

(٤) قوالب الطوب (BRICKS)

يجب أن يكون الطوب المستعمل لرصف الطرق متيناً وجافاً ليقاوم تأثير التقلبات الجوية التي يتعرض لها . كذلك يلاحظ ألا يلين أو يتفاعل مع الزيوت أو الأحماض التي قد تتساقط عليه .

ويجب ألا تزيد درجة امتصاصه الماء إذا وضع فيه مدة ٤٨ ساعة عن ٢ و . ٠ / من وزنه .

وأحسن أنواع الطوب ما كان مانعاً للارتزلاق متجانساً في تكوينه عديم التشقق منتظم الأوجه والزوايا .

والنوع الذي تقطع طينته بالأسلاك خير مما يتشكل في القوالب . ويلاحظ ضمناً لاستكمال متانة الطوب أن يترك مدة كافية يبرد فيها بعد الاحتراق .

الرصف باخرسانة

CONCRETE ROADS

لقد اتسع الرصف بالخرسانة في السنوات القليلة الماضية كحداولة من المحاولات الحديثة لتحسين الطرق . ولقد كان هذا النوع من الرصف كثير الانتشار في الولايات المتحدة بأمريكا وفي بعض الأقطار الأخرى . والرصف بالخرسانة يقتصر في بعض الأحيان على أساس الطريق ويتناول في الأحيان الأخرى الطريق كله أساسا وسطحا .

ولقد سبقت بنا الإشارة إلى أن أساسا من الخرسانة يكون ضروريا أحيانا تحت الأسفلت أو البلاط أو المربعات الخشبية باشتراطات خاصة وهنا نتكلم بتوسع عن كيفية عمل ووضع خرسانة الأساس .

خرسانة الأساس CONCRETE FOUNDATION

بعد أن يسوى قاع الطريق طبقا للقطاعات الطولية والعرضية تمر عليه الماء كيمنة لذلك وضغط بعض الأحجار فيما يكون به من المنخفضات ثم توضع حواجز جانبية من البردورة أو غيرها لتحديد عرض الطريق المرصوف ، وبعد أن يرش القاع بالماء يلقى عليه مخلوط الخرسانة الذي يتكون من الزلط والرمل والأسمنت والماء بنسب تختلف باختلاف أحجام الزلط وتتفق مع ما تؤيده التجارب العملية بحيث إذا كان الزلط بأبعاد نحو ٥ سم تكون نسب المسكونات من الزلط والرمل والأسمنت

خلط الخرسانة

تخلط مكونات الخرسانة بالنسب المتقدمة في جهاز ميكانيكي يسهل فيه نهو هذه العملية بدقة وانتظام في أقل زمن ممكن بحيث تضاف هذه المكونات جافة ويلقى عليها الماء أثناء تقليلها بكميات تكفي لجعل الخلوط وسطا بين اليابس واللين (اللبناني) حتى يمكن دكه في الطريق من جهة ولا تحول ليونته بين التصاق مونة الأسمنت بالزلاط من جهة أخرى وبذلك يحتفظ الخلوط بالمتانة المطلوبة.

إلقاء الخرسانة بالطريق

بعد تجهيز قاع الطريق كما قدمنا وبمجرد خلط الخرسانة وقبل أن تشك (Set) تلقى على الطريق وتفرش بانتظام ثم تدك بالندالة «Rammer» لتنضغط في موضعها. وإذا كانت الخرسانة سستعمل أساسا للأعمق أو الطوب أو البلاط فتغطى بطبقة من مونة الأسمنت ليكون سطحها مستويا وصالحا لوضع طبقة السطح النهائية فوقه.

ومن المفيد أن يترك فراغ بين الخرسانة وبعضها في طول الطريق كل خمسين مترا على سبيل الاحتياط في حالة التمدد تبعا لاختلاف الأحوال الجوية. على أن ذلك يمكن الاستغناء عنه إذا كانت عرض الطريق ١٢.٠٠ مترا فأقل.

تسليح الأساس REINFORCEMENT.

إذا كان الأساس الذي يوضع طبقا للقواعد المتقدمة بسبك ١٥ سم فإنه يحتمل الأثقال التي تمر عليه لغاية ٢٠ طنا على كل قدم مربع مادامت

الأرض تحته ثابتة. أما إذا كان قاع الطريق مزعزعا فيكون من الأفضل والأوفر تسليح الخرسانة بدلا من زيادة سمكها. ومثل هذا التسليح يمكن إعداده في مكان الرصف فتوضع الأسياخ الحديدية على أوتاد مثبتة في القاع ومرتفعة عنه ٥ سم ثم تلقى الخرسانة فوقها وتدفع فيما بينها لتتلاءم الفراغ السفلى ثم يتم إلقاء طبقة الخرسانة كلها إلى الارتفاع المعين وتلك بالمندالة حتى تثبت.

ومهما اختلفت بداية الشك «Initial Set» في الخرسانة وكذلك نهايته «Final Set» باختلاف نوع الأسمنت المستعمل فإن الشيء الثابت أن مثل هذا الأساس لا يصح أن تمر عليه الحركة العامة لمدة أقلها عشرة أيام صيفا وأربعة عشر يوما شتاء في مثل القطر المصري. أما في إنجلترا والأقطار الممطرة الشبيهة بها فتزيد هذه الفترة ٥٠ ٪ في كل حالة. ويلاحظ أن تظل الخرسانة طول هذا الزمن رطبة بواسطة تغطيتها عقب الشك إما بالزكايب المبللة أو الرمل المشرب بالماء.

الطريق الخرساني (ALL CONCRETE ROAD)

يمكن أن ينفش الطريق كله أساسا وسطحا من خرسانة الأسمنت. وفي هذه الحالة يجهز القاع كما هو الحال في خرسانة الأساس ثم توضع طبقتا الأساس والسطح باختلاف في التكوين بحيث يكفي في الأحوال العادية أن يكون سمك الطبقتين معاه ١ سم على اعتبار أن سمك الأساس ١٠ سم والسطح ٥ سم وبشرط أن تكون كل طبقة مكونة كالآتي : —
(١) الطبقة السفلى (الأساس) : تتكون من ثمانية أجزاء من

الزلط والرمل معا وجزء من الأسمنت .

(٢) الطبقة العليا (السطح) : تتكون من ثلاثة أجزاء من الرمل

و جزء من الأسمنت .

وتخلط خرسانة كل طبقة في نفس الجهاز المستعمل لخلط خرسانة الأساس

طريقة الرصف

عند ما يتم خلط خرسانة الأساس تلقى على الطريق بالارتفاع المعين ثم تدك بالمندالة . وقبل أن تشك تلقى الطبقة الثانية فوقها ليتم الالتحام بين الطبقتين ثم تدك أيضاً إلى أن تظهر مونة الأسمنت على السطح فيكون ذلك دليلاً على أن الضغط قد وصل إلى جميع أجزاء الخرسانة . وبعد أن تشك وتجف تكس برشاة صلبة لتقل نعومة السطح ويتمنع الانزلاق عليه .

والميل الطولية للطريق المرصوف بالخرسانة تكون عادة بنسبة ١ : ٦٠ وهي تكفي لتصريف المياه وعدم ركودها .

تسليح الطريق الخرساني

يمكن تسليح الخرسانة في هذه الحالة أيضاً . وذلك التسليح قد يتناول الطبقة السفلى فقط أو هي والعليا معا .

فإذا كان التسليح قاصراً على طبقة الأساس فتوضع الأسياخ الحديدية في ثلث ارتفاع الطبقتين من أسفل وتكون الخرسانة في هذه الحالة بمثابة دعامة قوية (عتب) تحتمل ما فوقها من أثقال .

أما إذا كان التسليح في الطبقتين فأن أسياخا توضع أيضا في ثاني الارتفاع من أسفل بحيث تربط الأسياخ العليا والسفلى بأسلاك رفيعة . وتسليح طبقة السطح تفيد في مقاومة التشقق الذي يحدث غالبا نتيجة لتقلب الجو واختلاف درجات حرارته .

فراغ التمدد Expansion Joints

يلاحظ في الطريق الخرساني أيضا أن تترك مسافات فارغة من الخرسانة لأجل التمدد بحيث تملأ بمادة لينة قد تكون قطران الفحم أو زفت الأفران الهوائية أو بعض أصناف القار الأخرى إذ أن هذه المواد توقف الحركة المستديمة التي تحدث في الخرسانة بفعل التمدد والتقلص عن أن تعمل على تشققها .

وحركة التمدد المذكورة تختلف بالليل عنها في النهار . فعند ما تتسلط أشعة الشمس أثناء النهار على الطريق الخرساني تتأثر طبقته العليا بالحرارة فتتمدد وتبقى الطبقة السفلى بعيدة إلى حد ما عن التأثير بالحرارة فيقل تمددها .

وفي الليل تنعكس النظرية لأن الهواء البارد يؤثر في الطبقة العليا فتتقلص في حين أن ماتحتها يظل محتفظا بحرارته فيقل تقلصه أو يمنع .

دهان الطريق الخرساني

من المعتاد عمليا دهان سطح مثل هذه الطرق بالقطران أو القار قبل أن تفتح المرور العام لأن هذا الدهان يكسب السطح شيئا من المرونة ويحميه من التعرض للاحتكاك بحركة المرور .

مواصفات المواد المستعملة في الخرسانة

(١) الأسمنت

يلزم أن يكون نوع الأسمنت متفقاً مع المواصفات البريطانية بحيث يكون متماثل الصنف في جميع الكميات لأن أى اختلاف في نوع الأسمنت المستعمل في مخلوط الخرسانة يتسبب عنه ضعفها .

وأحسن أنواع الأسمنت هو ما كان الشك فيه بطيئاً . على أنه إذا اقتضت الظروف فتح الطريق الذي يرصف بالخرسانة المرور العام بسرعة فيختار الأسمنت من النوع القوي الذي يكسب الخرسانة في سبعة أيام قوة لا تنوفر من الأسمنت العادي إلا بعد ثمانية وعشرين يوماً . ومن هذا النوع القوي الأسمنت الشبي (Alluminus Cement) .

(ب) الزلط

يستعمل الزلط أو قطع الأحجار في الخرسانة . وما كان منها ذا أركان حادة يكون أفضل من المستدير . ويشترط في الأحجار المستعملة أن تكون قوية ناشفة بحيث إذا كسرت لا تنفلق عن طبقات مستطيلة . ويلزم أن يكون الزلط أو قطع الأحجار نظيفة خالية من التراب والطين وغير ذلك ويستحسن لضمان نظافتها أن تغسل بالماء قبل الاستعمال . وإذا كانت الخرسانة ستوضع في الأساس فقط فتكون أبعاد الأحجار اللازمة لها ٥ سم ويصح استعمال كمية أخرى تمر من عيون غربال سعة ٣ سم .

أما إذا كانت الخرسانة لطبقتي الطريق فتكون أحجار خرسانة الأساس بمقاس ٤ سم .

(ج) الرمل

يكون الرمل المستعمل في الخرسانة نظيفا خاليا من التراب والطين . وللتحقق من ذلك يمكن غسله . ويكون حجمه بحيث يمر من عيون غربال فتحاته $\frac{1}{2}$ بوصة مع التجاوز عن نحو ١٠ ٪ من السكمية لتمر في غربال به خمسون عينا في البوصة الطولية . ومن المفيد أن يكون بالرمل نسب متساوية من أنواعه الثلاثة الخشن والمتوسط والناعم على أن تكون كلها ذات أركان حادة .

(د) الماء

يشترط في الماء الذي يضاف إلى مخلوط الخرسانة أن يكون نظيفا وعذبا .

(هـ) التسليح

يلزم أن يخلو الحديد المستعمل في تسليح الخرسانة من الزيت أو البوية أو أى مادة أخرى تحول دون تماسكه بالخرسانة . ويشترط ألا تقل قوة شد الحديد عن ٦٠٠٠٠ رطلا على البوصة المربعة بحيث يحتمل الثنى حول أحد قطريه وهو بارد لدرجة ١٨٠° ثم يمكن تقويمه من غير أن يكسر .

وعلى العموم فمن الضروري حفظ عينات من كل المهمات اللازمة للعمل لمقارنتها بكل كمية تستورد والتأكد من مطابقتها لها .

والمؤلفان لا يريان هذا النوع من الرصف مناسبا للاستعمال فى طرق كطرق القاهرة وفى جوجو مصر .

مزايا الرصف بالخرسانة

- (١) سطحها ناعم ويقل الانزلاق عليه .
- (٢) سطحها خال من الطين والتراب .
- (٣) عند ما يتآكل سطح الخرسانة بفعل الزمن يبقى أساسها صالحا لأى نوع من الرصف كالأسفلت أو غيره .

عيوب الرصف بالخرسانة

- (١) من المستحيل إصلاحها فى حالة التلف بدرجة يعود الطريق فيها إلى تماسكه الأسمى والترميمات السطحية فى الخرسانة متعذرة التنفيذ .
- (٢) إذا اقتضى الحال كسر الخرسانة فيكون ذلك من الصعوبة بمكان وخصوصا إذا كانت مسلحة .

- (٣) عملية الرصف بالخرسانة تحتاج إلى أيام فى الأنشاء تقف فيها حركة المرور بالكلية وتتعطل مصالح الناس إذا لم توجد طرق أخرى تتحول إليها الحركة .

الطرق الزراعية

AGRICULTURAL ROADS

لم يكن الناس قبل اليوم يشعرون بأهمية الطرق الزراعية وضرورة تمهيدها وتذليل عقباتها لأنهم كانوا ينتقلون عليها من قرية إلى أخرى على ظهور الدواب . وبتلك الوسيلة أيضا كانوا ينقلون محاصيلهم للبيع والشراء . وكان يتساوى في ذلك ضيق الطريق واتساعه وتمهيده وعدم تمهيده .

أما اليوم وقد أصبحت الحير والبغال لا ترى إلا نادرا وكادت تلهق بالآثار القديمة البالية بعد أن حلت محلها تلك القوى الميكانيكية السيارة التي تسابق الريح والتي أصبح ميسورا لسكل إنسان أن يستعملها في أسفاره ونقل أثقاله فقد صار من الضروري العناية بتلك الطرق في تمهيدها وصيانتها بما يتناسب مع أهميتها لأن لها من الحيوية بالنسبة لمصالح الزارع والتاجر والمقيم والمسافر مثل ما للشرايين في جسم الإنسان .

والطرق الزراعية فضلا عما تقدم تكاد تكون الوسيلة الوحيدة التي تستعين بها الحكومة في أداء وظيفتها في المحافظة على الأمن العام واتقاء الأخطار التي تتعرض لها البلاد من حوادث القدر كشبوب الحرائق أو حدوث نكبات من أى نوع كان إذ لولاها لما تيسر لعمل الحكومة في كثير من الظروف أن يصلوا إلى أماكن الخطر في الوقت المناسب لاتقاء أضراره القاسية .

وفوق هذا وذلك فإن الطرق الزراعية تسهل مهمة الأطباء في الانتقال

اتدارك المرضى وإتقاذ المصابين، وكم من حالات كاد يذهب فيها المريض ضحية البطء في إتقاده لولا وجود هذه الطرق .

ومع أن هذه هي أهمية الطرق الزراعية فأنها لا تزال في هذا القطر على الفطرة . من ذلك انحرافها في أغلب الأحيان إلى القرى التي تقع بين نهايتها ومرورها في أزقتها وعطفاها الضيقة ومضايقها السكان والركاب في وقت واحد .

كذلك فأن أغلب الطرق خالية من الأشجار المغروسة على الجانبين والتي لها إلى جانب مهمة تظليل المارين والراكبين خاصية إكساب الطريق متانة وتماسكا بامتداد جذورها وشعبها واندماجها في تراب الطريق خصوصا مع توالي رشه بالماء .

ونظراً لخلو الطرق من الأشجار فأن حرارة الشمس تفعل فعلها في تجفيف ترابها من رطوبته العادية ومن مياه الرش أيضا ويترتب على ذلك هبوبه باستمرار خلف السيارات عند مرورها .

وليس ما تقدم هو كل العيب المشاهد في الطرق الزراعية بنظامها الحاضر لأن أغلب هذه الطرق لا يعدو أن يكون جسر ترعة أو مصرف وهذه الجسور بحكم حرص المزارع على رى أرضه في دوره أو في غير دوره معرضة لعدو لا يستهان به من القطوع التي تدل عليها مثلات بل ألوف المحاضر التي تشهدها لجان المخالفات في جميع الأنحاء . ومن الآن إلى أن يتم ذلك المشروع الهام القاضى بتعديل الفتحات وتحديداتها من ناحيتها بالمباني الثابتة ستبقى هذه الطرق تحت رحمة المزارع يعمل فيها بالقطع والتقصير . وفي ذلك ما يجعل المواصلات عسيرة بل في بعض

الأحيان مستحيلة . وكثيرا ما سمعنا بحوادث سقوط بعض السيارات في الترع أو المصارف نتيجة ذلك .

هذا من جهة ومن جهة أخرى فإن ناتج تطهير هذه الترع والمصارف الذي يخرج منها سنوياً يلقي دائماً على جسورها ولذلك يبقى الطريق دائم التفكك فتثور أتربه وتؤدي المسارة ولا ينفع فيها الرش لتثبيتها وتدعيمها .

لذلك قد يكون من المفيد جداً أن تنشأ الطرق الزراعية في وسط الأراضي الزراعية بدلاً من أن تكون على جسور الترع والمصارف لتلافي هذه الحالات التي تفسد الطرق باستمرار والتي ثبت أن أي رقابة أو شدة لا تحول دون وقوعها .

وإذا كان السبب الجوهرى في اختيار تلك الجسور لتكون هي الطرق الرئيسية راجعاً إلى سهولة الحصول منها على المياه اللازمة للرش بواسطة العمال والجرادل فقد آن لنا أن نستبدل بتلك الطريقة الأولية أخرى تناسب مع المخترعات الحديثة وتتفق مع مبادئ الاقتصاد . ويمكن أن نستخدم أوتوموبيلات الرش لهذا الغرض فتغنى عن آلاف العمال وتؤدي مأمورية الرش مرات عدة في اليوم وبسرعة عظيمة ولا يتحتم معها أن يكون الماء مجاوراً للطريق إذ يكون من السهل ملء هذه الأوتوموبيلات من أماكن معينة وتفرغها في الرش ثم ملؤها بعد ذلك وهكذا .

أما إذا كانت الفكرة في اختيار الجسور لتكون طرقاً زراعية ترجع لسبب اقتصادى فيجب أن يلاحظ أن الاقتصاد ليس في تفادى دفع

نفقات كبيرة لنزع ملكية الأراضي اللازمة للطرق لتكون بعيدة عن الجسور بل يمكن توفيره من الصيانة المستديمة التي تستدعيها جسور الترع وما تحتاجه من رصف بالمسكادام أو غيره وذلك بمرور الطرق في الأراضي الزراعية التي تحتفظ عادة بثباتها مادام مزروعا على جانبيها عدد كاف من الأشجار التي تعمل جذورها بمد تلاميها عمل قوة التماسك خصوصا وأن الزمن سيضعف هذه القوة مادامت الطرق غير معرضة للقطع والتغيرات التي تتعرض لها عادة لو أنها كانت جسورا للترع والمصارف. ذلك فضلا عن أن الترع والمصارف لا يراعى في تخطيطها قصرها أو استقامتها إذ المولى في إنشائها على المناسب وتمكين أكبر مساحة من الأراضي من الارتفاع بها وبذلك تكثر تعاريجها عادة ويكون اختيار جسورها للمرور سببا في إضاعة الوقت على السائرين فيها.

ونحن وإن كنا ننصح بالبعد في اختيار الطرق الرئيسية عن جسور الترع والمصارف لا يسعنا إلا أن نشير إلى أهمية جعل جسر النيل الغربي الممتد بطول الوجه القبلي طريقا رئيسيا للمرور في تلك المناطق وذلك باستبدال تعاريجها ورصفه إن أمكن بالمسكادام ليكون وقاية ثابتة من غوائل الفيضان فوق جملة طريقا يُشرف على النيل ويحدث الأجنبي والمقيم بتلك العظمة الطبيعية التي حبا الله بها هذا القطر السعيد.

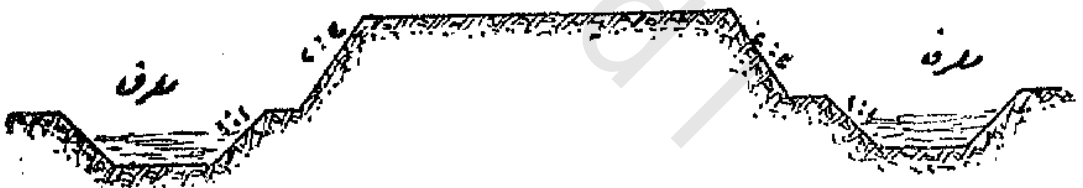
وهل أدل على تلك العظمة الطبيعية وضرورة كشفها للسائحين من قول أحدهم الدكتور « أميل لدويج » الكاتب والمؤرخ الألماني الشهير المندوب المقطع بعدد الجمعة ١٣ ديسمبر سنة ١٩٢٩ : —

« إن للنيل مقاما ساميا في نفسى ولا يسعى أن أنظر إليه من غير

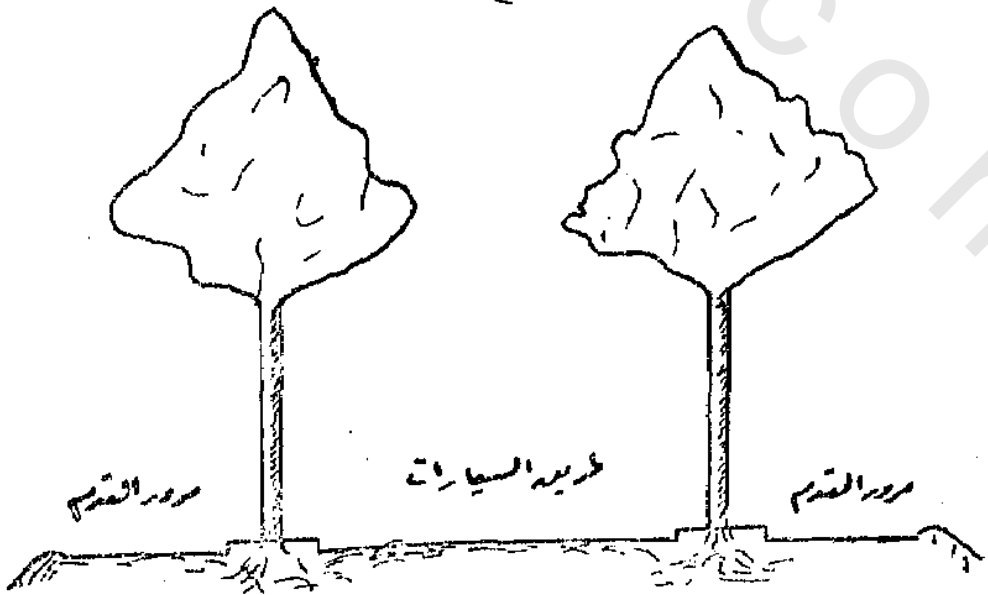
أن يستحوذ على شعور غريب لا أستطيع وصفه إلا بأنه مزيج من الاحترام والأعجاب . فقد سُمحت كثيرا وجُدت في بلدان كثيرة ورأيت أنهارا كثيرة . ولكن ما من منظر أثر في نفسي مثل منظر النيل حتى أنني لما اجتزته أمس بالسيارة عند وصولي إلى العاصمة وتوجهي إلى فندق « مينا هاوس » رفعت له قبعتي تحية وإجلالا بمجرد وقوع نظري عليه . ونحن لا نجهل أن ذلك يتكلف ملايين الجنيهات ولكنها لا تكثر على الأغراض الجليلة التي تنتج عن إنفاقها فضلا عن أن من السهل توزيعها على ميزانيات سنين عدة فلا يكاد الإنسان يحس ببهظها .

وفيما يلي نبين في القطاع (أ) الطريق الزراعي بحالته الحاضرة وفي القطاع (ب) الطريق الذي نقترحه .

مخطط زراعي



القطاع (أ)



القطاع (ب)

الطرق الرئيسية

ARTERIAL ROADS

يصح أن تدخل الطرق الرئيسية تحت عنوان الطرق الزراعية لأن كلا منها تقطع طول مراحلها في الخلاء وسط الزراعة بعيدة عن العمران. والطرق الرئيسية تحمل في اسمها معناها إذ تصل عادة بين بلدين كبيرين كالقاهرة والأسكندرية مثلاً أو بين بلد وضاحية من ضواحيه كالقاهرة وحلوان أو هي ومصر الجديدة .

ومثل هذه الطرق كانت فيما مضى من الزمان المسالك الرئيسية للأغراض الحربية والتجارية إلى أن عرف الناس السكك الحديدية فقل استعمالهم للطرق . ولكنها ما لبثت أن عادت للظهور عندما حملت إليها السيارات الحديثة رسالة الحياة .

على أن هذه السيارات واجهت عند ظهورها صعوبات جمة في المرور على طرق خلقت لأغراض لا تناسب مع ما تستلزمه هي من الاتساع والمتانة في السطح . ولهذا فكرت السلطات المختصة في كل بلد من بلاد العالم في تهذيب الطرق الرئيسية وإدخال التحسين عليها بحالة شجعت على انتشار وسائل نقل جديدة . وهذه بدورها استدعت تحسيناً آخر وهكذا إلى آخر السلسلة المتصلة الحلقات . وقد أصبح مفهوماً أن دراسة الطرق يجب ألا تقتصر على ماتحت النظر الآن من وسائل النقل بل تمتد إلى المستقبل البعيد فتقدر ماسيأتي به التطور قياساً إلى الماضي وتحسب له حساباً .

وقبل أن نتكلم عن الطرق الرئيسية من الوجهة الهندسية يخطر
لنا أن نسأل : هل من المصلحة تحسين هذه الطرق لتغذية حركة النقل
بالسيارات التي أصبحت مزاحماً خطراً للسكك الحديدية ؟

والمسألة مهما بدت معقدة في مثل القطر المصري حيث تتولى
الحكومة الإشراف على السكك الحديدية والطرق معا فإن الجواب
سيكون من غير شك « نعم » لأن المنافسة سر التقدم على أى حال .
وهي في مثل هذه الحالة محدودة غير مطلقة إذ أن أسفار راكبي السيارات
ان تكون إلا لمسافات قصيرة . أما في المسافات الطويلة فالقطارات
السريعة أجدى على المسافرين وأكثر توفيراً لراحته . كذلك فإن البضائع
الخفيفة هي التي يمكن نقلها بواسطة السيارات أما الأثقال الضخمة
فطريقها قطارات البضائع .

ونظراً لأنه لا يمكن الاستغناء بأحدى هاتين الوسيلتين عن
الأخرى في نقل المسافرين والبضائع فإن بعض ممالك أوروبا كأيطاليا
والإنجلترا تعمل لتحسينهما معا حتى أن شركات السكك الحديدية في إنجلترا
حصلت على سلطة من البرلمان تخولها حق العمل على تنظيم حركات
السيارات طبقاً لتطورها .

وفي الوقت الذي نضع كتابنا هذا تتؤكد الأشاعات القائلة بأن
الحكومة المصرية عاملة على تنظيم حركة السيارات وأن مصلحة السكك
الحديدية تدرس مشروع إدارة خطوط سيارات لحسابها وذلك يدل
على أن الحكومة المصرية أخذت تسير في نفس الاتجاه الذي سارت
فيه الدول الأوروبية .

ودراسة الطريق الرئيسى تتناول المسألتين الآتيتين : —

(١) كفاية الطريق لاحتمال حركة السيارات بنظامها وحجمها وسرعتها الحالية .

(٢) سهولة اتساعه وإلى أى مدى يكون ذلك الاتساع بعد خمسين سنة . وأى الأنواع من سيارات النقل ستظهر للوجود وماذا تقتضيه من الاستعدادات ١١٢

وفى هذه الحالة الأخيرة يصح وضع تشريع لحماية الأراضى التى قد تحتاجها الطرق مستقبلا من أى اعتداء . وعند تصميم الطريق ينظر إلى ما يحتاجه المستقبل من سعة على أن ينفذ من التصميم الموضوع جزء يناسب حركة المرور بحالتها الحاضرة حتى لا يتعارض مع ما تتطلبه الأيام المقبلة من توسيع واستكمال للتصميم .

ومن العوامل التى يجب توفرها فى اختيار الطرق الرئيسية وتصميمها أمن الراكب فيها والسائر عليها . وذلك يتحقق بما يأتى : —

(١) يكون أساس الطريق وسطحه بالمتانة التى تكفى لاحتمال حركة السيارات التى تصل حمولتها إلى اثنى عشر طنا محملة على ست عجلات مع النظر إلى المستقبل واحتمال زيادة الأثقال . وحيث تخترق الطرق الترع والمصارف والأنهار على كبارى تكون هذه الكبارى هى العامل الأساسى الذى يراعى فى السماح لسيارات ذات أثقال معينة للمرور بالطريق حتى لا تتأثر الكبارى المذكورة بمرورها عليها إذا زادت عن المسموح بها فى تصميم الكبرى .

ويلاحظ فى سطح الطريق أن يكون قليل الأثر به مانعا للانزلاق

ولا يحتاج إلى نفقات كثيرة لصيانتها . وتحدد جوانبه بالبردورة أو غيرها منعاً لانزلاق الطريق عرضياً تحت الحركة الثقيلة التي تمر عليه .

وفي الولايات المتحدة ترصف مثل هذه الطرق بالحرسانة المادية أو المساحة على نحو مباشر حناه في الفصل الأسبق . وعندما تتأكل طبقة السطح توضع بدلا عنها طبقة من الأسفلت إذا كان يلائم الحركة المارة بالطريق . (٢) يجب أن يكون اتساع الطريق كافياً لحركة المرور في اتجاهيهما . وفي البلاد الزراعية مثل القطر المصري تخصص أجزاء من الطريق لسير المواشي والحمير بعيداً عن نهر الطريق المستعمل للسيارات كما يرى في القطاع (ب) المبين في آخر الفصل السابق .

ومن الضروري أن تحدد سرعة السيارات التي تمر في الطريق بحيث يلاحظ أن مثل هذه الطرق الرئيسية المزدحمة بالحركة لا يصح أن تكون ميداناً للسباق . وفي هذه الحالة يمكن تخصيص بعض الطرق للحركة البطيئة التي لا تتجاوز ٣٠ كيلو متراً في الساعة والبعض الآخر للسيارات التي لا تزيد سرعتها عن ٧٠ كيلو متراً في الساعة على ألا يكون مسموحاً بزيادة السرعة المقررة تعويضاً لأي وقت تكون السيارة قد أضعفته بسبب عطل أصابها أو ازدحام تعرضت له حرصاً على سلامة الطريق وأمن سالكيه . ولا يسمح بالمرور في هذه الطرق إلا بعد دفع العوائد المقررة التي تكون في كثير من البلاد مصدر إيراد كبير .

(٣) يلاحظ في المنحنيات أن تكون بحيث يعتمد البصر في الطريق كله على قدر الأمكان لئلا تتعرض الأخطار المفاجئة التي تحصل عادة عند المنعطفات الشديدة الدوران .

(٤) إذا اخترق الطريق السكة الحديدية في أى نقطة يجب أن يكون ذلك فوق كبرى أو تحت نفق حتى لا تتعطل الحركة بسبب مرور القطارات وحتى لا تزدهم السيارات الصاعدة والنازلة في انتظار فتح الطريق وينتج عن مزاحمتها لبعضها البعض أخطار كثيرة وذلك فضلا عما تعرض له عادة أرواح السكك الحديدية من اصطدام القطارات بالسيارات لأى إهمال يقع من خفير البوابة في قفلها في الوقت المناسب .

(٥) من المهم جدا تصريف مياه الطرق خصوصا في البلاد الممطرة حتى لا يترتب على ركودها تكوين الأوحال والخفريات وإيذاء الناس في صحتهم وعرقلة سير العربات وغيرها . ويسهل تصريف مياه الطريق بتوجيه ميوله إلى خيث توجد البالوعات التي تنزل فيها المياه وتنصرف منها إلى المجموعات الرئيسية حيث لا يتأثر بها الطريق أو أساسه . وفي الطرق التي لا توجد بها المجارى تقوم الآبار المنشأة عند تقابل الميول وفي أكثر النقاط انخفاضها بالطريق مقام البالوعات . على أن مسألة تصريف المياه في مثل القطر المصرى ليست من المسائل التي تشغل البال كثيرا لقلة الأمطار به .

(٦) أفضل الطرق وأسمها هو ما كان مقسوما إلى جزأين يسير إحدى حركتى المرور في جزء والحركة المضادة لها في الجزء الآخر . ويمكن تقسيم الطريق بوضع مأوى (جزر) (Refuges) في وسطه حيث تزرع بها أشجار تظلل المارة . وهذا التقسيم يفيد في منع الاصطدامات نهارا كما يمتنع معه تأثير سائقي السيارات بتألق أنوار السيارات المتقابلة لها ليلا وذلك بانحرافها عن نفس اتجاهها .

(٧) حيث لا توجد الغابات والأشجار طبيعياً يجب أن تزرع الأشجار على جوانب الطرق لأنها لا تظلل السائقين بحسب بل تزيد الطريق متانة خصوصاً إذا كان تراكباً وفضلاً عن ذلك فإنها تكسب الطريق جمالاً يخفف على السائقين فيه مشاق أسفارهم . ومزايا الأشجار تتناول الطرق جميعاً سواء أكانت مسدنية (Urban Roads) أم قروية (Rural Roads)

الأفاريز

FOOT PATHS

إفريز الطريق هو الجزء الجانبي المجاور للمباني المرتفع عن منسوب الطريق المستعمل لحماية السائقين على الأقدام من تعرضهم للسيارات المارة في نهر الطريق «Chaussé» ويفصل الإفريز عن الطريق أحجار تسمى (البردورة) «Kerbs» تمنع انزلاق مادة رصف الطريق إلى الجوانب وتقي الإفريز المرتفع من الانهيار وتكون مرشداً للمياه المجاورة لها المنحدرة من محور الطريق في السير إلى حيث توجد البالوعات.

وقد بدأت الأفاريز أكواما من التراب ثم مهّدت هذه الأكوام . وبعد ذلك روي لأسباب صحية لها علاقة بالنظافة وتسهيلاً لمشاق السائقين على الأقدام أن ترصف بمواد مختلفة أرخص نفقة وأقل سمكاً من المواد المستعملة في رصف نهر الطريق . ولهذا السبب أصبحت الأفاريز أفضل مقر لكل التخطيطات الأرضية «Canalisations» الخاصة بأسلاك التليفون

ومواسير الغاز وأنابيب المياه وغيرها تيسيراً لمهمة الحفر عليها وكشفها وتخفيفاً للاتفاق في إصلاحها . . ذلك إلى أن المقروض - إن خطأ أو صواباً - أن تعطيل المارين بالقدم في حالة الإصلاحات التي تجرى بالأفاريز أقل مضايقة للجمهور من تعطيل حركة مرور السيارات فيما لو كانت هذه التخطيطات واقعة في نهر الطريق .

والأفاريز فوق كوتها مخابىء للأغراض الأرضية التي أشرنا إليها فأنها المسكان الآمن الذي توضع به مصابيح الأنارة العامة والأشجار وأعمدة الترام والتليفون وغيرها .

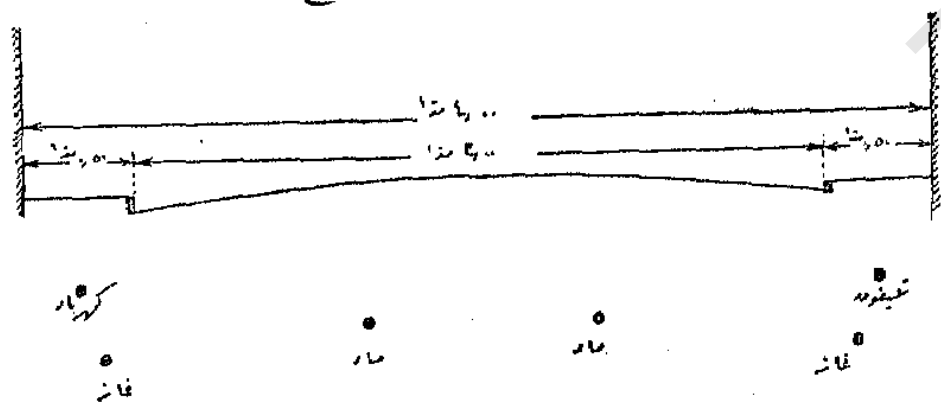
وفضلاً عن هذا وذلك فإن بعض أجزاء الأفاريز - في مثل القطر المصري حيث الجو لا يحجب الناس في البقاء بمنازلهم طويلاً - تخصص لوضع كراسي المقاهي كما هو الحال في الشوارع المتسمة بمدينتي باريس ومارسيليا .

عروض الأفاريز

يتوقف تقرير عروض الأفاريز على مراعاة الاعتبارات المحلية لكل طريق على حدة بحيث يكون ملاحظاً أن يتوفر إلى جانب تسهيل حركة مرور السيارات بنهر الطريق اتساع كافٍ للأفاريز حتى لا يتضايق الجمهور الراجل وإن كان ذلك لا ييسر في غالب الأحيان حيث يقضى اتساع حركة السيارات وتطورها المستمر بتضييق بعض الأفاريز لتوسيع نهر الطريق مما يؤدي إلى قطع الأشجار المغروسة الباسقة كما حصل فعلاً في بعض شوارع القاهرة وباريس .

وأقل عرض للأفريز يكفي في مدينة القاهرة للأغراض السابقة الذكر هو ٤٠٠ مم، حيث توضع مواسير المجارى من الأفريز في أقرب مكان المنازل لتتصل بها مجاريها وتبنى فوقها على أبعاد حجار التفتيش وتتصل بها البالوعات حيث تكون . ويتلو هذه المواسير في الوضع أسلاك الكهرباء التى تستعمل لأتارة المنازل . كذلك توضع أنابيب الغاز تحت الأفريز وهى منبع أخطار قد تحصل إذا ما انفجرت وتسرب الغاز إلى المنازل كما أنه يعمت الأشجار بمجرد اتصاله بحدودها . ويلى أنابيب الغاز فى الوضع مواسير المياه التى يلاحظ جيداً أن تكون بعيدة عن التأثيرات الكهربائية . وعلى مقربة من نهاية الأفريز توضع الأسلاك الأرضية للتليفون والترام وقد يكونان معاً فى أفريز واحد أو يكون كل منهما تحت أفريز .

وتوضع فوق الأفاريز أعمدة الترام ومصابيح الأنارة على أسس تنخفض عن منسوب سطح الطريق وكذلك تفرس الأشجار بحيث لا تتعارض كل هذه المنشآت مع مواقع التخطيطات الأرضية حتى لا تنشأ منها صعوبة في حالة إجراء إصلاحات بتلك التخطيطات . وفي الشكل (١) قطاع لطريق ضيق مبين عليه مواقع بعض هذه الأعمال :-



وفيما يلي من الجداول نبين أبعاد هذه المواقع من خطوط التنظيم وانخفاضها عن منسوب سطح الأفريز واختلاف ذلك تبعاً لعروض الطرق مع ملاحظة أن الظروف المحلية وحدها هي التي لها الاعتبار الأول في تحديد الأبعاد والأوضاع وأن ما في الجداول يعتبر بمثابة مرشد فقط :—

(١) عروض الأفريز وأبعاد التخطيطات من خطوط التنظيم

عرض الطريق الكلي بالمتر	عرض نهر الطريق	عرض كل إفريز	أسلاك الكهرباء	أسلاك التليفون	أنايب القناز	أنايب المياه الرئيسية	أنايب المياه الفرعية
٤ر—	٣ر—	٠ر٥٠	٠ر٢٥	٠ر٢٥	٠ر٣٥	١ر٥٠	
٥ر—	٤ر—	٠ر٥٠	٠ر٢٥	٠ر٢٥	٠ر٣٥	١ر٥٠	
٦ر—	٤ر٤٠	٠ر٨٠	٠ر٣٠	٠ر٣٠	٠ر٥٠	١ر٨٠	
٧ر—	٤ر٤٠	١ر٣٠	٠ر٣٠	٠ر٧٠	١ر—	٢ر٣٠	
٨ر—	٥ر—	١ر٥٠	٠ر٦٠	١ر—	١ر٣٠	٢ر٧٠	
٩ر—	٥ر٨٠	١ر٦٠	٠ر٦٠	١ر١٠	١ر٤٠	٢ر٨٠	
١٠ر—	٦ر٦٠	١ر٧٠	٠ر٦٠	١ر١٠	١ر٤٠	٢ر٩٠	
١١ر—	٧ر—	٢ر—	٠ر٦٠	١ر١٠	١ر٤٠	٣ر٢٠	
١٢ر—	٧ر٥٠	٢ر٢٥	٠ر٦٠	١ر١٠	١ر٤٠	٣ر٤٥	٢ر—
١٣ر—	٨ر—	٢ر٥٠	٠ر٦٠	١ر١٠	١ر٤٠	٣ر٧٠	٢ر٢٥
١٤ر—	٨ر٥٠	٢ر٧٥	٠ر٨٠	١ر٢٠	١ر٦٠	٣ر٩٥	٢ر٤٥
١٥ر—	٩ر—	٣ر—	٠ر٨٠	١ر٢٠	١ر٦٠	٥ر—	٢ر—
١٦ر—	٩ر٥٠	٣ر٢٥	١ر١٠	١ر٥٠	١ر٨٠	٥ر٢٥	٢ر٢٥
١٧ر—	١٠ر—	٣ر٥٠	١ر١٠	١ر٥٠	١ر٨٠	٥ر٥٠	٢ر٢٥
١٨ر—	١٠ر—	٤ر—	١ر١٠	٣ر٦٠	١ر٩٠	٦ر—	٢ر٤٥
١٩ر—	١٠ر—	٤ر٥٠	١ر١٠	٣ر٦٠	١ر٩٠	٦ر٥٠	٣ر—
٢٠ر—	١٠ر—	٥ر—	١ر١٠	٣ر٦٠	١ر٩٠	٧ر—	٣ر٢٥

ملاحظات على الجدول السابق : —

- (١) عند ما يكون عرض الأفریز أقل من ١٠ مترًا توضع أسلاك التليفون تحت أحد الأفریزين وأسلاك الكهرباء تحت الأفریز الآخر.
- (ب) إذا كان عرض الطريق الكلى أقل من ١١ مترًا فتكون أنابيب المياه تحت نهر الطريق. أما إذا زاد العرض الكلى عن ١١ مترًا فتوضع أنابيب المياه الرئيسية تحت نهر الطريق والأنابيب الفرعية تحت الأفریز حسب الأبعاد الموضحة بالجدول .
- (ج) رؤى من المناسب وضع أسلاك التليفون بعيدة عن أسلاك الكهرباء عند ما يكون عرض الأفریز ٤ مترًا فأكثر .
- (د) مصابيح الأنارة والأعمدة التي تنشأ فوق الأفریز تكون على بعد ٦٥ مترًا من حافة البردورة . والأشجار لا تفرس إلا إذا كان عرض الأفریز ٤ مترًا فأكثر وتكون على بعد ١٠ مترًا من البردورة .
- (٢) أعماق التخطيطات الأرضية تحت سطح الأفریز تتراوح بين الأبعاد المبينة بالجدول الآتى : —

أعماق التخطيطات من سطح الأفریز بالمتر										عرض الطريق الكلى بالمتر	
أسلاك الكهرباء		أسلاك التليفون		أنابيب الغاز		أنابيب المياه الرئيسية		أنابيب المياه الفرعية		إلى	من
إلى	من	إلى	من	إلى	من	إلى	من	إلى	من		
١	٠.٥٠	١	٠.٥٠	١	٠.٥٠	١	٠.٥٠	١	٠.٥٠	٤	٢٠

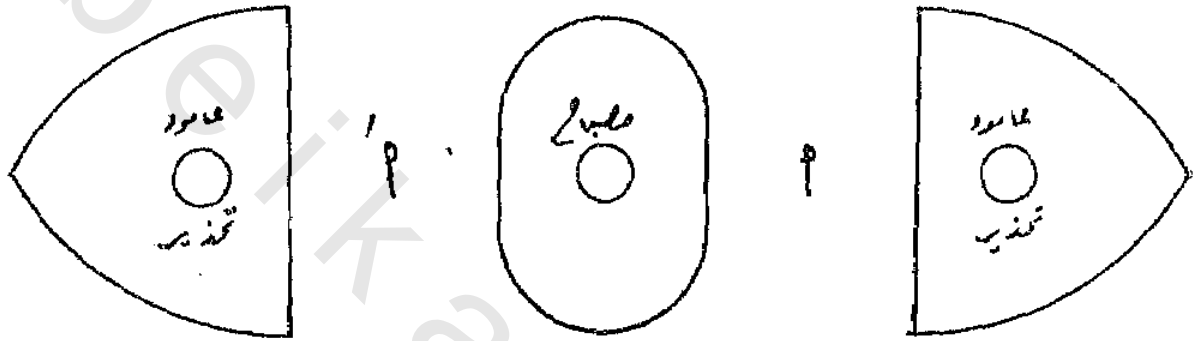
المأوى (الجزر) (Refuges)

هناك نوع من الأفريز يقال له المأوى تقام وسط الطرق وعلى جوانب أشرطة الترام وتحدد بأحجار البردورة لتوضع بها المصابيح والأشجار وأعمدة الترام وغيرها . وهذه المأوى تكون في مفارق الطرق مرشداً لحركة المرور وفي جوانب الترام مقرا يأوى إليه النازل منه والصاعد إليه حتى لا يتعرض لأخطار الاصطدام بالسيارات المفاجئة عند عبوره الطريق إلى الأفريز وذلك باستقراره فوق المأوى إلى أن يرى الطريق خاليا .

وفي الميادين الواسعة تنشأ المأوى المستديرة بتوسطها متزهة أو نافورة أو غيرها وتدور حولها حركة المرور . وقد أفادت هذه المأوى في منع أخطار مصادمات كثيرة كانت تقع بين السيارات وامتنعت بهذه الحركة الدائرية كما هو الحال في ميادين سوارس والأسماعلية وسليمان باشا وغيرها . وفي المواضع التي تدعو الضرورة لأقامة المراحيض العامة أو المتنزهات يكون من الواجب إحاطتها بالمأوى لتوضع بها المصابيح والأعمدة وغيرها . ويجب ألا يقل اتساع أى مأوى عن ٩٠ سنتيمترا حتى تقي المصابيح أو الأعمدة المقامة عليها من الاصطدام بالسيارات .

وفي الشكل التالى نوع من المأوى المستعملة في أوروبا والتي بدأت تجربتها في القاهرة عند تلاقى شارعى سليمان باشا وفؤاد الأول . ويلاحظ أن تكون المسافات بين أضيقه بحيث لا تتسع لأكثر من سير راجل أو مرور عربات الأطفال حتى إذا تصادف وكانت واحدة منها قد تركت الأفرير أثناء عبورها الطريق واستحال عليها اجتيازها نظراً لمرور الحركة

به فأن سائقها يستطيع الوقوف بها في الفراغ المذكور ريثما تنتهي الحركة المارة . ويوضع في المأوى الوسطى مصباح وفي المأويين الجانبيتين عامودان يتراوح طول كل منهما بين ١٠٠ ١٥٠ مترا ويثبت بكل منهما مصباح أحمر لتحذير السيارات .



رصف الأفارين

يقصد من رصف الأفارين أن تكون خالية من الطين والتراب عديدة الانزلاق يدوم احتمالها زمنا طويلا ويكون منظرها جميلا . وهذا الغرض الأخير له أهمية عظيمة وخاصة أمام العمارات الفخمة التي لا بد لاستكمال بهاها من تجميل كل ماله علاقة بها .

وإذا صرفنا النظر عن الاعتبارات المالية نجد أنه من المفيد جدا وضع أساس من خرسانة الجير والحجارة تحت مادة رصف الأفارين بسمك عشرة سنتيمترات إذا كان الأفارين معرضا لتفريغ أحمال العربات فووقه وخمسة سنتيمترات في الأحوال العادية . ويجب أن يسبق وضع الأساس تمهيد طبقة التراب المكون منها الأفارين ودكها بحيث تميل من المباني إلى البردورة بنسبة ٢ سنتيمتر لكل متر لتصريف مياه الأمطار إلى الطريق . وبعد أن يوضع الأساس كما قدمنا يغطى بمونة الجير والحجارة ويسوى

للمنسوب المطلوب ثم يوضع فوقه بلاط الأسمنت أو غيره .
ورصف الأفريز يكون بأحدى المواد الآتية : —

(١) أرخص مادة لرصف الأفريز هي الجلخ (متخالفات الأحجار المحروقة) والرماد الذى يدك فوق تراب الأفريز فيعطى سطحاً جامداً مسامياً يتشرب مياه الأمطار ويحتمل حركة السير بالأقدام ويكون له أساس من نفس مادته .

(ب) من المواد الرخيصة أيضاً الأحجار الجيرية التى تستخرج من المحاجر وتكون ناعمة بنقاس ٥ سم . وترصف بها الأفريز ومماشى الحدائق . وهى توضع بسمك ١٠ سم وتدك وترش بالماء ثم يفرش عليها الرمل . ومن وقت لآخر يستعمل الماء لتثبيت غبارها . وأساس هذا الرصف وسطحه يكونان من نفس المادة الحجرية المذكورة .

(ج) من أنواع الرصف الكثيرة الاستعمال خرسانة الأسمنت التى تخلط فى ما كينة الخلط وتتكون من الزلط والرمل والأسمنت بنسبة ٦ : ٣ : ١ وتوضع بسمك ٥ سم على التراب المدكوك والمرشوش بالماء . ومن المفيد فى استخدام هذه الخرسانة أن يكون الأسمنت قوياً لتشك بسرعة فلا يتعطل السير على الأفريز طويلاً . ومن الضروري دهان الخرسانة بعد ذلك بغطاء من القار يطيل مدة احتمال الأفريز ويجعله مرناً تحت حركة الأقدام .

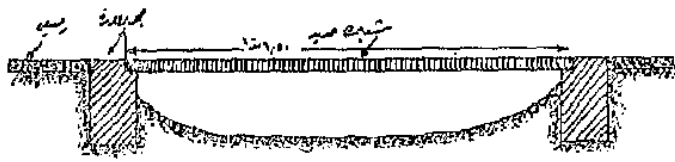
(د) يمكن استعمال خرسانة الأسمنت لرصف الأفريز فى صورة أخرى وذلك باستخدام البلاط المصنوع منها على هيئة قوالب . وأساس

هذا البلاط يكون من خرسانة الجير والحرة على ما قدمنا . وإصلاح هذا النوع سهل جداً ولذلك فهو كثير الاستعمال .

(هـ) من أنواع الرصف السهل في وضعه وإصلاحه المخلوطات القارية المكوّنة من الدقشوم والقطران أو القار مع الرمل في بعض الحالات . وتخلط هذه المخلوطات بنفس الطريقة التي يخلط بها المكادام القاري . وإذا كانت الأفاريز أو المماشي التي ترصف بهذا النوع قريبة من الماء أو الرطوبة في الحدائق أو غيرها فإن القار يكون أفضل من قطران لحم غاز الاستصباح .

(و) أفضل مادة لرصف الأفاريز هي الأسفلت اللين (Mastic Asphalt) . وللرصف به يجهز الأساس من الخرسانة ويوضع الأسفلت اللين فوقه بسمك يختلف من سنتيمتر إلى سنتيمتر ونصف . وهو عبارة عن الأسفلت القديم المستخرج من مادة رصف نهر الطريق . والاستفادة بالأسفلت القديم في هذا الغرض يكسر إلى قطع صغيرة ويوضع في غلايات مفتوحة وتوقد النار تحته لينغلي ثم يضاف إليه القار ليكسبه اللزوجة الضرورية وتلقى عليه الأحجار الصغيرة والرمل الخشن ثم يفرش بعد ذلك على طبقة الخرسانة المجهزة بالمشوب والميول المطاوعة ويسوى بالمسافة (الحارة) إلى السمك المقرر .

وحيث توجد الأشجار بالأفاريز تحاط بأحجار البردورة الدائرية ليكون هناك حاجز يمنع انهيار مادة الرصف إلى حفرات الأشجار التي تغطي بشبكات من الحديد أو الخرسانة المسلحة ترتكز على جوانب البردورة . ودورانات الأشجار تكون حسب الشكل التالي : —



والأفاريز وإن كانت في الواقع من المنافع العامة إلا أنها تعتبر إلى حد ما منفعة خاصة لأصحاب الأملاك التي تجاورها . ولهذا السبب انبثت فكرة ترمى إلى تكليف الملاك دفع نفقات إنشاء وتجديد وترميم وصيانة الأفاريز الكائنة أمام أملاكهم . وقد ظهرت هذه الفكرة في صورة جدية وقطعت مراحل طويلة حيث وضعت لها لائحة سيعمل بها بمجرد اجتيازها الحواجز التشريعية .

ومن شأن مثل هذا التشريع أن يضيف إيراداً جديداً إلى موارد الخزانة العامة فضلاً عن أن الأهالي سيصنون بمقتضاه الأفاريز ولا يسرفون في إتلافها بمجرد علمهم أنهم إن فعلوا فسيدفعون الثمن غالياً .

أحجار الأفاريز (البردورة)

(KERBS)

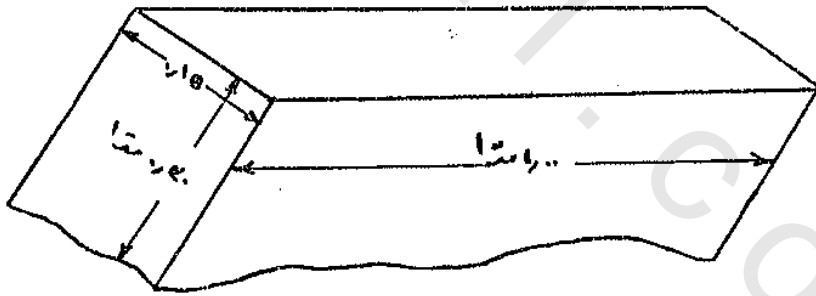
ظهر مما تقدم أن لأحجار الأفاريز أهمية في حفظها ومجديدها وتمييزها من الطريق . ولذلك فمن المناسب أن يتصل موضوعها بالبحث الخاص بالأفاريز .

وأحجار البردورة تكون إما من الأحجار الجيرية أو البازلت أو الجرانيت أو من خرسانة الأسمنت العادي أو الأسمنت المسلح . وأول

هذه الأنواع سريع التأثير بفعل الماء ولكنه كثير الاستعمال فى طرق القاهرة نظرا لرخصه وسهولة نحته بخلاف الأنواع الأخرى .

وفى الشكل (١) رسم حجر الأفريز كما يستخرج من المحاجر بعد نحته . وأبعاده عبارة عن ١٥ سم × ٣٠ سم × ١٠٠ متر . ومن المهم أن يكون الحجر منحوتاً جيداً بسطحه الأعلى ووجهه المكشوف للطريق . أما وجهاه الجانبيان والوجه المقابل لتراب الأفريز فيمكن فيها أن تكون منحوتة بارتفاع من ١٠ إلى ١٥ سم .

وليس ضرورياً أن يكون سطح الحجر الأسفل منحوتاً مادام ملحوظا فيه الاستواء الذى يمنع ثقله إذا وضع على أساس من الرمل . ولحجم الحجر أهمية فى اتزانته وثباته إذ أنه كلما خف ثقله كان عرضة للقاق والتغير .



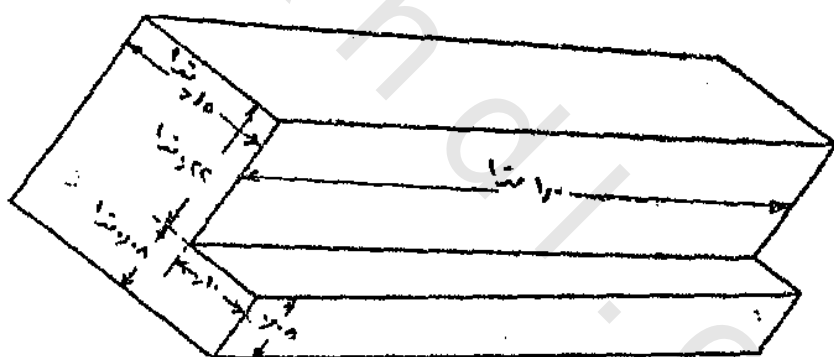
(١)

وعند تجهيز شارع المكادام أو الأسفالت تعمل الميزانية الطولية للشارع وتبنى أحجار الأفريز على خطوط موازية لخطوط التنظيم وبعيدة عنها بمقدار عرض الأفريز المقرر وتكون مناسبها التصميمية مطابقة لأعتاب المنازل والاعتبارات السابق التنويه عنها .

وأحجار البردورة توضع فوق أساس من الرمل أو الخرسانة إذا

لم تكن هناك موانع مالية. والأحجار توضع مبدئياً بحالة مفككة وبعد أن يتم رصف الشارع بالمسكادام يعاد تثبيتها نهائياً وكلاهما بمونة الأسمنت، ويلاحظ في وضع المناسيب أن يكون ظاهراً من البردورة فوق

مادة رصف الطريق المجاورة لها مسافة تتراوح بين ١٥ و ٨ سم . وقد أمكن حديثاً لبعض الشركات أن تقدم عينات من بردورة الخرسانة المسلحة بمجهزة بجناح بارز من نفس المادة بسمك مادة رصف الطريق لتكون هي الممر الذي تسيل عليه مياه الطريق السطحية إلى البالوعات فلا تجدد مجالا للتسرب إلى قاع البردورة ويعتنع التلف الذي يتعرض له الطريق من جراء ذلك . وشكل هذا النوع موضح بالرسم :-



وأحجار الدورانات المصنوعة من الخرسانة المسلحة تعين على جعل المنحنى المسكون من مجموعها دقيقاً للغاية . وهذا النوع يعيدش كثيراً كما أن تكاليفه بالنسبة لبقائه الطويل ليست شيئاً مذكوراً .

المواصفات

SPECIFICATIONS

« المواصفات » في العرف الهندسى هى تصوير عمل من الأعمال أو مادة من المواد تصويراً دقيقاً تقدم عنه الرسومات والعينات وتبنى عليه التقديرات والمقاييسات وتبرم بمقتضاه العقود والاتفاقات .

وقد تناولنا في الفصول السابقة وصف أغلب المهمات المستخدمة في أعمال الطرق من ناحية أبعادها وأنواعها وقوتها . ونكتفى في هذا الفصل بأعطاء المواصفات البريطانية المتبعة فيما يختص بالأسمنت وقار منتجات البترول المستعمل لدهان الطرق والقطران نمرة (١) ونمرة (٢) .

(١) الأسمنت البورتلندى

يجب أن يجوز هذا النوع قبل الاستعمال اختبارات خاصة ليتمكن الاطمئنان إلى حسن نتائجه في العمل .

ولاختباره يجب تقديم عينة منه لا يكتفى بأخذها من كمية واحدة من الكميات المجهزة للعمل ولا من موضع واحد من كل كمية بل تجمع من نحو اثني عشر موضعاً من الكوم أو الأكوام أو الزكينة أو الزكايب التى تكون موضوعة فيها حتى بذلك يصبح سريان نتيجة الاختبار على كل الكمية . ولا يقل وزن العينة عن عشرة أرطال أو ٤.٥ رء كيلو جراماً . وإذا كانت كميات الأسمنت المراد اختبارها كبيرة فيلاحظ أن

توضع في أكوام لا يزيد الواحد منها عن ٢٥٠ طناً ثم تؤخذ العينات من كل كوم في مواضع كثيرة كما قدمنا .

ولاختبار هذه العينات تعمل عليها التجارب الآتية : -

(١) تجربة الدقة (النعومة)

تغربل العينة في غربال سعة ١٨٠×١٨٠ عينا في البوصة المربعة وهو عبارة عن ٥٠٢٢ عينا في السنتيمتر المربع لمدة ١٥ دقيقة بحيث لا يبقى منها في الغربال أكثر من ١٠ ٪ من الكمية ثم تؤخذ هذه الكمية المتخلفة وتغربل في غربال آخر سعة ٧٦×٧٦ عينا في البوصة المربعة أو ٨٩٥ عينا في السنتيمتر المربع فلا يتخلف منها أكثر من ١ ٪ .

(٢) التكوين الكيميائي

(١) يجب ألا يزيد المعامل الأيدروليكي (أو نسبة الجير إلى السليكا والألومينا) عن ٢٫٩ ولا ينقص عن ٢ .
(٢) لا تزيد الكمية المفقودة أثناء التسخين عن ٣ ٪ من الوزن .

(٣) المتخلفات الغير ذائبة في حامض الهيدروكلوريك يجب ألا تزيد عن ١٥ ٪ من الوزن .

(٤) المغنيسيا لا تزيد عن ٤ ٪ من الوزن .

(٥) المادة الكبريتية الموجودة على شكل ثالث أكسيد

الكبريت يجب ألا تزيد عن ٢٫٥ ٪ من الوزن .

(م) قوة الشد للأسمنت النقي

يجب ألا تقل قوة الشد في القالب المكوّن من هذا النوع والمتروك ليشك مدة سبعة أيام عن ٦٠٠ رطلا على البوصة المربعة أو ٤٢١٨ كيلو جراما على السنتيمتر المربع .

(ى) قوة الشد في مونة الأسمنت المخلوط بالرمل بنسبة ١ : ٣

يجب ألا تقل قوة الشد في القالب المصنوع من هذه المونة والمتروك ليشك مدة سبعة أيام عن ٣٢٥ رطلا على البوصة المربعة أو ٢٢٨٥ كيلو جراما على السنتيمتر المربع . كذلك يجب ألا تكون قوة الشد أقل من ٣٥٦ رطلا على البوصة المربعة أو ٢٥٠٣ كيلو جراما على السنتيمتر المربع في القالب المتروك ليشك مدة ٢٨ يوما .

(هـ) زمن الشك

(١) الأسمنت الاعتيادى

تكون بداية الشك بعد ثلاثين دقيقة على الأقل ونهايته لا تزيد عن عشرة ساعات .

(٢) الأسمنت السريع الشك

يبدأ فيه الشك بعد خمس دقائق على الأقل ولا تزيد نهاية الشك فيه عن ثلاثين دقيقة .

(و) التمدد

لايزيد التمدد عند إجراء تجربة « Chatelier » عن ١٠ ميلليمتر في مدة أربع وعشرين ساعة تهوية في ٥ ميلليمترات في مدة سبعة أيام تهوية.
(٢) مواصفات القار الذي يستعمل في الدهان تكون حسب

الجدول الآتي :-

نوع القار	القار المتوسط	القار في مخلوط الاسفلت اللين	القار في مخلوط الاسفلت اللين
درجة النقر	من ٩٠ الى ١١٠	من ٢٠ الى ٣٠	»
درجة المط	لا تقل عن ٦٥	من ١٠ الى ٢٥	»
درجة السيكان (البينة)	من ٥٠ الى ٤٥	من ٦٠ الى ٥٥	»
الكثافة النوعية عند ١٥° سنيجراد	١.٠٣	١.٠٤٩	»
الذوبان في رابع كلورور الكربون	لا تقل عن ٩٨.٥٪	لا تقل عن ٩٨.٠٪	»
الذوبان في الكبريت	٩٨.٠٪	٩٨.٠٪	»

(٣) المواصفات البريطانية للقطران المستعمل في السقاية والمخلط

تكون حسب الجدول الآتي :-

القطران عمرة (٧)	القطران عمرة (١)	الاشتراطات الواجب توفرها في أنواع القطران لتكون صالحة للاستعمال
١٢٤٠ ٠/٠١ من الوزن ٠/٠١ من الوزن	١٢٢٥ ٠/٠١ من الوزن ٠/٠١ من الوزن	الكثافة النوعية عند ١٥° ستجراذ يجب ألا تزيد عن . . . الماء أو السائل الوشادري يجب ألا يزيد عن . . . المواد المقطرة (زيوت ثقيلة) تحت درجة ١٧٠° ستجراذ يجب ألا تزيد عن مقطرات أخرى (زيوت متوسطة) بين ١٧٠° و ٢٧٠° ستجراذ . . . تكون بين . . .
١٠ إلى ١٨/٠ من الوزن ٠/٠٤ من الحجم ٠/٠٥ من الحجم ٠/٢٤ من الوزن ٢٠ — ١٠٠ ثانية	١٢ إلى ٢٤/٠ من الوزن ٠/٠٥ من الحجم ٠/٠٨ من الحجم ٠/٢٢ من الوزن ٣ — ٢٠ ثانية	فينولات أو أحماض القطران الحام لا تزيد عن . . . النفتالين لا يزيد عن . . . الفحم الخالص لا يزيد عن . . . اللزوجة تكون بين . . .

تكاليف الأعمال ورصدها

COSTS AND ACCOUNTS

لا يعتبر إسرافا في الأنشاءات أو الإصلاحات التي تجرى بالطرق تخصيص مبالغ طائلة لها لأن الاعتدال في الأنفاق لا يقاس إلا بالنتائج التي تترتب عليه . فمن الاقتصاد مثلا كثرة التكاليف التي يتأدى بها العمل في رصف طريق معين تمر به حركة ثقيلة بترابيع البازلت أو مادة الأسفلت مهما غلا ثمنها لأن التوفير ليس في أن تكون المبالغ الابتدائية لعمل من الأعمال قليلة بل يكون حيث لا تزيد نفقات الأنشاء والصيانة والتجديد في حالة من حالات الرصف عنها في حالة أخرى في مدى زمن معين . كذلك يكون من سوء التقدير أن يرصف طريق غير مزدحم بالحركة بمادة غالية في حين أنه يمكن الاكتفاء برصفه بمادة تقل نفقة قد تنفي بالعرض .

والمهندس يتقيد في كل عام بمبلغ ثابت في الميزانية وواجبه أن يوزع هذا المبلغ توزيعا عادلا يراعى فيه ألا تنحصر الأنشاءات أو الإصلاحات في حى واحد وتبقى الأحياء الأخرى محرومة من مزايا التجميل وتذليل المشقات التي خلقت البلديات لتوفيرها لجميع السكان وفي كل الأحياء على السواء . كذلك يجب ألا يوجه المهندس اهتمامه للطرق الرئيسية وحدها بل لا بد من إعطاء عناية خاصة للأحياء الوطنية والطرق الفرعية أيضا حتى لا تتضافر العوامل كلها على مضايقة ساكنيها والمتفعين بالمرور فيها

ومن المفيد كذلك تعميم الرصف بمواد رخيصة مع توسيع المساحات التي ترصف سنويا مادام ذلك لا يتعارض مع الفكرة الاقتصادية المذكورة سابقا وهي أن يكون الرصف ملائما تماما لأغراض المرور المستعملة .

المتعهدون والمقاولون

لا يغيب عن البال أن مرتبات الموظفين وأجور العمال وأثمان الماكينات والمهمات المستخدمة في أعمال الطرق تدخل إلى حد كبير جدا في تضخيم نفقات هذه الأعمال . لذلك فإنه من المفيد أن يعرض البحث في حالة الأنشاءات الجديدة لفكرة ما إذا كان من مقتضيات المصلحة العامة أن يستخدم لهذه الأعمال عدد من الموظفين المستجدين أو تعرض في مناقصات عامة يرسو عطاؤها على مقاول يتعهد بها ؟

ولأنه وإن لم يكن هناك مبادئ مقررة لهذه النظرية إلا أنه في الحالات الثابتة الخاصة بالصيانة والأنشاءات العادية وحيث الميزانية السنوية لا تتغير في عام عن الآخر إلا قليلا يكون من الأفضل أن يعهد بالعمل إلى الموظفين المختصين . أما في حالة الأعمال الجديدة الواسعة النطاق التي لا يكفي عدد الموظفين الموجودين بالبلدية أو المصلحة المختصة لرقابتها كما يجب والتي يكون مطلوبا إنجازها في وقت قريب وبسرعة استثنائية فإن عرضها على المقاولين يكون هو الطريق الأقرب إلى الفائدة .

كذلك فإن المهمات اللازمة لأعمال الطرق يعهد بها إلى المقاولين وذلك فيما عدا ما يتيسر للمصلحة استيراده لحسابها وبعمالها بنفقة أقل مثل الأحجار والرمل حيث تستخرجها مصلحة تنظيم القاهرة مثلا من محاجرها وورشها .

وليس هناك شك في أن تكاليف الأعمال التي يقوم بها المقاولون تكون أقل منها فيما إذا وظفنا لها عددا من المستخدمين لأن المقاول يدفع عادة أقل الأجور ويشغل عماله إلى أقصى الحدود الممكنة . ولهذا ولأن المنافسة تدعو إلى تقليل العطاءات فإن الأعمال الرئيسية في كل المصالح تقريبا يقوم بها المقاولون .

وإذا كانت الأعمال المعروضة للمناقصة تتناول إلى جانب الأنشاء توريد المهات اللازمة فإن إعطاءها جميعها لمقاول واحد يكون داعية تسهيل العمل ولا يجعل احتمالا لعطل يتعرض له أحد المقاولين بسبب إهمال الآخر إذا كانت العملية مجزأة بين اثنين .

تقارير الأعمال اليومية

ترصد يوميا الأعمال التي تقوم بها مصلحة التنظيم في تقارير كالنوزج الآتي يبين فيها عدد العمال المحتسبة نفقاتهم على هذه العملية وأجرة كل منهم والمهات ووسائل النقل المستعملة وكمية العمل التي تمت (الطريقة) والبند الذي خصمت عليه ليتمكن تقدير ثمن وحدة العمل ومعرفة ما صرف وما تبقى من كل بند من بنود الميزانية . وفي الجدول التالي مثل من الأمثلة : —

بند الميزانية	العمل اليومى (الطريق)				المهمات				النقل والنفاذ				أجور العمل اليومية				اسم الشارع ونوع العمل	التاريخ			
	تركيب بلاط متر مسطح	وصف مكادام متر مسطح	تصليح برودة متر طولى	تركيب - برودة متر طولى	زاط	دش	برودة	رمل	اسمنت	سيارة	عربة رش	صندوق	كرو فرد	كرو حوز	ملاحظ	رئيس			نساء	عادل	خيزر
٢٠٠									٣٦٠	١٥٥	١	١	١	١	٢	٨٠	١٢	٤	١	١	
																				تركيب برودة بشارع القصر العتيق	٢٥/٢/٢٠

ومن الجدول التالى يمكن معرفة أجور النقل بوسائله المختلفة فى اليوم

فضاس	صندوق	كرو حوز	كرو فرد	الفاطمة	السيارة
متر جنيه ٠.٢٥٠	متر جنيه ٠.٢٥٠	متر جنيه ٠.٣٧٥	متر جنيه ٠.٢٥٠	متر جنيه ٠.٢٥٠	متر جنيه ١.٠٠٠

وتجهز بروجرامات للعمل نصف شهرية وأخرى يومية يتوضح بها جهات العمل الذى سيكون فى اليوم التالى ونوعه وعدد الفرق المجهزة لكل جهة . وتصدر فى نفس الوقت أذونات صرف المهمات من المخازن لتكون فى مكان العمل فى الصباح الباكر . كذلك يرسل ترتيب العربات والسيارات للاسطبلات ليكون كل شىء على استعداد فى وقته ويسير العمل بانتظام ويؤدى العمال الطريحة المفروضة عليهم فى الوقت المقرر وتكافأ الأعمال مع التقديرات الميينة بالمقاييسات ولا يختلف ختامى أى عمل عن الابتدائى المقرر له اختلافا جوهريا وبذلك تستنفد الميزانية فى أبوابها بكل دقة .

وترصد النتائج المتقدمة فى قلم الحسابات من واقع التقارير اليومية لكل عمل وكل بند على حدة ويفصل منها ما كان خاصا بحساب المصلحة القائمة بالعمل وما كان لحساب شركة أو فرد أو مصلحة أخرى وبذلك يتسنى فى أى وقت من السنة معرفة ما صرف وما بقى من أبواب المصروفات لتدارك الخلة فى الوقت المناسب إذا ما تجاوز عمل من الأعمال المبلغ المقرر له .

ومن واقع كميات العمل المرصودة يوميا يمكن معرفة متوسط ما تمكافئه وحدة الطول أو السطح أو الحجم فى كل عمل لتكون معيارا تقاس به النفقات الابتدائية للأعمال ويتحقق بمقتضاه الاقتصاد فى التكاليف وعدم تجاوز الاعتمادات المبينة على هذه المقاييسات .

ومن المفيد أن يكون لدى كل مهندس سجل يحصى فيه الأعمال التى قام بها ويبين أسماء الشوارع التى رصفها وأطوالها وعروضها ومسطحاتها

ونوع المادة المرصوفة بها وتاريخ ذلك ليسهل الرجوع إليه ومعرفة مدة احتمال هذا النوع من الرصف والمقارنة بينه وبين نوع آخر من حيث الزمن والتمن واختيار الصالح لتعميمه .

وفي الصفحة التالية كشف ببيان الفيات التقريرية لأعمال الطرق والأرصفة من إنشاء وتصليح . وهي تختلف باختلاف الزمان والمكان ولذلك نذكرها هنا كمرشد يعين على عمل المقاييسات التقريرية : —

الفئات				وحدة العمل	نوع العمل
حالة	تفصيل واستهلاك	مهمات	عمال		
مليم	مليم	مليم	مليم		
٤٤	١٢	٢٠	١٢	متر مسطح	تصليحات مكادام عادة بالمندالة
٨٤	٣٣	٤٢	٩	» »	رصف أو تصليح مكادام بالبازلت سمك ٦ سم بالخراس
١٥٨	٦٢	٨٤	١٢	» »	» » » » » ١٢ سم
١٩٠	٢٤	١٠٣	٦٣	» »	تصليح مكادام مدهون بالقار سمك ٨ سم بالمندالة
٢٣٠	٨٤	١٢٥	٢١	» »	رصف أو تصليح مكادام مدهون بالقار سمك ٨ سم بالخراس
٢١	٥	١٤	٢	» »	دهان سطح الطريق بالقار وجها واحدا
٤٢	١٠	٢٨	٤	» »	» » » » وجهين
٢٢	٥	١٤	٣	» »	تصليح دهان الطريق بالقار وجها واحدا
٧٠٥	٦٠	٥٧٨	٦٧	» »	رصف أو تصليح الأسفلت بالشوارع
٢٧٩	٤٧	١٩٠	٤٢	» »	تبليط ترايع حجر أبيض ٢٥ X ٢٥ سم
١٥٦	٣٨	٦٥	٥٣	» »	تصليح » » » » »
٥٥٤	٣١	٤٤٠	٨٣	» »	تبليط بالطوب البازلت ١٦ X ١٠ سم
٣٠٨	٢٩	١٧٥	١٠٤	» »	تصليح » » » » »
٢٤٠	٣٩	١٨٢	١٩	» »	عمل خرسانة أسمنت سمك ١٥ سم
٢٨٧	٣٣	٢٢٤	٣٠	متر طولي	تركيب بردورة بازلت ٣٠ X ٢٠ سم
٩٨	٢١	٣٩	٣٨	» »	تصليح » » » » »
١٥٩	٣٣	٩٦	٣٠	» »	تركيب بردورة بيضاء كبيرة ٣٥ X ٢٥ سم
٩٨	٢١	٣٩	٣٨	» »	تصليح » » » » »
١٣٣	٢٣	٨٤	٢٦	» »	تركيب بردورة بيضاء صغيرة ٣٠ X ١٥ سم
٧٠	١٦	٢١	٣٣	» »	تصليح » » » » »
٩٣	٣٥	٣٧	٢١	متر مسطح	تبليط الأرضية بخرسانة الأسمنت سمك ٥ سم
١٤٨	٦٩	٣٧	٤٢	» »	تصليح » » » » »
٢٣١	١٨	١٩٠	٢٣	» »	تبليط الأرضية بالأسفلت الين سمك ٢ سم
٢٧٠	٣٤	١٩٠	٤٦	» »	تصليح » » » » »
٢٤٧	٤١	١٥١	٥٥	» »	تركيب بلاط أسمنت بالأرضية

الآلات المستخدمة في أعمال الطرق

Road Building Machinery

(١) ماكينات المكادام الهراسة (Rollers)

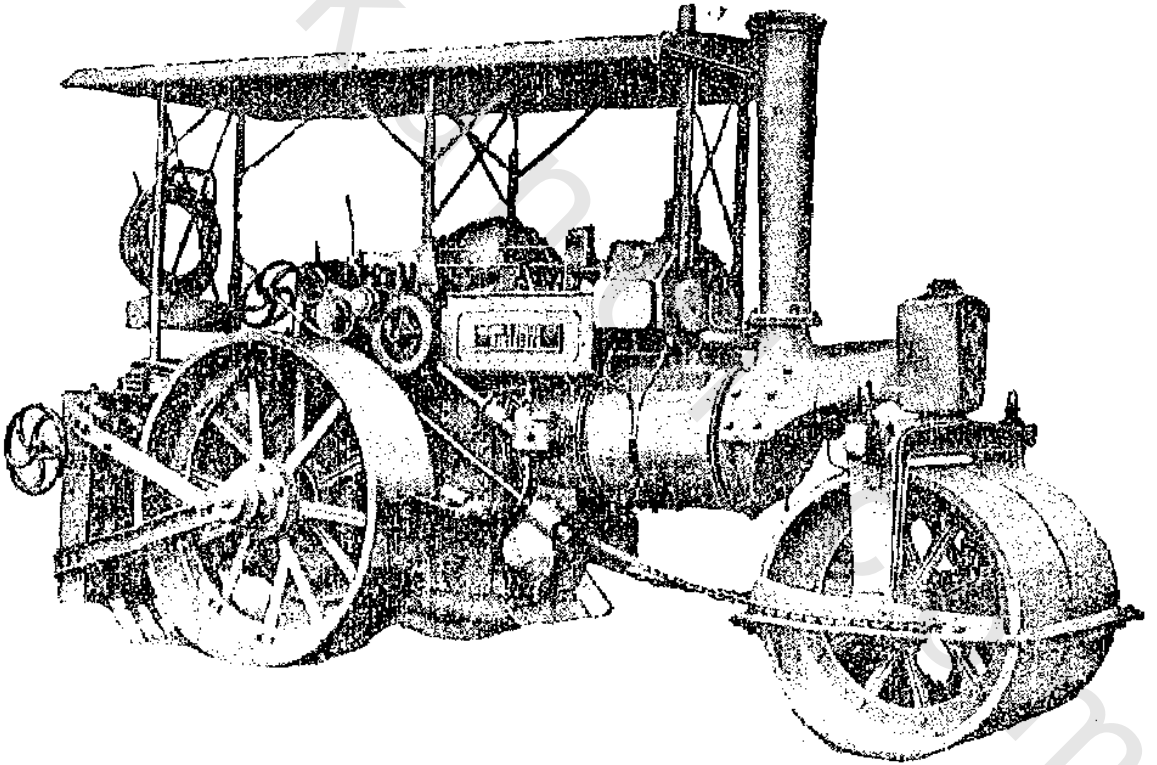
هذه الماكينات هي الأكثر ظهوراً في الطرق لأنها تستعمل بأشكالها وأحجامها المختلفة في كل عمل من أعمال الدك التي تحتاجها الطرق والأفاريز سواء أكانت متربة أو مرصوفة بالمكادام أو الأسفلت. وزنة ما يستعمل من هذه الماكينات لرصف الطريق يختلف من ٥ طناً للصغرها إلى ١٨ طناً للكبرى. أما ما كانت زنتها بين ١٢ طناً و ٢ طناً فإنها تستعمل في دك مادة رصف الأفاريز فقط.

وتختلف الأغراض التي تستخدم لها هذه الماكينات باختلاف أوزانها. فمثلاً تستعمل الماكينة زنة ١٨ طناً في دك تراب قاع الطريق ومادة أساس الطريق في حين أن الماكينة زنة ١٥ طناً تستخدم في دك كل من طبقتي الأساس والسطح على شرط ألا تكون أحجار طبقة السطح ليينة لدرجة تنفتت فيها تحت هذا الثقل الكبير.

والماكينة المعتاد العمل بها لذلك السطح سواء أكان من البازلت أو الزلط الأحمر تكون زنة ١٠ طناً. وفي حالة استخدام الزلط المدهون بالقار في رصف طبقة السطح تستعمل الماكينة زنة ٨ طناً حتى لا تكون زيادة الثقل عاملاً من عوامل تنفتت الأحجار المدهونة وتعريض أجزائها الداخلية غير المشربة بالقار لحركة المرور.

كذلك فإن هناك نوعاً من الماكينات يزن ٨ طناً ويحمل خزانات واسعة الماء والوقود وهو سهل الحركة في انتقاله من شارع إلى شارع لعمل الإصلاحات الجزئية .

وكل أنواع الماكينات المتقدمة تكون محملة على ثلاث عجلات واحدة في مقدمة الماكينة واثنان في المؤخرة . وتوزيع الثقل بين الأمام والخلف يكون بنسبة ١ : ٣ أو ١ : ٢ ، وغاليات هذا النوع تكون أفقية كما ترى في الرسم التالي :—



الماكينة الهراسة ROLLER

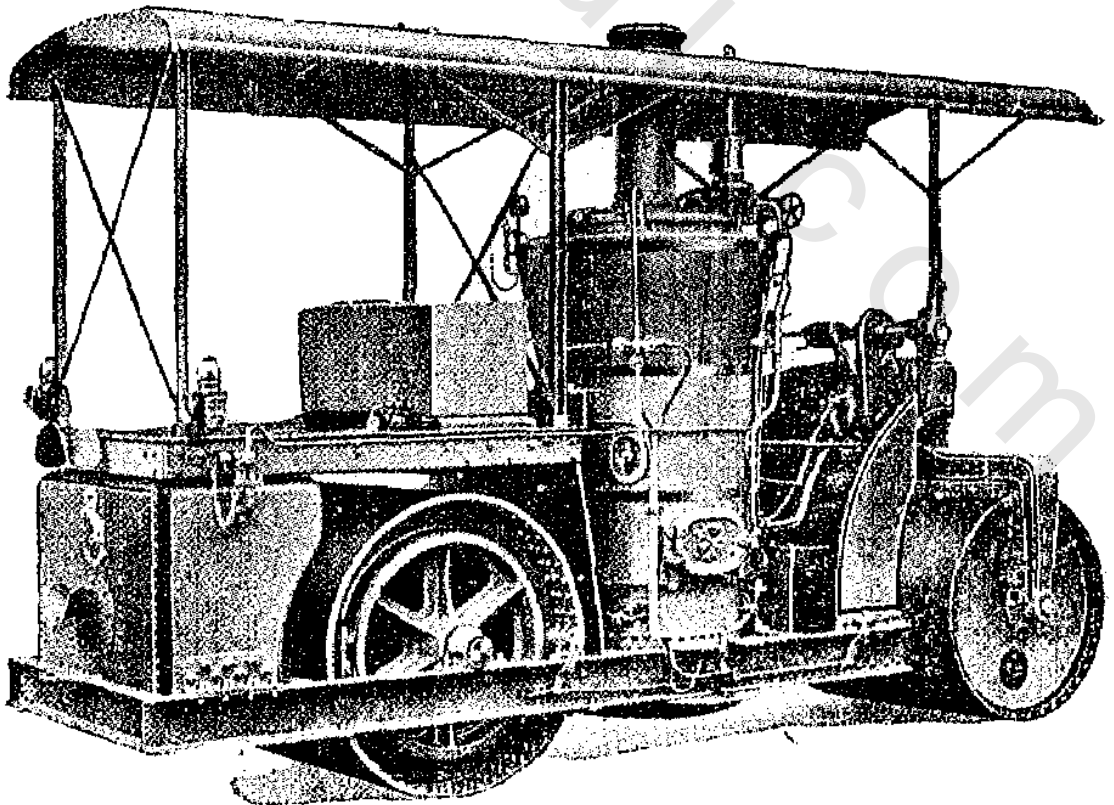
وتدار هذه الماكينات إما بالبخار أو بواسطة الاحتراق الداخلي . وقد ثبت أن النوع الأول هو الذي يلائم أحوال العمل في القطر المصري بدليل أن منه في مصلحة التنظيم ماكينات عاشت أكثر من ثلاثين عاماً . ووقود هذه الماكينات عبارة عن الفحم أو المازوت (Mazout)

والمكينات التي يستعمل البترول وقوداً لها ليست صالحة كل الصلاحية لأعمال الطرق لأنها وإن كانت لا تستلزم وقتاً طويلاً في إدارتها عند الابتداء في العمل فضلاً عن أن البترول لا يحتاج لفراغ كبير يوضع فيه كالنفحم إلا أنها كثيرة العطب من جهة وغالباً ما تحترق بعض أنواعها من جهة أخرى .

وأرخص أنواع المكينات مع وفائها بالغرض ماكينات ديزل (Deisel) التي تدار بالزيت .

(٢) ماكينات دك الأسفلت (Tandum Rollers)

نوع المكينات المستعملة في دك الأسفلت الناعم أو خرسانة الأسفلت هو ما كانت غلاياته (Boilers) رأسية وثقله محملاً وموزعاً بالتساوي على عجلتين متساويتين الاتساع واحدة في الأمام والأخرى في الخلف كما يرى في الرسم :-



ما كينة دك الاسفلت TANDUM ROLLER

ويتصل بهذا النوع جهاز عاكس للحركة لا يسمح للماكينة بالوقوف أثناء تغيير الاتجاه حتى لا تسكن على الأسفلت الساخن فيهبط تحتها وينشأ عن ذلك انخفاض وتموجات يتعذر إصلاحها . كذلك فإن هذه الماكينات تجهز بفتح يتصل بالقوة المحركة ليسهل على الماكينة التحرك في الطريق طويلا وعرضيا وبذلك يمكن تفادي حدوث التموجات . وتوجد فتحة في قاع كل ماكينة من هذا النوع لتنزل منها المياه وتبلى العجلات فلا تلتصق بالأسفلت الساخن أثناء مرورها عليه لذلك .

وماكينات ذلك الأسفلت تختلف في الوزن بين $2\frac{1}{2}$ و ٨ طن وقد تكون أثقل من ذلك . على أن الوزن المعتاد استخدامه في ذلك هو ٨ طن والخفيف من هذه الماكينات يستعمل إذا كان الأسفلت ساخنا والثقيل يستعمل إذا كان الأسفلت بارداً .

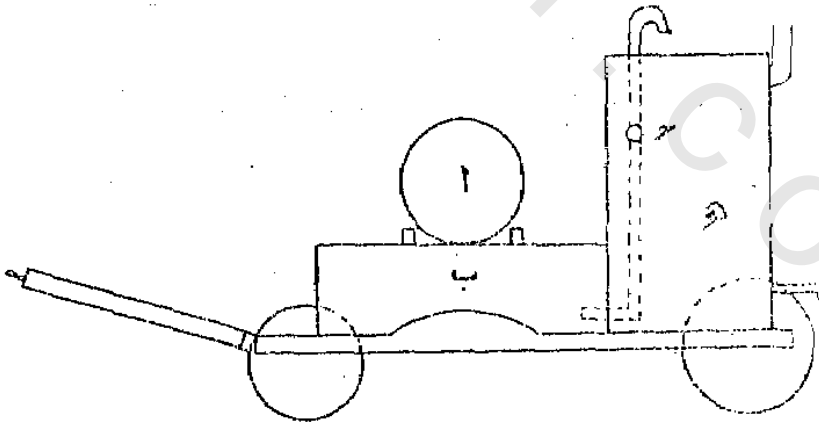
(٣) غلايات (قزانات) القار والقطران

تكثر رؤية هذه القزانات متحركة في الشوارع المرصوفة بالأسفلت كادام ذى الرباط المائي الذي يراد دهانه بطبقة من القار أو حيث تستعمل طريقة السقاية « Grouting » في ربط طبقة الزلط المسقى بالقار .

وأبسط أشكال هذه القزانات هو ما كان أسطوانيا ذا فتحة واسعة في سطحه الأعلى يوضع عليها غطاء في بعض الأحيان ويحيط بهذه الأسطوانة أخرى خارجها تحصر بينهما فضاء توقد فيه النيران لتسخين ما يوضع في القزان من مواد يكون مرغوبا في تسخينها . وقد يسهل التسخين في مثل هذا القزان بسرعة مناسبة . أما تفريفه وإعادة ملئه

وتسخين مافيه مرة أخرى فيستلزم وقتاً طويلاً يترتب عليه عطل لا يتفق مع دواعي النشاط والحركة المستمرة . ولذلك فقد أدخل تعديل على مثل هذه القزانات للتغلب على عيوبها المذكورة .

وفي الشكل التالي يرى قزان چونسون ذو القرن المزدوج Johnson Double Furnace Boiler يعلأ فيه البرميل (١) بالمادة المرغوب في تسخينها . وهذه المادة تنزل من فتحة في البرميل إلى الخزان (ب) حيث ترفع بواسطة طامبة اليد (م) إلى القزان الرئيسي (هـ) الذي توقد تحته النار فتسخن المادة وتنزل من القزان إلى الطريق بواسطة حنفيات متصلة بالقزان . ولاستمرار عملية التسخين والتفريغ يعلأ قزان صغير من آخر أكبر منه يكون بمثابة خزائن رئيسية ويتسلط القار من الرشاشات المتصلة بالقزان الصغير على سطح الطريق . وبتغيير ارتفاع الرشاشة يختلف سمك طبقة القار الذي يغطي سطح الطريق .



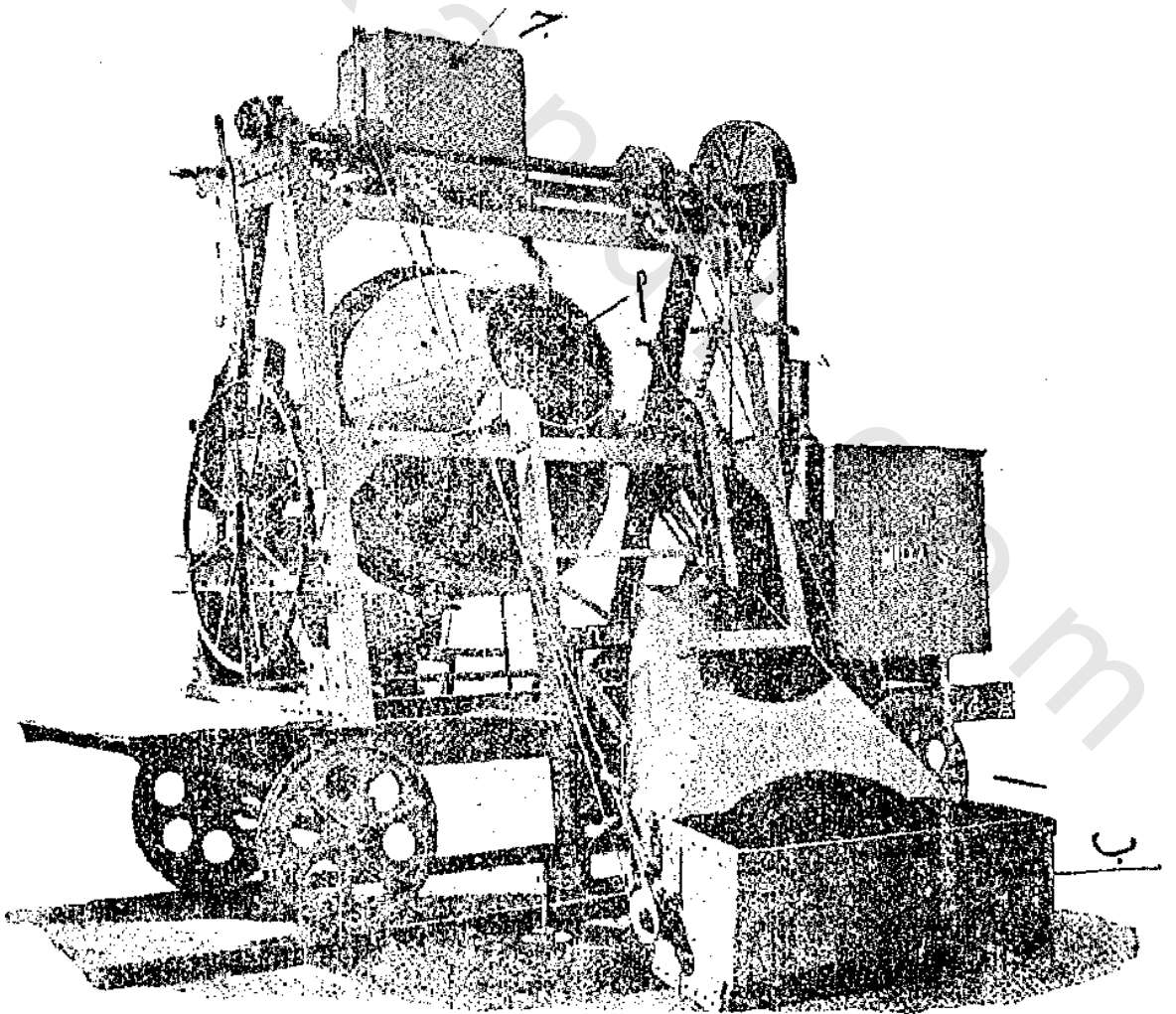
قزان چونسون

(٤) أجهزة الخرسانة Concrete Machines

الأجهزة الخاصة بالخرسانة عبارة عن ماكينات الخلط وأجهزة كسر الخرسانة بواسطة ضغط الهواء

(١) ماكينات خلط الخرسانة Concrete Mixers

بالرغم من رخص اليد العاملة في القطر المصرى فإن استخدام ماكينات خلط الخرسانة قد أضاف اقتصادا جديدا في تكاليف أعمال الطرق لأن الخلط بواسطتها سريع للغاية فضلا عن أنه منتظم وبعيد عن احتمالات الخطأ الذى يقع لو أن العمال هم الذين يقومون بعملية الخلط. وفي الشكل التالى رسم لأحدى هذه الماكينات حيث يوضع فى الوعاء (ب) عناصر الخرسانة مخلوطة على الناشف حسب النسب المعينة. وهذا



جهاز خلط الخرسانة Concrete Mixer

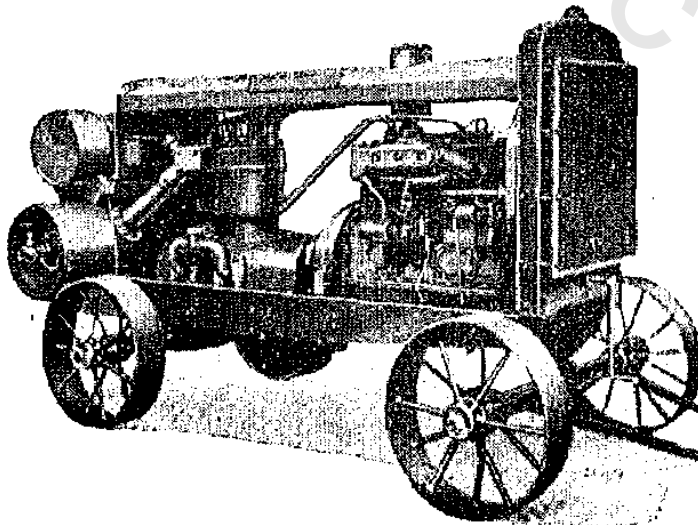
الوعاء مربوط بحبال جانبية يمكن شدّها فيرتفع الوعاء وتدخل فوهته في فتحة الوعاء (أ) وتفرغ جهولتها فيه . وبعد ذلك يمكن إدارة الوعاء (أ) باليد أو باتصاله بجهاز ميكانيكي فتتحرك عناصر الخرسانة بداخله ويتسلط عليها الماء من حنفية عليا بقاع الخزان (ج) الجهاز بمقياس يبين كمية الماء المنصرف وبذلك تبلل الخرسانة بانتظام . وعند ما يتم الخلط بالطريقة المذكورة تفرغ الخرسانة على سطح الطريق أو الأفرين الذي يراد رصفه .

ويلاحظ في مثل هذه الأجهزة أن تكون خفيفة ليسهل نقلها بسرعة في جهات العمل المختلفة . ويمكن أن تركز على عجلات تسير بها فوق قضبان في العمليات الكبيرة المتسعة النطاق .

(ب) جهاز كسر الخرسانة بواسطة الهواء المضغوط

Air-compressed concrete-breaker

هذا الجهاز عبارة عن آلة حادة كالأزميل تتصل بطرقة ترتفع وتنخفض بواسطة هواء مضغوط يصل إليها من الماكينة الضاغطة المبين رسمها فيما يلي عن طريق أنابيب متصلة بها : —



ماكينة الهواء المضغوط لكسر الخرسانة

فعند ما تدار هذه الماكينة ويوضع الأزميل على سطح الجزء الخرساني الذي يقصد كسره يتحرك بسرعة ويؤدي الغرض بسهولة وباقتصاد في الوقت والنفقة . ويظهر أثر هذا الاقتصاد في العمليات التي تتناول مساحات كبيرة . أما في المساحات الصغيرة فقد يكون من الأوفر استخدام الأزملة فيها والكواسير واليد العاملة .

وهذا الجهاز يستعمل في كسر كل أنواع الرصف المتينة كالإسكادام والخرسانة والأسفلت . ويوضع لكل نوع أزميل خاص ليسهل بواسطته إجراء هذه العملية .

(٥) ماكينة خلط الأسفلت (Asphalt Machinery)

نظر لأن هذا الجهاز كبير الحجم اتصل به ملحقات لتسخين القار ويحتاج لفرع متسع توضع فيه المهمات التي يتكون منها مخلوط الأسفلت لذلك فإنه من الأعمال الثابتة التي يخصص لها مقر مناسب بعيد بقدر الأمكان عن المساكن حرصا على عدم مضايقة السكان من استنشاق رائحة القار الساخن ورؤية الأتربة المتصاعدة والتألم من حركة العمل وضجة العمال .

وحيث لا مفر من إقامة هذه الماكينات قريبا من المساكن يمكن منع تطاير الأتربة المتصاعدة منها بواسطة تحويل اتجاهها إلى أسفل وجمعها . كذلك في الاستطاعة تكثيف البخار المتصاعد من الغلايات التي يسخن فيها القار فيمتنع انتشار رائحته . وقد سبق أن شرحنا كيفية استعمال هذه الماكينات في فصل الأسفلت .

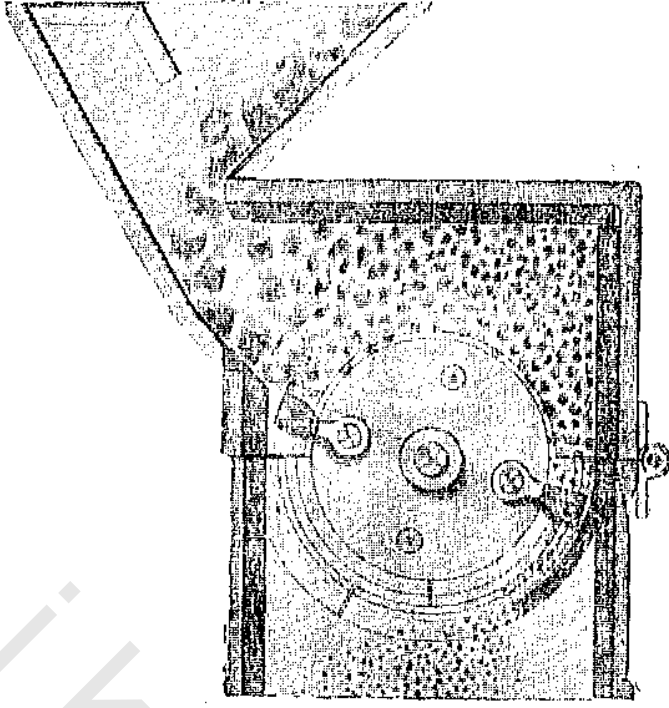
(٦) كسارات الأحجار (Rock Crushers)

عندما دعت الحاجة إلى استعمال الأحجار في الرصف بمقاسات مختلفة كان لابد من التفكير في طريقة لتجهيزها طبقا للمواصفات المطلوبة لأن كسر الصخور بالألغام أو الأزيمة أو غيرها من الآلات اليدوية لا يمكن أن يوصل إلى هذه الغاية بسرعة ودقة .

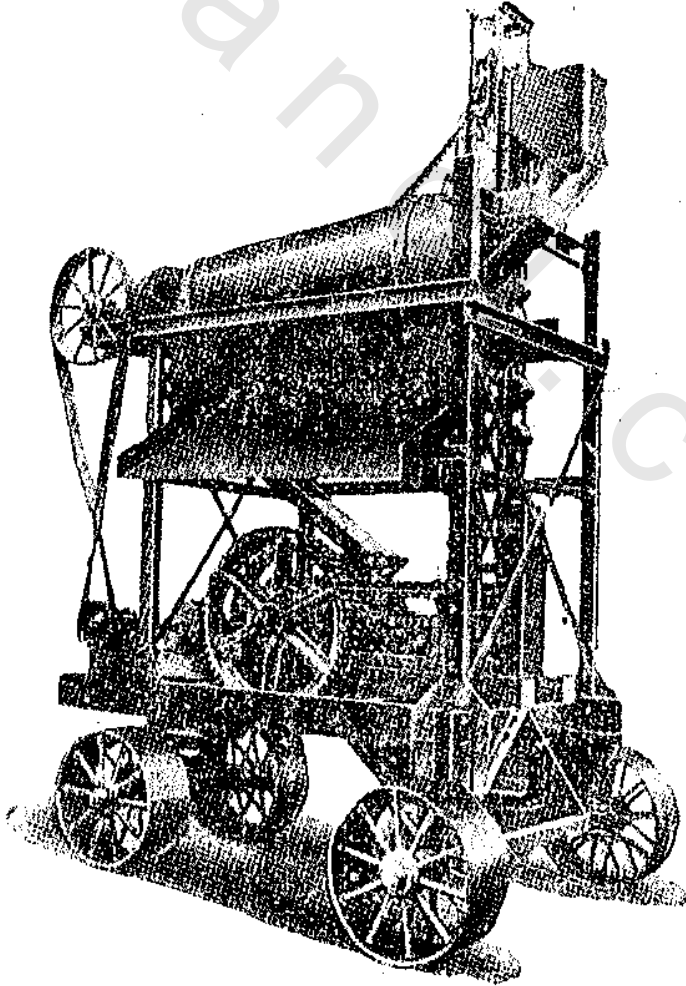
وقد هدى التفكير إلى استخدام كسارات حديثة تكسر فيها الأحجار إما بطريقة الضغط المتقابل في اتجاهين متضادين مثل كسارة البندق وإما بتسليط مطارق hammers على الأحجار تضربها عدة ضربات فتتكسر ثم تمر إلى غرايل ذات عيون مختلفة الاتساع وتنقل من كل منها بواسطة قوادرص صغيرة إلى قادوس كبير يوضع من الجهاز في ارتفاع يسمح لسيارة النقل أن تقف تحته لتفريغ حمولته فيها عند فتح قاعه . وبذلك تتم عملية التفريغ والنقل بسرعة .

والنوع الأول من هذه الكسارات يسمى (Jaw crushers) ويمكن الحصول منه على أحجار ذات مقاسات من ٦ إلى ١٥ سم . والنوع الثانى ذو المطارق (Hammer Crushers) هو الأكثر ذيوعا .

ويبين أحد الشكلىن المرسومين فى الصفحة التالية قطاعا بالجزء الذى تم فيه حركة كسر الأحجار بالكسارة . ويبين تانيها شكل الجهاز جميعه :-



قطاع يبين كيفية كسر الاحجار



كسارة الاحجار STONE CRUSHER

(٨) وسائل النقل الميكانيكي Mechanical Transport

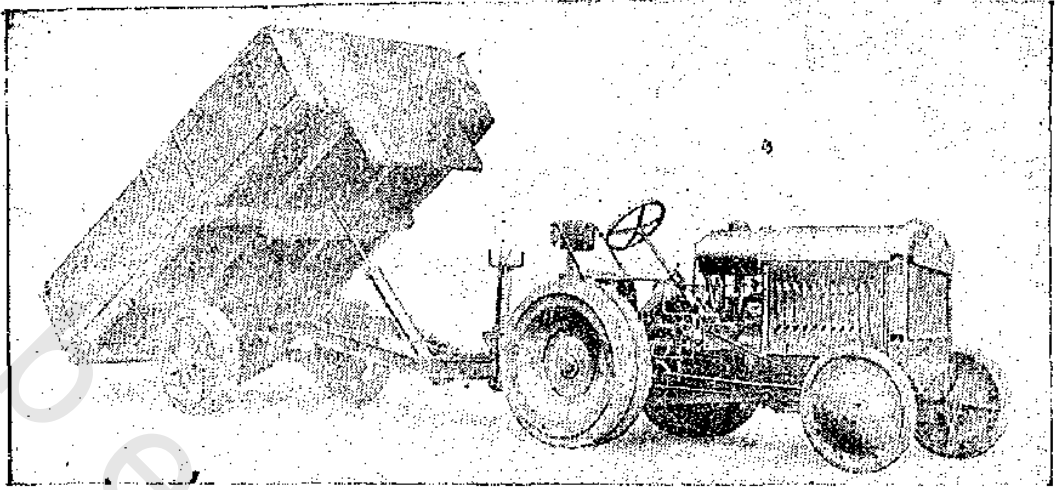
يتوقف على سرعة الملء والتفريغ والنقل في أعمال الطرق ضمان الاستفادة بالوقت والاقتصاد في النفقات لأننا إذا تصورنا عددا كبيرا من العمال وبعض ماكينات ذلك الأسفلت مثلا تقف بلا عمل مدة من الزمن بشارع من الشوارع في انتظار السيارات التي تنقل لها حمولة الأسفلت فإنه يظهر لأول وهلة مقدار الخسائر التي تلحق بالصالح العام من البطء والعطل والأفلاق .

لذلك فقد لوحظ دائما أن يكون القادوس أو الوعاء الذي توجد به المواد المرغوب في نقلها مرتفعا لدرجة تسمح لسيارة تقف تحته وتتلقى منه حمولتها التي تنزل إليها تحت تأثير ثقلها بمجرد فتح قاءه كما هو الحال في ماكينات خايط الأسفلت أو كسارات الأحجار وغيرها .

كذلك تكون السيارة الملحقة بالقاطرة من النوع الذي يمكن فتح جوانبه كلها أو بعضها أو إيمانها إلى أحد الجانبين أو إلى الخلف لتفريغ حمولتها بدلا من تسلق العمال عليها وتفريغها باليد .

وفي الرسم التالي صورة إحدى السيارات مضطجعة إلى الخلف في

حالة التفريغ : —



سيارة نقل

وتدار ماكينات هذه السيارات بالاحتراق الداخلى أو الكهرباء أو البخار .

وأول هذه الأنواع يوافق كل أحوال العمل بالقطر المصرى فى حين أن الثانى يفيد حيث تقتضى ظروف العمل تحريك الماكينة وإيقافها على التوالى فى فترات متقطعة لأنه من السهل إيقاف التيار فى حالة الانتظار وبذلك يمكن اقتصاد نفقات التيار فى فترة السكون .

أما النوع الثالث فإنه أرخصها وأكثرها احتمالاً ولكنه لا يفيد إلا حيث تقطع السيارة مسافات طويلة دون أن تقف فى أثناءها . ويجب أن يستخدم لهذا النوع بالذات سائق ماهر ليستطيع العمل على منع تصاعد الدخان الذى يكون فى كثير من الأحيان مثيراً لشكوى المارة والقاطنين بالشوارع التى تمر فيها هذه الماكينات .

وتمتاز السيارات التى تتحرك بالبخار — كما دلت التجربة فى القاهرة — بأنها أرخص من غيرها بنحو ٣٠ ٪ ولا تحتاج فى صيانتها

إلى نفقات تذكر وتميش ضعف الزمن الذى يعيشه أى نوع آخر
خلاف ماكينات البترول الغالية الثمن .

وكل يوم يأتى بحلب معه جديدا من الاختراعات الحديثة ولا يبعد
أن تستحدث أنواع أخرى تفوق ما يستعمل الآن من حيث السرعة
والخفة وعدم زعزعة الطرق التى تسير عليها .

ونحن نرى فيما أوردناه الكفاية لأعطاء فكرة لمهندس الطرق عن
كل ماله علاقة بعمله وتذليل صعوباته . ونرجو أن نكون قد وفقنا إلى ما
أردناه من خير