سومر

الجزء الاول والثاني ـ المجلد السادس والاربعون

ديمومة المواد القيرية

ومجالات استعمالها في ابنية وادي الرافدين

د . خالد الاعظمي
كلية الآداب / جامعة بغداد

صبيحة محمد كريم
المركز القومي للمختبرّات الانشائية

المقدمة :

تعتبر مركبات العائلة البترولية واستعمالاتها من أبرز مظاهر التقدم الحضاري في الوقت الحاضر. وكان لجهود ومثابرة الكيماويين والمهندسين، وتطور معدات الحفر العميق، اثر كبير لتقدم كثير من الاجهزة المتعلقة بهذه الصناعة كتطوير اجهزة الاضاءة والتقطير ومكائن الاحتراق الداخلي، التي أدت الى إعطاء نواتج بترولية خفيفة فيما أصبح للقير الأولوية في تبليط الطرق والشوارع، ودخل كمادة أساسية عازلة للتيارات الكهربائية، ومانعة لتأثيرات المياه والرطوبة كما استعمل القير لطلاء الانابيب المعدنية وفي صناعة الورق والقوالب.

وبالرغم من تطور هذه الصناعة في الوقت الحاضر إلّا أن استعمالاتها في بلاد وادي الرافدين كانت اكثر تنوعاً ودقة. فمما لاشك فيه كان القير إحدىٰ المواد البنائية المألوفة، استخدم مع اللبن والحجر والطابوق في بناء القصور والسدود والجسور والشوارع ولتبطين وكساء المشاريع الاروائية اضافة الى استعماله في بناء أنظمة تصريف مياه المجاري. ومن الأستخدامات المهمة التي تثير الدهشة لاستعمال هذه المادة انها دخلت كمادة عازلة للحرارة في مخازن حفظ الزيوت اضافة الى استخدامها كعازل للكهربائية في أقدم بطارية سائلة عرفها تاريخ البشر والتي تم اكتشافها في الموقع الاثري الذي يسمىٰ (خيوط ربوعة) وهي اقدم من بطارية كلفاني بحوالي ٢٠٠٠ سنة. والموقع الآن يؤلف القسم الشمالي من مدينة الالعاب في شرقي بغداد (البطارية معروضة في المتحف العراقي في القاعة البابلية).

للقير في وادي الرافدين إستعمالات اخرىٰ، كمادة لاصقة لقطع الموزائيك والطابوق المزجج، والاحجار الكريمة، كما أستعمل الحجر الاسفلتي كمادة أولية لنحت التماثيل وفي صنع القوالب ذات النحت الدقيق، وعملت منه خرز وقلائد لزينة النساء،

وتبوأ القير مكاناً بارزاً في الحقل الطبي لصناعة الأدوية فاستخدم الزيت الخام (IA.KUR.RA) بمثابة مرهم للتزييت كما انه استعمل لاغراض التعقيم ومعالجة بعض الآلام الشديدة والقروح بعد مزجه بالكبريت ومواد اخرىٰ.

وعامل البابليون القير مع مواد معينة لصنع مرهم لعلاج مرض عتمة عدسة العين (Cataract) ولتكثيف قرنيتها (Leucoma).

كما عرف القير بفعاليته في علاج مرض الجذام اضافة الى تطبيب الامراض الجلدية والمفصلية وداء النقرس وتسوس الاسنان كما انه يهدىء السعال المزمن. وأستخدم كعلاج لانعاش ضيق التنفس والاورام الخبيثة والروماتزم وامراض الفقرات القطنية والزحار والاسهال ولمنع تخثر الدم.

ويشير دوسكورايدس (Discorides) وجوزيف (Josephs) الاغريقيان على ان المادة القيرية تستعمل دواء لجميع الامراض.

كما ان المادة القيرية المستعملة لمعالجة الامراض، كان لها مواصفات خاصة، ذات دقة متناهية في نقاوته، لونه، لزوجته، رائحته وكميته من حيث الوزن في المزج مع المواد الاخرىٰ. وجاء في احدىٰ الرسائل ما يلي: -

ارسال ٢٥ ملغم من القير بالسرعة الممكنة، ويبدو أن هذه الكمية الزهيدة جداً من القير لابد أن تكون لها خصائص متميزة لمعالجة الامراض. وهناك رسالة اخرىٰ بنفس المضمون ايضاً.

ومن استعمالات القير الأخرىٰ، هي لمعالجة بعض الامراض الزراعية، حيث كان يحرق مع الكبريت لتبخير وتعفير بعض

وضعت الهوامش في نهاية البحث

الاشجار والمزروعات لقتل الحشرات وبيوضها الضارة، وأستعمل مزيج القير والزيت لعلاج شقوق وجروح جذوع الاشجار.

وأستخدم كمادة معقمة لتطهير الأعشاش والاقفاص، ومن الغريب أن القير كان يمزج مع بعض الاصماغ والكبريت ويمسح بها ريش الطيور لتعطي بيوضاً صحية كبيرة الحجم. كما عولج بالقير طاعون الماشية بعد مزجه باصناف مختلفة من المواد المطهرة.

وتذكر النصوص القديمة مزج القير مع الشمع (البارافين) والكبريت لأغراض خاصة. ويتضح مما تقدم بان سكان العراق القدامىٰ، كانوا علىٰ بيّنة تامة بالخصائص الكيمياوية والفيزياوية لانواع القير المتوفرة لديهم، فقدا عرفوا الكبريت بفاعليته المميّزة مع الجزء الصمغي الموجود في القير، فعندما يتفاعل القير مع الكبريت يكوّن مركبات كبريتيدية معقدة وثايو أيثرات. (Complex sulphides & Thio-ethers).

كما ان الكبريت عندما يتفاعل مع شمع البارافين يحرر غاز كبريتيد الهيدروجين وتشير النصوص المسمارية بأن القير الخام كان يمزج مع القير النقي لانتاج محسن من القير، وإذا ما قارنا هذا الأسلوب الذي أتبعه سكان وادي الرافدين قبل آلاف السنين مع الأسلوب المتبع حالياً وفي البلدان المتقدمة في تصنيع الأسفلت عندما تمزج بعضاً من خامات القير الغنية بالعناصر النتروجينية والفسفور والكبريت والحديد مع القير النقي، للحصول على قير محسن يكشف لنا مدىٰ التقدم التكنولوجي الذي كان عليه قدماء العراقيين.

وانطلاقاً من مبدأ الحرص في استمرار المعرفة الانسانية وما حملت الينا مواكب الحضارة الحالية من علوم ومعارف من مراكز الحضارات القديمة عبر مسيرتها وفي مقدمتها حضارة وادي الرافدين، رأينا من واجبنا كمتخصصين في حقلي الآثار والتحليل لمعالجة وصيانة الآثار اكثر من عشرين سنة أن نقوم بدراسة للمواد الأنشائية التي استخدمها سكان العراق القدامىٰ ومن بين تلك المواد التي استحوذت على جُلّ اهتمامنا هي المادة القيرية التي استعملها البابليون والآشوريون ومن قبلهم السومريون ومن سبقهم من سكنة شمالي العراق ووسطه في بناء القصور وكساء الشوارع والطرق الرئيسية وتشييد السدود واحواض المياه والحمامات إضافة الى مجالات إنشائية اخرىٰ.

إنّ استعمال هذه المادة في الاغراض البنائية منذ اكثر من ثمانية آلاف سنة يؤكد على دور العراق الحضاري وريادته في الاستفادة من ميّزات هذه المادة المهمة في مختلف مجالات البناء والتشييد التي كانت ومازالت قائمة لحد الآن. وبالرغم من اهمية تلك المادة الحيوية في مجالات البناء إلّا ان البحوث والدراسات العربية قد أغفلتها أو لم تتناولها بتاتاً، وهذا ما لمسناه شخصياً، اما المصادر الاجنبية فقد تناولتها في تقارير المنقبين وبحوث ودراسات علماء الآثار بصورة موجزة جداً ومقتضبة تفتقر الى الدراسة العلمية التي تناولناها في مجالات التحليل الكيمياوي والفحوص الأخرىٰ المختلفة كأستعمال الاجهزة الحديثة، ونستطيع القول بأنه احدث بحث تناول مادة بنائية تدخل في كثير من مجالات الاستعمال العمراني سيما وانها متوفرة وبكميات كبيرة في هذا القطر العزيز.

الديمومة: Durability

يمكن توضيح تسمية الديمومة بمقدار مقاومة القير للعوامل الجوية الطبيعية التي تؤدي الىٰ تلفه. ويسمىٰ التلف بسبب تلك العوامل بالتجويه (Weathering) والمعروف أن القير يتعرض بمرور الزمن الى عوامل فيزياوية وكيمياوية مختلفة يسبب جفافه وتصلبه وأن اكثر العوامل الجوية تأثيراً على تلف القير هي عمليتا التأكسد (Oxidation) باوكسجين الهواء والتبخر[1] الذي يسبب فقدان الهيدروكاربونات الخفيفة اضافة الى فعل البكتريا التي تؤثر على الجزء الشمعي (Paraffin) فيتحلل بمرور الزمن كما أن لوجود الاملاح في المياه الجوفية تأثير على الجزء الصمغي (resin) فيفقد بعضا منه هو الآخر، اما الاسفلتين فلا يتأثر بالعوامل البيئية والجوية الطبيعية. وهناك عوامل اخرىٰ مثل تأثير الأشعة الضوئية ذات الموجات القصيرة كالأشعة الأكتينية (actinic rays) وعمر التصلب (age hardening) وفعل الرطوبة والماء التي تنتج عنها شقوق دقيقة تتسع بمرور الزمن ان لم تعالج في حينها بسبب دخول الماء الى ما تحت الطبقة القيرية مولدة بذلك انتفاخه ونزع طبقة الاسفلت، ولاجل أن تؤدي الطبقة القيرية عملها كمادة رابطة (binder) يجب أن تبقىٰ محتفظة بحالتها اللدنة، (plastic) لتؤدي دورها الفعال في التحامها مع المواد الاخرىٰ الملتصقة بها.

تشير المصادر العلمية في هندسة وتكنولوجيا الاسفلت[2] الى أن كفاءة وديمومة الاسفلت تعتمد على عاملين مهمين يلازم احدهما الاخر وهما: ـ

١ ـ تصميم المزيج القيري (mixture design).

٢ ـ تصميم البناء (structure design).

ويمكن تمييز التلف الذي يصيب الاسفلت نتيجة هذين العاملين فالفشل الوظيفي (functional failure) سببه رداءة

تركيب المزيج القيري مولداً بذلك التشقق (cracking) والسيّع (flow) والكسر (breaking) . . . اما التلف البنائي (structural failure) فهو بسبب سوء التصميم الهندسي مولداً بذلك الهبوط (settlement) واحياناً الانهيار (collapse).

وسنتناول في هذا البحث دراسة لهذين العاملين بالتفصيل.

١ ـ المزيج القيري

تؤكد مختبرات بحوث المواد القيرية الخاصة باعمال الطرق [3] اعتماد كفاءة المزيج القيري على: ـ

آ ـ التركيب الكيمياوي للقير (Chemical Composition).

ب ـ نوعية المواد المعدنية المالئة ونسب خلطها (quality & quantity of minerals).

جـ ـ السيطرة على درجة حرارة وسيولة المزيج القيري (temprature & rheological Properties Control).

آ ـ التركيب الكيماوي للقير

استنتج ولفورد (Williford) [4] بأن وجود الكبريت بنسبة عالية في القير أو الاسفلت يشير الى النوعية الجيدة واطالة أمد عمله. ، والنسبة العالية للكبريت في الخامات القاعدية للاسفلت تعزى لنسبة الاسفلتين العالية فيه، وقد اعطت نماذج الاسفلت القديمة جدول (رقم ١) نسبة عالية للكبريت تتراوح بين (٤٥ر٧ ـ ٣٧ر١٣) في حين ان نسبته في قير المصافي الوطنية تظهر حسب ما يلي: ـ

٠٠ر٢ ، ٧٤ر٢ ، ٢٨ر٢ ، ١٤ر٥ ، ٨ [5].

اما نسبة الكبريت والاسفلتين في نماذج مدينة هيت الحالية والمناطق التي تجاورها فتتراوح بين (٦ر٧ ـ ٣١ر٩)٪ للكبريت و٢١٪ و٥ر٢٨٪ للاسفلتين جدول رقم (٢) اذ ان مدينة هيت بموجب النصوص المسمارية واشارة الى هيرودوتس كانت المركز الرئيس لتزويد مدينة بابل بالقير، اما بعض النصوص المسمارية فتشير الى تزويد مدينة اور بالقير الذي يحمل بالسفن من هيت ومن خلال مقارنة نسبة الكبريت في النماذج المأخوذة من مدينة هيت مع نسبته الموجودة في قير المباني المشيدة به مدينة بابل، نستطيع ان نؤكد بان القير البابلي القديم كان مصدره مدينة هيت. (انظر الجدولين رقم ١ و٤) اما القير الذي استعمل في موقع البقاق، وفي القصر الشمالي الغربي في نمرود، وفي الحضر فمصدره منطقة القيارة.

أما نماذج مدينة اور واريدو فان نسبة كبريته تتراوح بين (٨٨ر١٠ ـ ٢٥ر١٢) وتعتبر هذه النسبة عالية جداً لمصادر القير الموجودة في العراق، لذلك فمن المرجح جداً ان العراقيين القدامى كانوا على بيّنة باضافة نسب معينة من الكبريت الى القير كما ان بعض النصوص المسمارية تؤيد اضافة الكبريت الى القير.

إنّ جميع المحاولات التي تبذل حالياً لتحسين نوعية القير، واطالة أمد ديمومته تستند الى تقليل حساسية تاكسده وتبخره [6]، وذلك باضافة مواد كيمياوية مانعة للتأكسد عند تصنيعه (antioxidant) ومن هذه المركبات الكبريتيدات الاحادية القاعدية والفوسفات العضوية، ومشتقات كبريتيدية خاصة كما أن مركبات خام القير الذي يحتوي على مشتقات قطبية (polardrivaties) كالنتروجين والفسفور والاوكسجين والكبريت يعتبر من المشتقات الجديدة في هذا الحقل ومن المدهش حقاً ان نرى بعض النصوص المسمارية تشير الى مزج القير النقي مع القير الخام عند العمل للحصول على قير محسن.

اما بالنسبة للمواد الواقية للقير من الاشعاعات (radiation protective) فالصيغ الجديدة تتكون من مسحوق البارايت (barite) والبارايت الناعم، وتتكون هذه المادة من كبريتات الباريوم وكربونات الكالسيوم والباقي من كربونات المغنيسيوم وأكاسيد الحديد والالمنيوم والسيليكون.

كما ان الدراسات الحديثة [7] ابانت تأثير اضافة المواد المعدنية الناعمة كاكاسيد السليكون والالمنيوم في تكثيف الاصماغ والاسفلتين والزيوت في القير، علماً بان جميع المواد المالئة القديمة احتوت على نسبة مختلفة من هذه المركبات (عدا كبريتات الباريوم) كما ابانتها الفحوص بالاشعة السينية، اذ ان هذه المركبات تعتبر شوائب في احجار الكلس (limestone) وبنسب مختلفة [8].

تشير النصوص المسمارية المتنوعة بأن انسان وادي الرافدين كان على علم باختلاف تراكيب القير الكيمياوية والفيزياوية لانه كان يمزج نوعين من القير للحصول على نوع ذو مواصفات خاصة تتلائم مع اغراض استخدامه. فانواع القير القديم متعددة، منها السائلة والصلبة والنصف صلبة كما انها تتصف بدرجات ليونة ونفاذية ومطاطية ونقاوة مختلفة (جدول رقم ٢)، يحتوي النوع السائل والنصف الصلب على نسب مختلفة من الماء والكبريت والاسفلتين والزيوت والاصماغ والمركبات الهيدروكاربونية المشبعة وغير المشبعة ويظهر ارتفاع نسبة الكبريت والاسفلتين في القير الذي يحتوي على الماء، ويتميز هذا النوع بسهولة مزجه مع المواد المعدنية المالئة الجافة والرطبة، لانه يتحول عند التسخين الى مستحلب قيري غير مستقر.

القير القديم ونسبته في نماذج الأسفلت Bitumen Canternt

احتوت جميع نماذج الاسفلت على نسبة عالية من القير تتراوح بين (٣٠ ـ ٥٤)٪ ماعدا النماذج المرقمة ٦، ٩ في الجدول (رقم ٤) فنسبته اقل من ذلك.

اما طريقة استخراج النسب فقد اتبعنا المواصفة الامريكية (ASTM/D20[illegible]2-81) لفصل المواد المعدنية المالئة عن القير باستعمال المذيب تراي كلورو أثيلين (Trichloroethylene) مع تحوير بسيط اقتضتها طبيعة النماذج القديمة التي تحوي نسبة عالية من القير، وكُررت العملية عشرات المرات للحصول على اكبر كمية ممكنة من الراشح القيري (Extract) ومن المواد المعدنية المالئة (Minerall Aggregate). تم جمع الراشح في أواني زجاجية واسعة وسخنت بدرجة ٣٠٠°م لتبخير المذيب ولإمكانية إجراء الفحوص الفيزياوية ولايجاد نسبة الرماد (Ash) والكبريت والاسفلتين باتباع المواصفات (ASTM D2622, ASTM D2415-66, IP143/78) على التوالي.

تعذر الفحص الفيزياوي (درجة الليونة، النفاذية والمطاطية، باتباع المواصفة (ASTMD36-76, ASTM D113-79, D5-73) بسبب تحول القير الى كتلة هلامية كثيفة جداً لا يمكن صبّها، ولم تتغير بعدها حالة النموذج حتى درجة ٢٠٠°م لذا اكتفيت بتسجيل درجة حرارة التحول. اعطت نماذج القير القديم التي تظهر في الجدول رقم (٣) نسبة عالية للاسفلتين تتراوح بين (٤١٫١٢ ـ ٨٦٫٦٧)٪ وقد جاءت هذه النسبة على حساب المواد الهيدروكاربونية الخفيفة التي تطايرت وانفقدت بسبب عامل الزمن والعوامل البيئية الاخرىٰ.

لو قارنا بين نسب الاسفلتين الموجودة في النماذج المأخوذة من مدن بابل وسبار ونينوىٰ في الجدول رقم ٣ (نموذج ٤، ٢٣ و٣٠) لراينا ان نسبته مقاربة علما بان تلك النماذج تعود الى فترة زمنية واحدة تقريبا وهي القرن السادس قبل الميلاد.

كما ان نسبته في نماذج مدينتي اريدو واور متشابهة ايضا وكلاهما من الالف الثالث قبل الميلاد وجدير بالملاحظة ومن خلال النماذج التي اجرينا عليها التحليل، نرى ان نسبة الاسفلتين التي تحتوي عليها تلك النماذج تتناسب طرديا مع قدم زمنها اي كلما زاد عمر النموذج زادت نسبة اسفلتينه ابتداء من أواخر الالف الثالث قبل الميلاد وحتى اوائل الالف الاول بعد الميلاد. (Fig A).

ب ـ المواد المعدنية المالئة Mineral Filler

فحص نسبة كاربونات الكالسيوم والاملاح والمواد العضوية

اثبتت البحوث الحديثة [9] بأن اضافة الكلس الى القير المركب وبنسبة عالية تتجاوز ٣٠٪ تكسب القير مقاومة ضد المؤثرات الخارجية ومقاومة للسيّع. إنّ النماذج القيرية التي جمعناها من المنطقة الوسطىٰ والجنوبية تحتوي على نسبة عالية جداً من كاربونات الكالسيوم تتراوح بين (٥٠ ـ ٩٤٫٦)٪.

وتؤكد المصادر العلمية بضرورة خلو المواد المعدنية المالئة من المواد العضوية [10] والمواد الغريبة الاخرىٰ، كما وتشير مواصفات الطرق والجسور الى تحديد نسبة الاملاح الكبريتية التي تحويها المواد المعدنية المالئة المضافة للقير.

وعلى ضوء هذه المعلومات ومن خلال المصادر العلمية [11] التي تبين أن كمية الماء الممتص من قبل الاسفلت ذات صلة مباشرة مع كمية الاملاح غير العضوية الذائبة في الماء، والموجودة في الاسفلت من ناحية وعلى كمية ونوع المادة المالئة المستعملة من ناحية اخرىٰ، اجرينا الفحوص لايجاد نسبة كاربونات الكالسيوم والاملاح الكبريتية ومجموع الاملاح الذائبة والمواد العضوية بالطريقة الكلاسيكية (Wet chemical analysis).

بعد تجفيفها بدرجة ١٠٥°م وحسب الطرق والمواصفات ادناه على التوالي: ـ

Calicium Carbonate (acid- base titration, using 0.4N Hcl & 0.4N NaoH).

total sulphate content (B.S 1377 test No.9)

total soluble salt content (Earth Manual DES-E,8)

Organic matter Content (B.S 1377 test No.8).

أظهرت نتائج الفحوص نسبة لا تتجاوز ١٪ للاملاح الكبريتية في نماذج نمرود، والحضر، بابل، اور، اريدو، ورمادي، اما المواد العضوية فإن نسبتها لم تتجاوز ١ر٠٪ في نماذج نينوىٰ، اشور، نمرود، الحضر، بابل، قصر العاشق، واور ولم تتجاوز ٢ر٠٪ في نماذج سبار، اريدو وعقرقوف، اما نتائج فحص مجموع الاملاح الذائبة فكانت في اعلى نسبها دون ٥ر٣٪.

فحص التحليل الطيفي والوميظي بالاشعة السينية

اجريت الفحوص للتوصل الى نوعية العناصر والمعادن المكوّنة للمواد المضافة للقير.

فحص التحليل الحبيبي ASTM D422

اجري الفحص بعد غسل النماذج بمحلول صابوني متعادل (Lisapol) بتركيز ١/ ٢٥٠ لإزالة تأثير المذيب الذي كان يحول

دون امتزاج النموذج مع الماء.

كما أجرينا فحوصاً مختلفة للطابوق واللبن والطين، حسب متطلبات نوع النموذج القيري وكما يلي:

نماذج مدينة بابل

بالنظر لاحتواء بعض النماذج المأخوذة من موقع مدينة بابل على قطع صغيرة من الطابوق ولغرض التأكد فيما إذا كانت المادة القيرية المستعملة في البناء قد مزجت بمسحوق الطابوق او مسحوق الطين المجفف اجريت مختلف انواع الفحوص والتحاليل الممكنة للمواد المعدنية المضافة للقير ولكل من الطابوق والطبقة الطينية الملاصقة للنموذج (رقم ٤)، بالتحليل الطيفي والوميظي للاشعة السينية شكل (١ ـ ٨) اضافة الى التحليل الكيمياوي بالطريقة الكلاسيكية والتحليل الحبيبي لجزيئات المواد المعدنية المضافة للقير ولطبقة الملاط الملاصقة لطبقة الاسفلت.

وعند مقارنة نتائج نسب المعادن والعناصر في تلك الفحوص (الجدولين ٥و٦) مع نسبها في جدول (رقم ٤) لم تبين اي توافق بينهما، أي أن تلك القطع دخلت القير بصورة عرضية في حين أظهرت المقارنة توافق تام في نسب المواد المعدنية وعناصرها في الجدولين (٥و٦). ومن هذا نستنتج بأن الطابوق كان يصنع من نفس عجينة الملاط الطيني.

ومن دراسة نتائج الفحوص في جدول رقم ٤ يتضح بان المواد المعدنية المضافة عبارة عن مسحوق حجر الكلس الطبيعي، عدا النموذج رقم (٢) الذي يتكون من النورة (Cao) (lime)الاصطناعية المنتجة من حرق حجر الكلس في افران تتجاوز حرارتها ١٠٠٠°م.

وبالنسبة لحجم الجزئيات المعدنية فليست هنالك جزئيات طينية ناعمة جداً (اقل من ٠٠٢ر٠ملم) ولا حصوية خشنة وتتغلب الجزيئات الرملية على الغرينية، ونسبها في هذه النماذج كالاتي: ـ

١ : ١، ١ : ١ر٤، ١ : ١ر٦، ١ : ١ر٨.

مما يدل على ان المواد المضافة للقير هي ليست تربه اعتيادية تحتوي على نسبة عالية من الكالسايت، فقد اثبتت الدراسات [12] التي اجريت على ترب وسط وجنوب سهول وادي الرافدين انها ترب ذات محتوىٰ رملي قليل خالي تقريبا من الرمل الخشن ويحتوي على نسبة عالية من الغرين وعلى نسبة من الكالسايت تتراوح بين (٢٠ ـ ٣٠)٪ تكونت كنتيجة لتعرية الصخور من المنطقة الشمالية، وجرفتها مجاري مياه الانهار الى اراضي وسط وجنوب العراق.

وصف نماذج مدينة بابل

١ ـ من تبليط شارع الموكب القسم الشمالي، المنقب سنة (١٩٨٠ ـ ١٩٨١) النموذج صلب نوعا سمكه (٥ر١ ـ ٢) سم تبدو جزيئات الكلس واضحة للعين في مقطع النموذج.

٢ ـ من تبليط شارع الموكب القسم الشمالي (حفريات البعثة الالمانية سنة (١٨٩٩ ـ ١٩١٧) سمك النموذج (٣ر١ ـ ٢) سم تبدو جزيئات الكلس البيضاء جلية للناظر في مقطع النموذج.

٣ ـ من تبليط شارع الموكب القسم الجنوبي مقابل الركن الشمالي لمعبد نابوشخاري سمك النموذج (١ ـ ٥ر١) سم والجزيئات الكلسية البيضاء واضحة في مقطع النموذج كما ان قطع صغيرة قليلة العدد من كسر الطابوق مخلوطة مع القير اطولها لا يزيد على ٤٠ر٠سم.

٤ ـ من الجدار الشرقي للقصر الجنوبي المواجه لشارع الموكب، النموذج هش جداً يتفتت بسهولة وتبدو جزيئات الكلس واضحة في مقطع النموذج ويحتوي بعض منها على كسر من الطابوق المفخور يتراوح طول الكسرة (٥٠ر٠ ـ ١٠ر١)سم.

٥ ـ القسم الاسفل لباب عشتار النموذج هش جداً.

٦ ـ من واجهة معبد نابوشخاري، النموذج هش جداً ويميل لونه الى البني الغامق.

٧ ـ من طلاء دكاك معبد نابوشخاري النموذج هش جداً ويميل لونه الى البني الغامق.

٨ ـ من غرفة حمام معبد نابوشخاري، النموذج هش جداً ويميل لونه الى البني الغامق.

٩ ـ من داخل تابوت نحاسي كبير ذو غطاء، السمك ٥ر١سم النموذج صلب جدا يميل لونه الى البني الغامق، وتبدو جزيئات الكلس البيضاء واضحة جداً على السطح وفي المقطع.

ملاحظة

استعمل الاسفلت في النموذج رقم (٤) كالاتي: ـ

بعد ان تم رصف صف الطابوق وضعت فوقه طبقة قيرية قليلة السمك، تم وضع فوق الطبقة القيرية ملاط طيني قليل السمك ايضاً. ويبلغ سمك المادتين القيرية والطينية (٥ر١) سم يليها

صف اخر من الطابوق وهكذا وباستعمال القير والطين بمثابة ملاط بين صفوف الطابوق شيدت جدران القصر الجنوبي.

جـ ـ السيطرة على درجات الحرارة والسيولة & Temprature Rheological Properties Control

اثبتت دراسات واي (Way) ومساعده [13] بان حساسية قير الشرق الاوسط كالعراق وقطر لدرجات الحرارة الواطئة وتصلبه البطيء يكسبه المتانة والديمومة، كما تشير الدراسات عن تأثير درجة حرارة المزيج القيري على ديمومته حيث توضح بان معدل الاكسدة بالاوكسجين (Oxidation) والتبخر (Volatilization) تزداد بازدياد درجات الحرارة ويتضاعف معدل التفاعل في بعض الحالات بزيادة مقدارها عشر درجات مئوية.

وأن معدل الاكسدة والتبخر في مزيج قيري بدرجة ٣٥٤ فهرنهايت تعادل ٨ مرات ما يحدث في درجة ٣٠٠ فهرنهايت. أي ان الاسفلت يفقد الكثير من ديمومته اثناء تحضيره وقبل استعماله وتعرضه لعوامل الجو التالفة، إن لم يُسيطر على درجة حرارته فالسيطرة الفعلية الدقيقة مهما كانت صغيرة فانها تكسب الاسفلت إدامة كبيرة.

تحتوي عيون هيت القيرية على كميات من الماء (جدول رقم ٢) وعند التسخين تنتج ما يشبه المستحلب القيري غير المستقر (Unstable emulsion) ولوحظ ان القير يمتزج بسهولة وينسب مختلفة مع المواد المعدنية المالئة وبدرجات حرارية مختلفة.

وان المزيج الاسفلتي يمكن التعامل معه بين درجة (١٢٠ ـ ١٥٠)° مئوية إلّا انه يتعذر العمل به اذا تعرض الى اكثر من ١٥٠°م لانه يكتسب صلابة غير قابلة لتسويتها في اعمال البناء، علما بان درجة الحرارة التي تتراوح بين (١٢٠ ـ ١٥٠)°م هي اقل من الدرجات التي تستعمل حالياً عند تحضير الاسفلت.

يتضح مما تقدم بأن الممارسات الكثيرة التي مارسها عمال البناء انذاك قد اكسبتهم خبرة ومهارة عاليتين للحصول على مادة قيرية ذات سيولة معينة صالحة لاعمال البناء بالرغم من انهم لم يتعاملوا مع العمليات الحسابية الدقيقة، الا انهم كانوا على علم بوحدات الكيل والوزن لوضع القير في الافران حسب ما ورد في النصوص المسمارية حيث ورد في احد النصوص يصب ٣٦٠٠ وحدة وفي نص آخر ١٨٠٠ كيلة من القير في فرن الاسفلت. اضافة الى ذكرهم ستين رجلا يعملون في هذه المهنة كما ذكروا المادة الكلسية التي تمزج مع ا لقير [14] ويبدو ايضاً ان بعض المواد الليفية النباتية كانت تضاف في المرحلة النهائية وبشكل مدروس لموازنة سيولة محتويات الكتلة الاسفلتية الساخنة.

٢ ـ تصميم البناء Structure Design

المعروف في الحضارات العربية القديمة أن جهوداً كبيرة كانت تبذل اثناء وضع الاسس لجعل القاعدة التي ترتكز وتستقر عليها المباني في اقصى درجة من القوة والمتانة، ففي مدينة بابل مثلا كانت الارض رخوة وغير صالحة للابنية الضخمة بسبب ملوحة التربة وارتفاع مناسيب المياه الجوفية لذلك كان الاهتمام شديدا يوضع الاسس البنائية من حيث المتانة والقوة كي تحتفظ الابنية المشيدة فوقها بحالة جيدة ولتمنع التشقق والتصدع الذي يحدث بسبب هبوط اسس الابنية غير المتينة فبالنسبة: ـ

آ ـ لاسس القصور

نستدل من النصوص المسمارية القديمة [15] أن الملك **العظيم** نبوخذنصر (٦٠٥ ـ ٥٦٢ق.م) كان يفخر بانجازه **القصر الشمالي** خلال خمسة عشر يوما فيقول: ـ

(. . . وقمت بتشييد سدين كبيرين من سدود الشواطىء وحصن بعلو الجبل بالاجر المفخور والقير وأقمت بينها مصطبة بنيتها بالاجر المفخور والقير وفوقه بنيت قصري بارتفاع شاهق بالاجر المفخور والقير كذلك. .) ولايزال المبنى شاخصاً حتى يومنا هذا بارتفاع ١٥ر٣٦ مترا، وبخصوص اساس القصر الجنوبي يقول الملك العظيم: ـ

(. . هدمت الجدران القديمة وحفرت الى اعماق المياه ثم رصفت الاسس المرتفعة الثابتة القوية بالاجر المفخور والقير وجعلتها بعلو الجبل. .)

أما بالنسبة لأسس الابنية الصغيرة فقد استخدمت في أسسها مخاريط من الفخار على شكل مسمار ونجد هذا النوع من الاسس في بورسبا وفي اسس كساء قواعد المسلات [16].

ب ـ اسس الاسوار

كشفت التنقيبات الاثرية [17] سوراً ثخنه ١٧ متراً يتصل في الشرق ببوابة عشتار وفي الغرب بمقدمة القصر الجنوبي والسور قائم على قاعدة (اساس) بارتفاع ٠٥ر٤ متراً ويبرز بمقدار ١/٢ حجرة ويوجد داخل اساس هذا السور وفي الجزء الاوسط من خط امتداده ملاط الكلس المزفت وقد غطي بطبقات متعاكسة من الحلفاء والاوراق النباتية وفي اجزاء السور السفلي تماماً، حيث تظهر الاحجار الجوفية نجد الاحجار مستقرة في الاسفلت وحده وهو يطلي الشقوق بانتظام، ويلتصق بالاحجار جيداً كما واكتشف

في جزء القلعة الغربي (اي في حوض نهر الفرات) أسواراً هائلة يبلغ سمكها ٢٢ متراً تكشف عن بدن سور قوي متماسك شيد باجر مختوم باسم نبوخذنصر (٦٠٥ ـ ٥٦٢ق.م) وبالاسفلت كما كشف النقاب عن سور سمكه ١١ر٣٠ متراً (السور الشمالي) يمتد باتجاه الشرق والغرب وأمام هذا السور سد عرضه ٣ر٠٦٠ متراً.

أضيف في بناء أسوار القصر الصيفي طريقة جديدة تتخذ الاحتياطات ضد احتمال ميلان الاسوار وذلك بوضع قاعدة منبسطة تتكون من ١٢ صفاً من الطابوق السميك في مكان يقع في مستوىٰ الارضية اي عند النهاية العليا للاساس لتمنع هذه القاعدة تحرك اجراء السور الى الجانب دون أن تعرقل حركتها العمودية اي هبوطها الى الاسفل حيث أن القاعدة غير مدمجة مع الاسوار.

جـ ـ أسس الشوارع

استخدمت طبقات مزائج الماستك منذ اقدم العصور فوق أرضيات طينية صلبة متماسكة نتيجة الدك الجيد وخلال الفترات اللاحقة استعملت صفوف من الطابوق المفخور والماستك في عمل ارضيات الشوارع وكان يضاف احيانا صف او اكثر من الطابوق المبني بملاط الجبس.

يصف كولبرج (Colberg) الطرق والارضيات البابلية كامثلة نموذجية للاسس والارضيات التي لا تتأثر بالاهتزازات ويضيف بأن شارع الموكب يتحمل حتى وسائط النقل الحديثة، والطريق الى معبد عشتار في بابل يمكن ان يستخدم كارض مثالية تسير عليها المكائن الضخمة وعجلات المكائن الضاغطة الحديثة وما شابه.

ويتكون اساس شارع الموكب من ثلاث صفوف من الطابوق المفخور المرصوف في الاسفلت وتغطي السطح طبقة قيرية تتقوس بدقة متناهية الى الاعلى مع جدران الشارع مكونة بذلك مجرىٰ ضحل يمنع تجمع المياه قرب الجدران، ومن خصائص هذه الطرق سطحها المقعر الذي يزيح المياه الى الوسط ثم يصرف الى الخارج بواسطة قنوات مبنية في اساس الشارع.

كانت الحلول (الفواصل) بين الالواح التي تبلط شارع الموكب ضيقة جداً في القسم العلوي منه اما في نهايته السفلية فكانت تلك الفواصل واسعة نسبيا الا انها مملوءة بالماستك القيري، وبهذه الطريقة يمكن تلافي احتمال تسيع (جريان) هذه المادة وخروجها الى السطح وذلك بانحدارها نحو الاسفل، وتوزعها بين الفواصل الموجودة بين الواح القسم السفلي من الشارع [18].

يقول كولديفاي (Koldewey) منقب مدينة بابل: كان من الصعب علينا فصل صفوف طابوق جدران شارع المواكب الواحدة عن الاخرىٰ لشدة التصاق الاسفلت بالطابوق إذ كانت الحلول تملأ جزئياً بالملاط الاسفلتي لكي تمنع تبقع الوجه المزجج ولعزلها عن العوامل الجوية التي تؤدي الى تلفها.

واستعمل الاسفلت كذلك في المناطق التي تقع قرب المياه الجوفية بحيث يلتصق الاسفلت بصفوف الطابوق السفلية والعليا التصاقا شديدا وما تزال التصاقة قائمة منذ زمن استعماله حتى يومنا هذا، بحيث لا يمكن فصل طابوقة عن اخرىٰ دون أن يصيبها الكسر. والسبب في هذه الحالة يرجع الى درجة مسامية الطابوق العالية والتي تؤدي بدورها الى امكانية امتصاص ونفاذ الاسفلت الى داخل مسامات سطح الطابوق، عند رفع درجة حرارة المزيج القيري مما كان يزيد من قوة الطابوق الانضغاطية (Compressive strength) بدرجة كبيرة.

والجدول رقم (٧) يبين درجة مسامية وامتصاص طابوق من مناطق أتربة مختلفة، وهي عالية مقارنة بالطابوق الحديث [19] اذ ان اعلىٰ مسامية لطابوق المعامل الحالية لا تتعدىٰ ٣٦٪ واعلى امتصاص ٩ر٢٣٪ ويعزى سبب المسامية العالية للطابوق الى خلط المواد العضوية المتفسخة والتبن الى عجينة الطابوق اضافة الى طريقة تحضير العجينة البدائي.

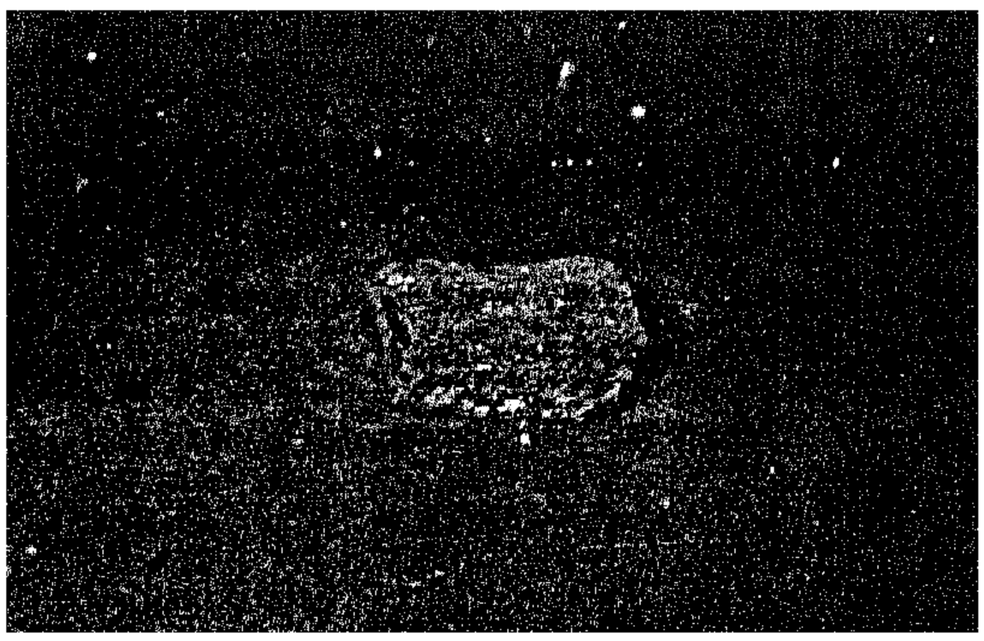
الاستنتاجات

مما تقدم نستنتج بأن مقاومة الاسفلت الاف السنين للعوامل الجوية والبيئية المختلفة كالصدم (Impact) والتشوه (deformation) والسيّـع (flow) والتأكسد الضوئي (Photo-oxidation) وامتصاص الماء (Water absorption) يُعزىٰ الى ما يلي: ـ

١ ـ تركيب الاسفلت الذي كان يصنع من مزج:

أ ـ قير ذو تركيب كيمياوي متميز يحتوي على كمية عالية نسبيا من الكبريت والاسفلتين.

ب ـ مواد معدنية مالئة يشبه البعض منها الى حد بعيد المواد التي تضاف الى القير في اواخر العشرين ويضاهيه بعضها



صورة رقم (٢)
نموذج رقم (٩)،من تبطين تابوت نحاسي كبير

TABLE No. I

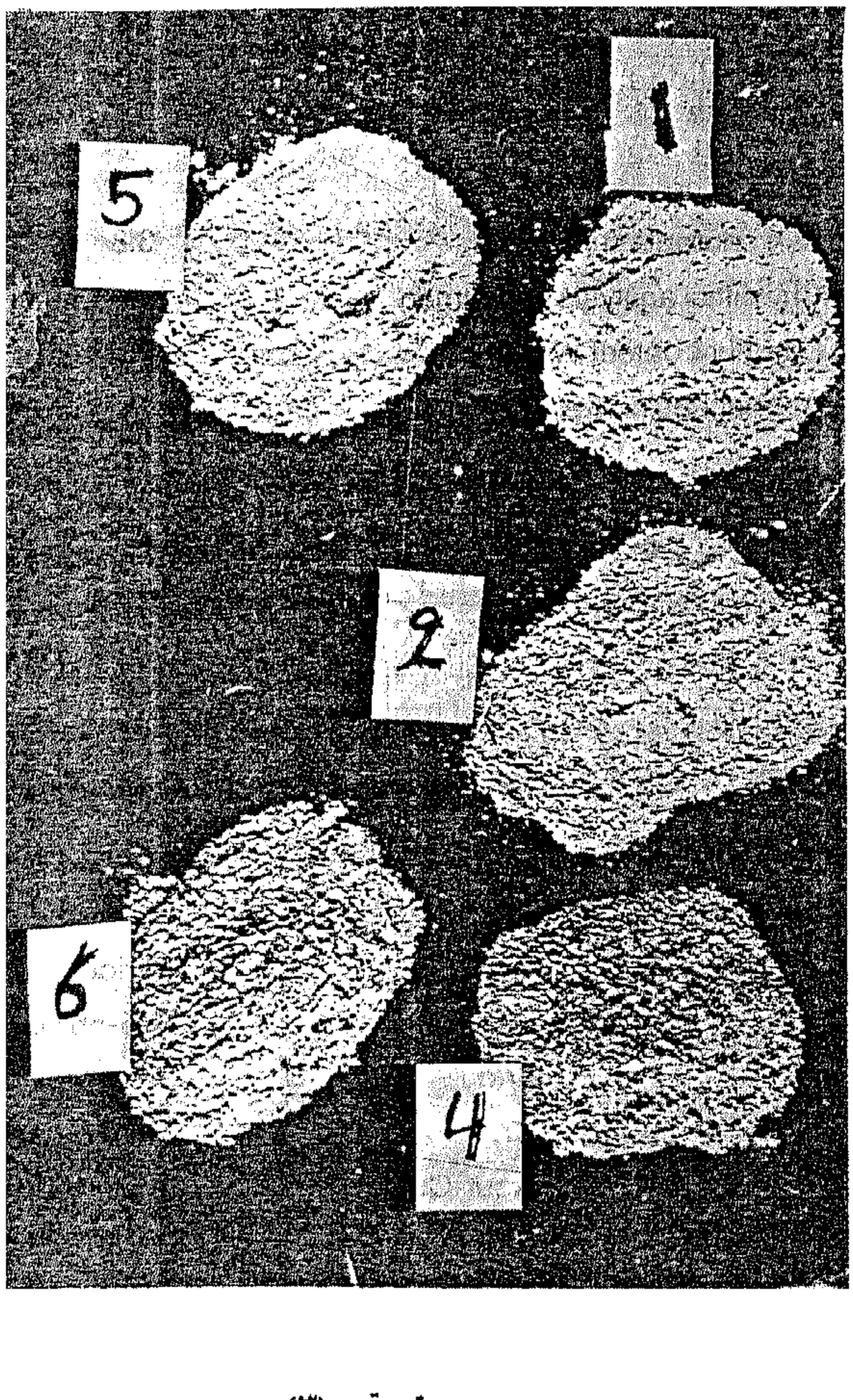
Percentage of sulphur in Different kinds of Ancient Mastics & Mortars

origin	Sulphur Wt.%
Hatra	7.21
Nineveh	7.45
Nimrud	7.32
Mashug palace	13.37
Eridu	10.88
Ur.	12.25
Babylon (Ishtar gate)	8.32
. (Processional street)	8.06
. (Southern citadel)	8.70
Sippar	8.45
Aqur-Quf	8.74

الآخر.

٢ ـ كان للتكنولوجيا أثره الفعال في الحفاظ على ديمومة الاسفلت فتجنب درجات الحرارة العالية عند تحضير المزيج القيري الذي يفقده الكثير من ديمومته اضافة الى اسلوب التعامل معه إذانه كان يُخفي بين الحجر والطابوق والطين بعيداً عن العوامل الجوية التالفة كما كان لمسامية الطابوق اثره الفعال في امتصاص الوجه الخارجي للطابوق ملاط الاسفلت الذي يكسب الطابوق قوة انضغاطية عالية.

صورة رقم (١)
نموذج رقم (١) من تبليط شارع الموكب (في الوسط) وعلى الجانبين القير والمواد الصلبة المضافة بعد عملية الفصل



صورة رقم (٣)
المواد المالئة في نماذج مدينة بابل

٣ ـ كان لتصاميم الاسس المتينة للمباني والشوارع اثره الكبير في ديمومة الاسفلت اذ منعه من الكسر (Breaking) والتشقق (Cracking) نتيجة هبوط الاسس او انهيارها (Settlement or Collapse).

TABLE No. 2

Results of Some Physical & Chemical Tests on Bitumen Samples From Hit and Regions Round Ramady

Sample No.	A	B	C	D	E	F
Composition						
Bitumen Wt%	79.0	72.0	64.0	53.58	80.96	87.5
Mineral Wt%						12.5
Water Wt%	21.0	28.0	36.0	46.42	19.04	0
Physical Tests on bitumen						
Softening Point (R&B). °c	64	52.5	47.0	27	46.5	127
Penetration at 25 °c, 100g; 5 Sec; 0.1 mm	25	73	108	388	99	
Ductility, cm				25	35	
Loss on heating Wt%				1.0	1.2	
Ash content Wt%	3.8	0.7	0.5	0.1	0.32	0.63
Chemical analysis of bitumen						
Sulphur content Wt%	8.8	8.5	8.3	8.11	9.31	7.6
Asphaltene content Wt%				15.27	17.02	
Oil Wt%				17.55	16.02	
Polyaromatic, Resins Wt%				19.76	46.72	

TABLE No. 3

Percentage of ASPHALTENE in Different Kinds Of Ancient Mastics & Mortars

Sample No.	Origin	Period	Asphaltene Wt.%
4	Babylon	605-561 B.C.	70.88
13	Eridu	Third Millennium B.C.	85.26
14	Ur.	Third Millennium B.C.	86.67
19	Aqur-Quf	1500-1400 B.C.	80.30
23	Sippar	not known exactly (may be 600 B.C.)	70.46
27	Ashuk Palace	900 A.C.	41.62
30	Nineveh	704-681 B.C.	72.81

TABLE NO . . 4

Analysis Of Babylon Mastics & Mortars

Samle No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Composition; -									
Bitumen Wt %	38. 78	36. 61	37. 68	45. 60	31. 59	27. 84	41. 54	38. 15	29. 77
Mineral Wt %	61. 22	63. 39	62. 32	54. 40	68. 41	72. 16	58. 46	61. 85	70. 23
Anelysis Of Bitumen ;- Softening point (R & B) method C	Slightly	Sofened at	(140 - 200)	With no more					
Ash Content Wt ½ %	0. 48	0. 64	0. 49	1. 04	0, 58	0. 71	0. 64	0. 89	0. 58
Sulphur Content Wt %	8. 06		8. 7						
Mineral Metter analysis; - particle Size Distribution analysis									
Clay Wt %	0	0	=	35.5 0	=	=	50 0	=	=
Silt Wt %	41	38	-	64. 5	-	-	50	-	-
Sand Wt %	59	62	-	0	-	-	0	-	-
gravel Wt %	0	0	-		-	-		-	-
Description ;	silty sand	silty seand	-	silty sand	-	-	silty sand	-	-
Chemioal Wet Analysis Of Dried Minerals:									
SO3 Wt %	0. 41	0. 44	0. 36	0. 39	0. 44	0. 24	0. 46	0. 42	0. 41
T. S. S. Wt %	0. 79	0. 81	0. 76	0. 84	0. 81	0. 67	0. 98	0. 88	0. 92
Organic Matter Wt %	0. 09	0. 02	0. 07	0. 04	0. 09	0. 03	0. 04	0. 01	0. 09
Calicium carbonate	78. 0	79. 0	80. 8	75. 4	84. 2	94. 3	85. 0	75. 0	94. 6
X - Ray Spectro photometric analysis of Minerals as oxides									
Na_2O	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 25	0. 32	0. 00
Fe_2O^3	2. 39	2. 57	2. 59	3. 14	2. 36	1. 99	3. 43	3. 22	1. 96
Si_{02}	0. 27	0. 28	0. 34	0. 49	0. 28	0. 16	0. 61	0. 49	0. 12
CaO	48. 55	49. 82	41. 74	46. 91	52. 62	56. 48	49. 56	42. 73	54. 59
Si_{02}	12. 28	12. 9	15. 25	20. 68	12. 38	6. 58	26. 51	21. 14	5. 43
K_2O	0. 33	0. 67	0. 60	0. 70	0. 33	0. 21	0. 84	0. 95	0. 17
MgO	2. 61	3. 31	2. 69	3. 72	2. 66	2. 62	4. 19	3. 66	2. 64
P_2O_5	0. 08	0. 06	0. 08	0. 12	0. 18	0. 05	0..10	0. 07	0. 08
Al_2O_3	3. 44	3. 35	3. 63	4. 63	3. 25	2. 52	5. 72	4. 83	2. 46
X- Rey Mineralogy (diffraction)	Calcite plagioclase Quartz, Dolomite	Lime, Quartz	Calcite, Quartz, Dolomite	Calcite, Quartz, plagiolase Dolomite,	Calcite, Quartz, Dolomite, plogioclase		Calcite, Quartz, Dolomite Plagioclase		
principle Consitituent;	Limestone	Lime	Limestone	Lime Stone	Limestone		Limestone		

TABLE No. 5

Analysis of the Calyed Layer Adjacent to Bitumen Layer in Sample No. 4

Sample No.	Babylon-4
Particle size distribution analysis	
Caly Wt.%	25
Silt Wt.%	53
Sand Wt.%	22
gravel Wt.%	0
Description	Sandy clayed silt
	1.22
Chemical Wet analysis of dried minerals	2.36
SO_3 Wt.%	0.59
T.S.S. Wt.%	0.04
Organic matter Wt.%	44.0
Chorides Wt.%	8.1
Calicium carbonate Wt.%	
PH. Value	1.33
x-Ray spectroanalysis of minerals as oxides	5.47
Na_2O	0.63
Fe_2O_3	15.10
TiO_2	40.65
CaO	1.71
SiO_2	4.76
K_2O	0.33
MgO	9.48
P_2O_5	
Al_2O_3	

Principle constituents (Minerals)

By x-ray diffraction method:-

Quartz, Calcite, Plagioclase, Kaolinite, Dolomite, traces of clay minerals (mont, mica, chlorite...).

TABLE No. 6

Analysis of bricks from ancient Mesopotamian sites

Sample No.	1. Babylon	2. Eridu
Origin	Southern Citadel	Temple's Terrace
Colour	red	yellow
Chemical wet analysis of dried minerals		
SO_3 Wt.%	0.18	0.49
T.S.S. Wt.%	1.22	2.45
Organic metter Wt.%	0.12	0.11
Chlorides Wt.%	0.09	0.31
Calicium carbonate Wt.%	27.41	30.55
X-Ray spectroanalysis of minerals as Oxides		
Na_2O	1.41	0.84
Fe_2O_3	5.34	5.09
Tio_2	0.60	0.55
CaO	15.36	17.11
SiO_2	40.0	39.76
K_2O	1.55	1.32
MgO	4.03	5.09
P_2O_5	0.14	0.16
Al_2O_3	9.02	8.61
X-Ray diffraction analysis (Mineralogy)	Quartz, Calcite, Plagio-clase, trace dolomite V.t. Anhydrite ($CaSO_4$) t. gypsum	Quartz, Hedenbergite (Calicium-iron-Silicate)

TABLE No. 7

Absorption and Porosity Tests on Some Bricks From Ancient Mesopotamia

Sample No. and Origin	Absorption %	Porosity %
1. Babylon (Nebuchadnezzar's southern citadel)	32.09	45.9
2. Ur. (Ur-Namu- 'Sulgy Palace)	31.69	44.76
3. Eridu (Terrace of the Temple)	33.29	46.76
4. Warka (Royal Palace)	31.26	42.19

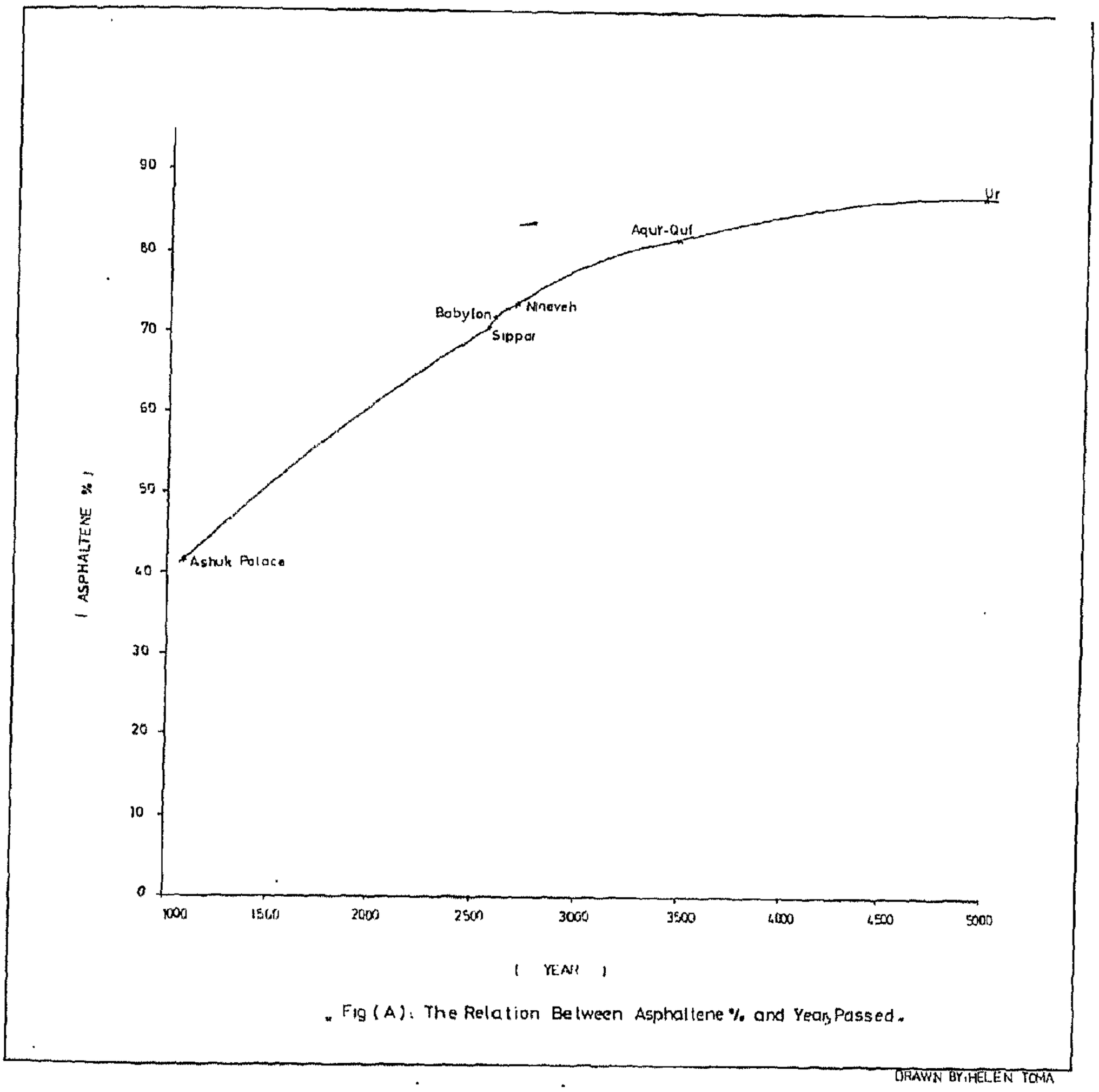


Fig (A): The Relation Between Asphaltene % and Years Passed.

DRAWN BY: HELEN TOMA

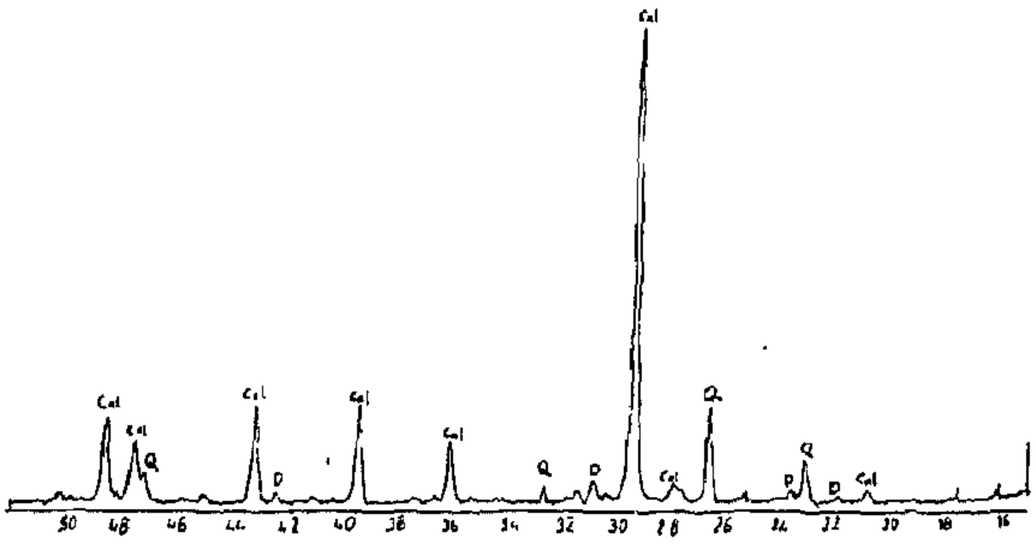


Fig. 3
Sample No. 3
Cal. Calcite
Q = Quartz
D = Dolomite

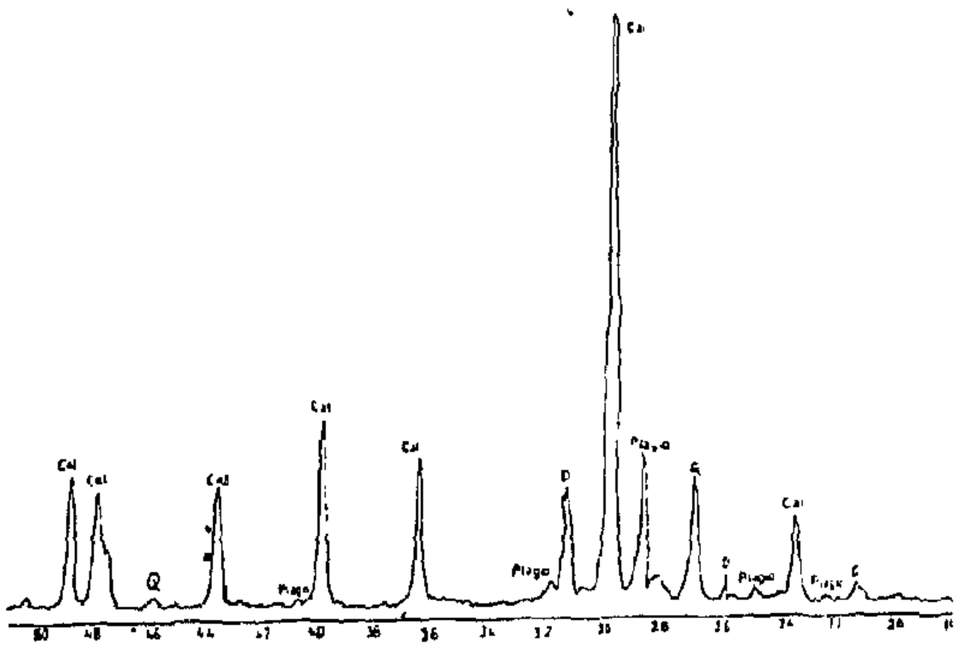


Fig. 1
Sample No. 1
Cal. = Calcite
Q = Quartz
Plagio = Plagioclase
D = Dolomite

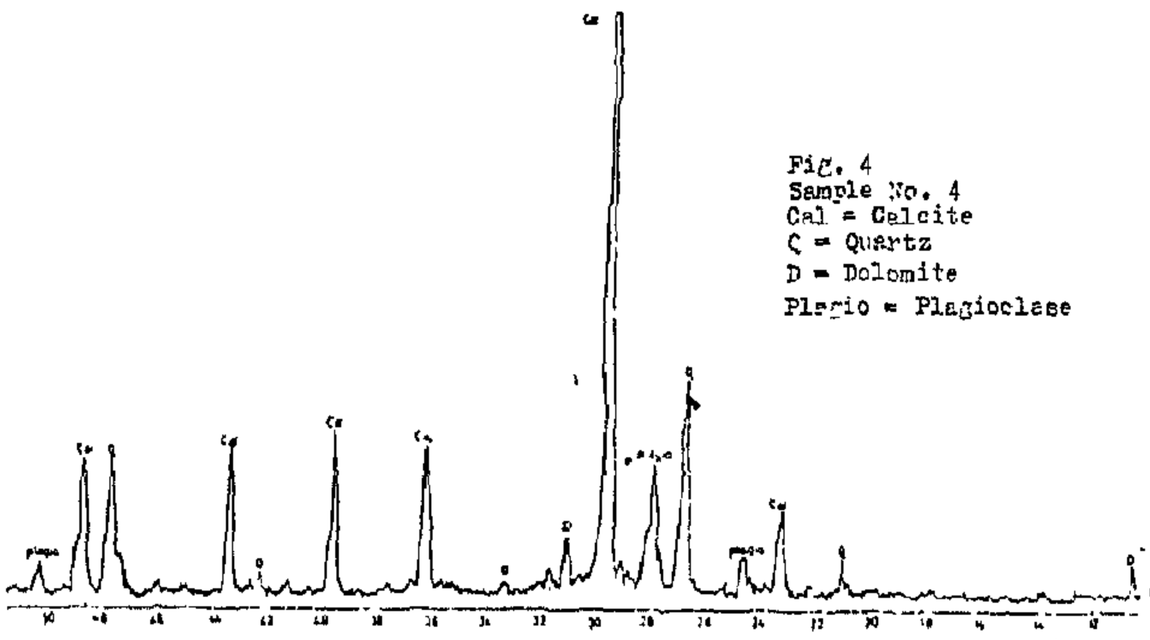


Fig. 4
Sample No. 4
Cal = Calcite
Q = Quartz
D = Dolomite
Plagio = Plagioclase

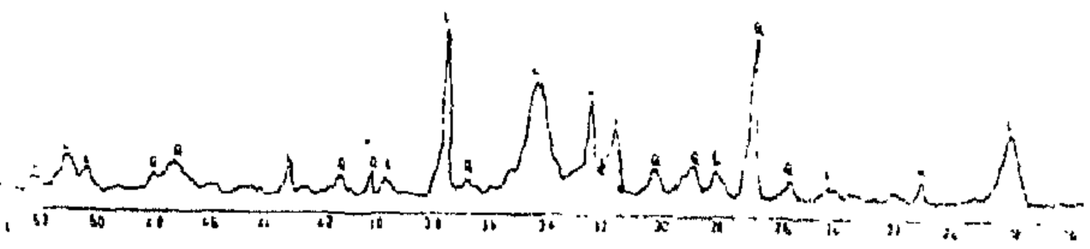


Fig. 2
Sample No. 2
I = Lime
Q = Quartz

Refferences

1- Hugha Wallace and J.Rogers Martin., Asphalt Pavement Engineering. McGraw-Hill Book Company Newyork (1972) pp (20-21).

2- E.J.Yoder & M.W.Witczak, Principle of Pavement design. second edition, John Wiley & sons, INC, 1975, pp (13-15)—

3- Bituminous Materials in road Construction. Department of Scientific and industrial research. Road Research Laboratory. London, H.M.S.O. 1962.

4- Williford, C., Wiv. Texas Eng. Exp. station Bull 73, 14, 1943.

See also Lang and Thomas, Laboratory Studies of Asphalt Cement, Wiv, Minn. Inst. Technical. Exp. stu. Bull.

5- Abdul-Halim A.K. Mohamned & Kariem A.Mohammed The effect of distillation temprature on the sulphur Compounds Stability of Some Iraqi Crude Oils. Journal of Petroleum Research, Baghdad Vol. 2, No.2, (1983) P. (6).

6- See refference (3) P.201.

7- Edwin J.Barth, Asphalt Science and Technology McGraw-Hill Book Company. Newyork, 1968. P 667.

8- Robert.S.Boynton, Chemistry and technology of lime and limestone, John Wiley & sons. INC Newyork 1980, Second Edition pp (18-20).

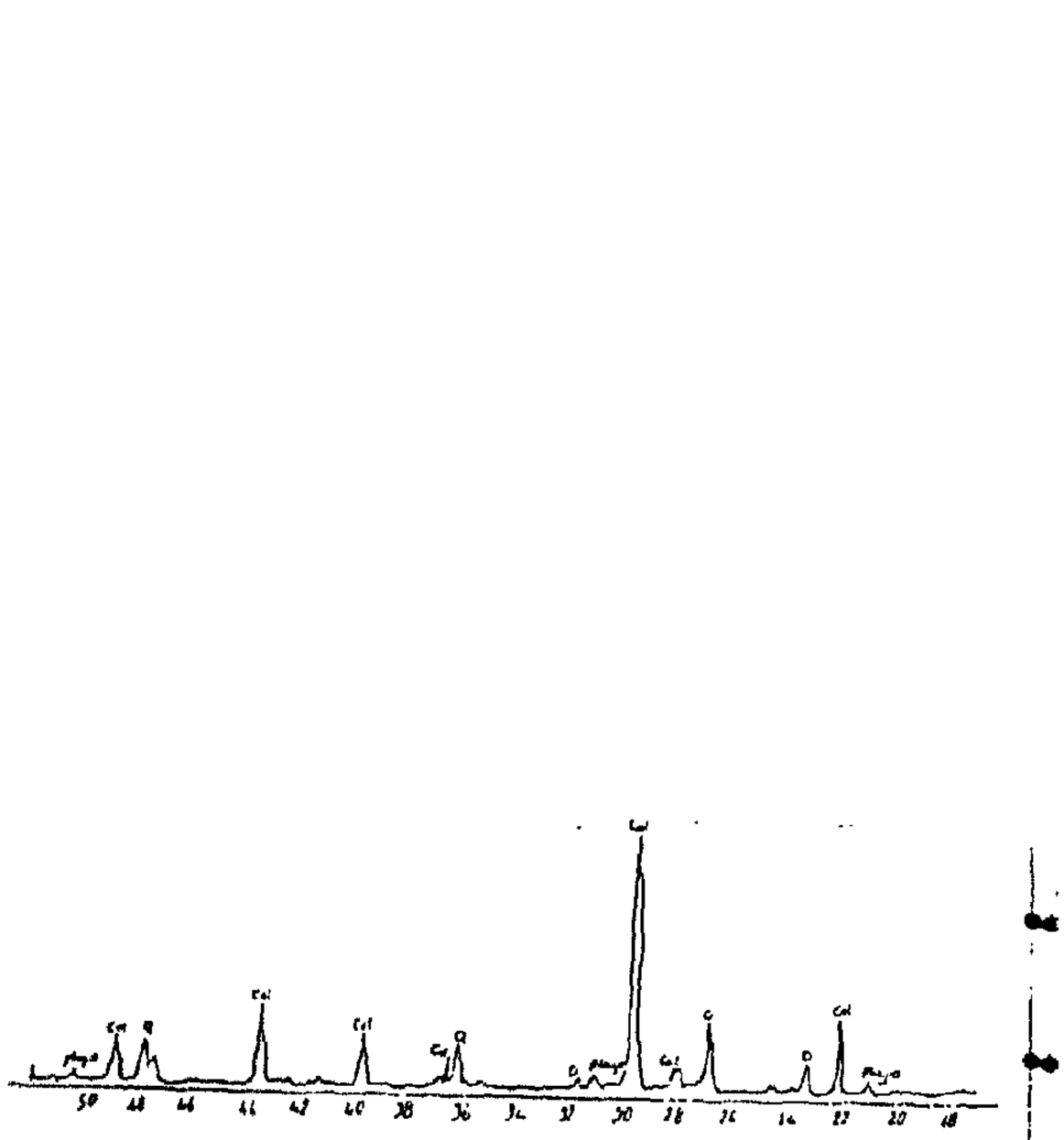


Fig. 5
Sample No. 5
Cal= Calcite
Q = Quartz
D = Dolomite
Plagio = Plagioclase

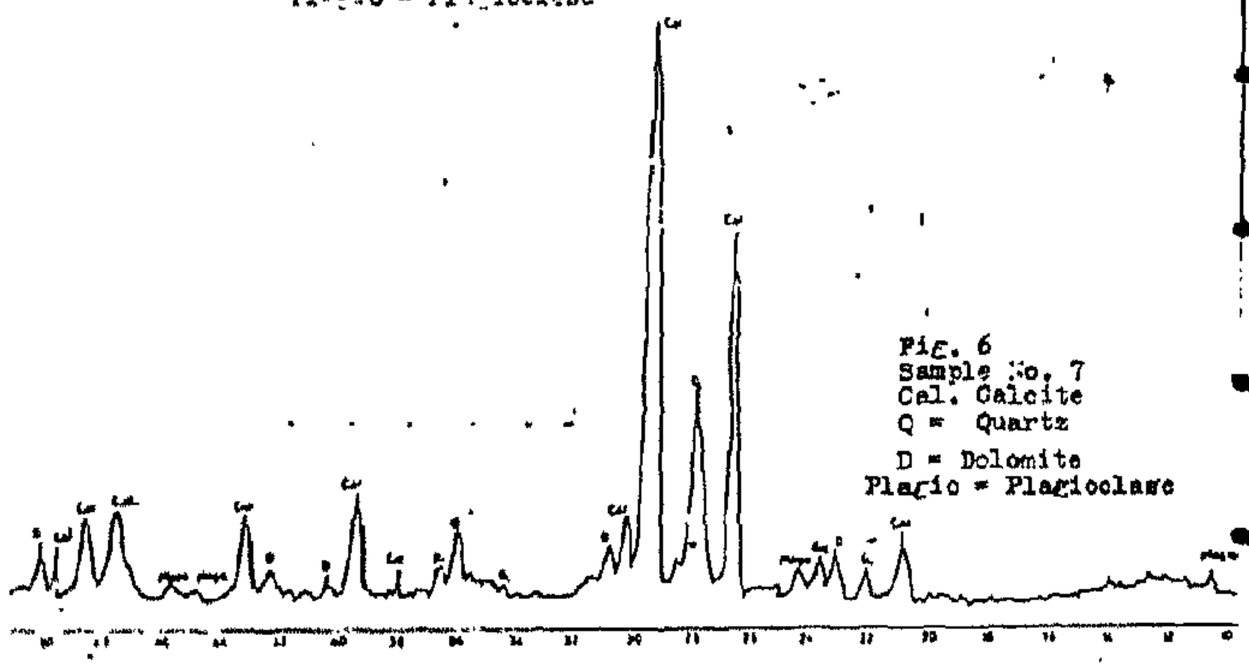


Fig. 6
Sample No. 7
Cal. Calcite
Q = Quartz
D = Dolomite
Plagio = Plagioclase

9- H.H.Alsoofi, T. Al-Sultani, Asphalt Coating for pipe lines, Journal of Petroleum Research, Baghdad, vol.I. No.I, 1982.

10- American Standard Methods, Annual Book, Part 15, 1982, (D242-70).

11- Edwin, J.Barth., Asphalt Science and Technology Registed chemical Engineer, Petroleum and Asphalt Technology Consultant, 1968, P.297.

١٢ ـ خارطة التربة الهندسية لمدينة بغداد وتقارير المركز القومي للمختبرات الانشائية التابعة لمدينة البصرة.

13- Way, P.J., Puller, T. Les and A, Wfnward proc. World Petrol. Congr. 5th Newyork Sect. VI, Paper, 29. (1959).

14- Chicago Assyrian Dictionary P.553, 415.

15- Great Stenplatten Inscription, 8,59 & 7,34.

١٦ ـ كولديفاي، معابد بور سباو عشتار (المنشورات العلمية للجمعية الألمانية الشرقية رقم ١٥ صفحة ٥٣ ورقم ٣٢ صفحة ١٠).

17- Koldewey. R., Excavation at Babylon. (London, 1914).

18- See refference 17 pp (53-56).

١٩ ـ النشرة العلمية لمركز بحوث البناء (مجلس البحث العلمي) رقم ٨٤/٩، تأثير حرارة الحرق معملياً على خواص الطابوق الطيني، الدكتور رائد القس وخيرية الرمضاني.