مجلة جامعة بابل / العلوم الهندسية / العدد (٣) / المجلد (٢٢) : ٢٠١٤

# دراسة إعادة التأهيل للممر الحالي لطريق العمارة – تقاطع الطيب الشيب المشرح في محافظة ميسان

**عبد الرضا ابراهيم أحمد  عبد الكريم ناجي عبود**

*قسم الهندسة المدنية / كلية الهندسة / جامعة بابل*

basmalkreemy@yahoo.com  abdalkareemnaji@yahoo.com

## ملخص البحث

تعد عمليات إجراء الصيانة للطرق والتقاطعات بأنواعها المختلفة وفق منهجية علمية من الأسبقيات والضرورات الواجب إتباعها للتقليل من حالات الفشل الانشائي والوظيفي وتشوهات السطح للطريق والتي تتطلب إجراء عملية إعادة التأهيل (Rehabilitation) شاملة لكامل مقطع الطريق والذي يتطلب المزيد من الكلف والجهود فضلا عن الزمن المستغرق للانجاز. قامت الدراسة بإجراء عملية إعادة التأهيل لطريق العمارة (تقاطع بغداد) تقاطع طيب – شيب المشرح والذي يبلغ طوله (٢٧,٥٠Km) وذلك لحصول حالات الفشل في معظم أجزائه بسبب قلة أو انعدام حالات الصيانة، بنيت الدراسة على أساس دراسة استطلاعية تضمنت حالة الطريق ومناطق الفشل وحالة الأكتاف والمؤثرات على الطريق وكذلك نوع المرور المستخدم للطريق، ومسح هندسي تفصيلي ودراسة مرورية تضمنت دراسة حالة المرور حيث قامت الدراسة بإحصاء وتصنيف الحجوم المرورية للطريق على أساس ساعة الذروة المرورية (Peak Hour Volume)، استخدمت الدراسة طريقة (Full Depth Asphalt) (Asphalt Institute Manual Method for Flexible Pavement) لتصميم سمك الطبقات المطلوبة لعملية إعادة التأهيل للطريق وكذلك تم استخدام برنامج (Highway Capacity System 2000) لتحليل مستوى الخدمة للطريق بعد التأهيل. استنتجت الدراسة بان سمك طبقات إعادة التأهيل(85mm) حيث تفرش تلك الطبقات بأتباع الخطوات التالية :

– يتم تنظيف منطقة الدراسة تنظيفا جيدا بأستخدام الهواء المضغوط .

– رش مادة (Tack Coat) وبموجب المواصفات الفنية للهيئة العامة للطرق والجسور (SORB) .

– فرش طبقة تعديلية بسمك(35mm) مع مراعاة الميول والمناسيب المطلوبة .

– فرش طبقة اسفلتية سطحية (Surface Course) بسمك (50mm) وبموجب المواصفات الفنية .

– فرش طبقة من الحصى الخابط نوع (B) يترواح سمكها (15 -20 cm) مع الرش والحدل لمعالجة هبوط اكتاف الطريق عن منسوب الطبقة الاسفلتية مع مراعاة الميول المطلوبة وبموجب المواصفات الفنية .

وكذلك فان مستوى الخدمة للطريق (LOS) سوف يرتفع من مستوى (E) إلى مستوى (C) عند إجراء إعادة التأهيل للطريق بعد أعادة تحليل البيانات باستخدام البرنامج المذكور. أوصت الدراسة بتشكيل دوائر تخصصية تعنى بالصيانة المرورية يتوفر أليها الموارد المادية والبشرية اللازمة وان يكون كادرها يتسم بالخبرة والمهارة والحرفية من خلال التدريب والتطوير المستمرين وكذلك تأسيس قاعدة بيانات لكل طريق تتضمن اسم الطريق، نوعه، تاريخ انجازه، مبلغ العقد، تاريخ آخر صيانة، الكلفة، نوع الفشل الحاصل، نوع الصيانة والمعالجة مع وضع البرامج والأهداف والأسبقيات بموجب معايير تخطيطية علمية تؤسس لهذا الغرض.

**الكلمات المفتاحية:** اعادة التاهيل ، صيانة الطرق، الفشل الإنشائي، مسح هندسي

## Abstract

The processes perform maintenance of roads and intersections of different types according to the scientific methodology of the priorities and imperatives that must be followed to minimize failures structural and functional anomalies of the surface of the road, which requires a process of rehabilitation (Rehabilitation) inclusive of the whole section of the road, which requires more cost and effort as well as the time it takes to accomplish. The study had been done rehabilitation process for the roadway which is started from (Amara-Baghdad intersection) to (Sheeb-Almsharah intersection with length (Km27.50) in order to get cases of failure in most of its parts due to lack of maintenance, based upon the basis of the survey included the condition of the road and areas of failure and the status of the shoulders and the effects on the road as well as the type of traffic used the road, and engineering survey and detailed study of a traffic study included a traffic situation where the study classify the volumes of traffic of the road on the basis of peak-hour traffic (Peak Hour Volume). The study used a method (Full Depth Asphalt).

(Asphalt Institute Manual Method for Flexible Pavement) to design the thickness of the layers required for the rehabilitation of the road as well as the program was used (Highway Capacity System

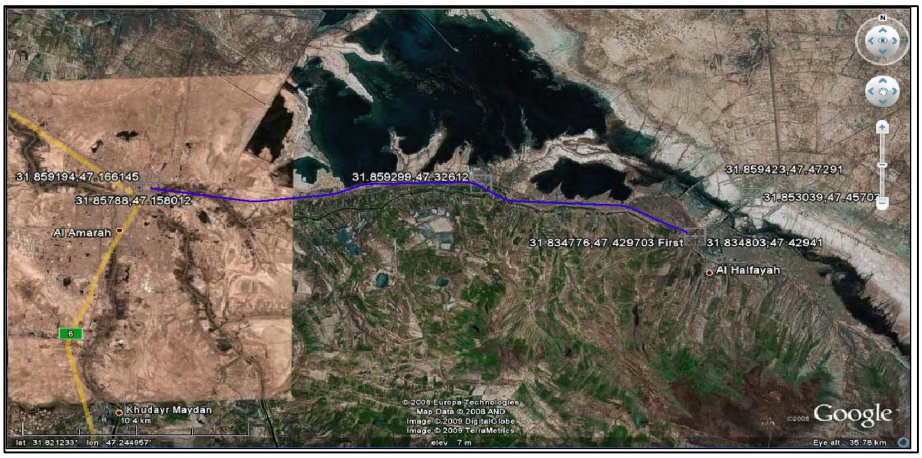
2000) to analyze the level of service to the road after rehabilitation. The study concluded that the thickness of the layers of rehabilitation (85mm) where it is implemented by following steeps:-
- Study area is cleaned thoroughly using compressed air.
- Spray (tack coat) under the technical specifications of general authority for road and bridges (SORB).
- Brushes amendments layer thickness (35mm) tacking into a count the tends and levels required.
- Brushes asphalt surface layer thickness (50mm) under the technical specification.
- Brushes sub base layer ranges thick (15-20cm) compacted well in order to address drop the shoulders of the road asphalt layer , level taking into account the required under the technical specifications .As well as the level of service for the road (LOS) will rise from the level of (E) to the level of (C) when you make the rehabilitation of the road above using the program. The study recommended the formation of circles specialty concerned with maintenance of traffic available to physical and human resources needed and to be its staff is the experience and skill and professionalism through training and development ongoing as well as the establishment of a database of all by providing the name of the road, kind, date of completion, contract amount, date of last maintenance, cost, type of failure in all, the type of maintenance treatment with a programs, objectives and priorities under the scientific planning standards established for that purpose.
**Key words**: Rehabilitation, road maintenance, structural failure, engineering survey

## المقدمة :

تعتبر مدينة العمارة واحدة من المدن الإستراتيجية والمهمة في العراق نضرا لأهميتها التاريخية والجغرافية لوقوعها في الجزء الجنوبي الغربي من العراق، ولما تحتويه من ثروات طبيعية هائلة ذلك يستدعي الاهتمام ببيئتها الاجتماعية والاقتصادية والثقافية ومن الأسبقيات والضرورات التي يتطلب من الجهات ذات العلاقة وأصحاب القرار الاهتمام بها هي شبكة الطرق والجسور في المدينة من خلال إنشاء شبكة طرق عصرية تتبنى ربط المدينة بكافة منافذها الحيوية تنفذ وفق المعايير التصميمية تؤمن الأمان والملائمة للمستخدمين فضلا عن توفير اقصر زمن للرحلات بين الأصل والهدف (Origin & Destination) بالاعتماد على الدراسات الاقتصادية والمرورية في هذا المجال وليس هذا وحسب وإنما يتطلب إجراء الصيانة المرورية بنوعيها (الصيانة الدورية والصيانة الوقائية) وعمليات إعادة التأهيل (Rehabilitation) للطرق والتقاطعات المنفذة في عموم المدينة إن عمليات إعادة التأهيل للطرق والتقاطعات تتطلب كلف وأيدي عاملة كثيرة مقارنة بكلف الصيانة حيث تتطلب عمليات إعادة التأهيل فرش وإضافة طبقات إسفلتية لكامل مسار الطريق ذلك لان حالات الفشل المختلفة تغطي معظم أجزاء الطريق في حين إن عمليات الصيانة بأنواعها المختلفة يتم إجرائها لمقطع محدد من الطريق أو التقاطع عند حصول الفشل أو قبل حدوثه أحيانا. ومن هنا تبرز أهمية إجراء الصيانة العلمية والمبرمجة للطرق اختزالا للكلف والزمن والجهود البشرية.

## ١ – وصف منطقة الدراسة :

أجريت هذه الدراسة للطريق الذي يربط بين مركز مدينة العمارة (تقاطع بغداد) إلى تقاطع (الطيب– الشيب– المشرح)



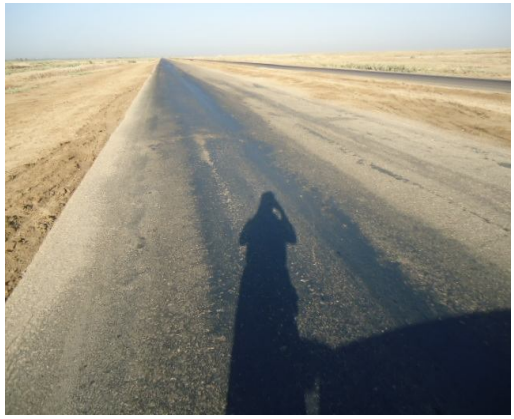

**الشكل رقم (١): يوضح موقع منطقة الدراسة .**

حيث يبلغ طول الطريق (27.50km)، وهو طريق ذات اتجاهين متعدد الممرات ذات ممرين في كل اتجاه، مفصول بجزرة وسطية أما الطريق المزمع إجراء إعادة التأهيل له فهو طريق الذهاب من مدينة العمارة (تقاطع بغداد) إلى تقاطع شيب مشرح كون طريق الإياب لم تظهر عليه حالات من الفشل وهو بالتالي يؤدي مستوى خدمة مقبول وهذا ما تم استنتاجه من خلال المسح الاستطلاعي للدراسة. يبلغ عرض الاتجاه الواحد من الطريق (7.0m) في حين يبلغ عرض الجزرة الوسطية (8.0) متر وقد لاحظت الدراسة وجود العديد من حالات الفشل بالطبقة الإسفلتية وعلى النحو الاتي :-

١-١- الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل ( Alligator/Fatigue Cracking): وهي شقوق متداخلة حدثت نتيجة أنهيار الكلل للطبقة الآسفلتية تحت تأثير الاحمال المتكرره وتبدأ هذه الشقوق تحت سطح الاسفلت ثم تظهر الى السطح لتتواصل في جميع الاتجاهات على هيئة زوايا حادة وقد رصدت الدراسة ظهور هذه الشقوق في مسار الاطارات للمركبات الثقيلة . الشكل رقم (٢) .

**شكل رقم (٢) : يوضح الشقوق التمساحية في منطقة الدراسة**

١-٢- النزيف (Bleeding or Flushing) : هو عملية أنتقال المادة الاسفلتية الى السطح العلوي للطبقة حيث تتكون طبقة زجاجية رقيقة عاكسة لزجة ولماعة وبالتالي تؤثر سلبا على قوة الترابط لمكونات المزجة الاسفلتية. الشكل رقم (٣) .



**شكل رقم (٣) : يوضح نزيف المادة الاسفلتية لبعض مقاطع منطقة الدراسة**

١-٣- التطاير والتآكل (Reveling & Weathering) : - لاحظت الدراسة وجود عمليات التجوية التفتت التدريجي للطبقة الاسفلتية السطحية يعقبه طرد وانعزال للركام وبذلك تتحول المادة الاسفلتية الى مواد مفككة ومبعثرة خالية من المادة الاسفلتية ذلك ناجم عن تقادم الطبقة الاسفلتية مع وجود اجهادات القص الافقية نتيجة للحركة المرورية . الشكل رقم (٤) .

**الشكل رقم (٤) : يوضح حالات التاكل والتطاير لبعض مقاطع منطقة الدراسة .**

١-٤- انهيار الحافات ( Edge Cracking) :- وتكون هذه الانهيارات موازية الى حافة الطبقة الاسفلتية ثم تمتد بكافة الاتجاهات لتتفرع نحو الاكتاف وتزداد نتيجة الاحمال المحورية حيث رصدت الدراسة وجود مركبات ثقيلة محملة بأعلى من الحمولة القصوى

**الشكل رقم (٥) : يوضح حالات أنهيار حافات الطريق لبعض مقاطع منطقة الدراسة .**

١-٥- هبوط الأكتاف (Lane Shoulder Drop) :- وهو عملية هبوط وتباين كبير بين منسوب الطريق ومنسوب أكتاف الطريق وقد لوحظ وجود هذا النوع من الفشل في أغلب مقاطع الطريق حيث يبلغ هذا الهبوط ( 20 – 15) سم ذلك ناجم عن حالات التعرية للاكتاف وعدم وجود اعمال صيانة لمعالجة هذه الحالات . الشكل رقم (٦) .

**الشكل رقم (٦) : يوضح حالات هبوط الأكتاف عن منسوب الطريق لبعض مقاطع منطقة الدراسة**

إن وجود العديد من حالات الفشل أعلاه ولكامل مسار الطريق تؤشر مدى الحاجة لإجراء الدراسات العلمية لإعادة تأهيله خاصة إذا ما أخذنا بنظر الاعتبار الأهمية الاقتصادية والسياحية للطريق، وكذلك فان هذه الحالات تؤشر زيادة الأحمال المحورية للمركبات الثقيلة المستخدمة للطريق من جهة وقلة عمليات الصيانة أو انعدامها من جهة أخرى مما أدى إلى تفاقم حالات الفشل وتشوهات السطح بالطبقة الإسفلتية وبالتالي انخفاض مستوى الخدمة (Level of Service) التي يقدمها الطريق للمستخدمين وتقليل السرعة التشغيلية وزيادة زمن الرحلة للبضائع والاشخاص.

## ٢- جمع البيانات الحقلية :

إن عملية جمع البيانات الحقلية تمت من خلال دراسة مرورية أعدت لهذا الغرض سبقتها دراسة استطلاعية تضمنت حالة الطريق ومناطق الفشل وحالة الأكتاف والمؤثرات على الطريق وكذلك نوع المرور المستخدم للطريق والعوامل المرورية المؤثرة عليه وعمليات المسح الأولي وموقع محطات العد المروري، أما الدراسة المرورية فقد اعتمدت طريقة التصوير في حساب الحجوم المرورية ( Photograph Technique Method) ( د. عبد الرضا إبراهيم والسيد عبد الكريم ناجي ٢٠٠٩) حيث قامت الدراسة بإحصاء وتصنيف الحجوم المرورية للطريق على أساس ساعة الذروة المرورية (Peak Hour Volume) وحسب تصنيف الهيئة العامة للطرق والجسور (دليل تصميم الطريق الهيئة العامة للطرق والجسور ٢٠٠٥) حيث تم معايشة حالة الطريق لمدة أسبوع وللفترة من ٢٠١٠/٤/٣ ولغاية ٢٠١٠/١٢/١٠. والجدول رقم (١) يوضح معدل الحجوم المرورية وتصنيفها المستخدمة للطريق أما الحجم المروري السنوي فقد تم تخمينه على أساس ١٥ سنة قادمة في حين إن نسبة النمو قد احتسبت على أساس (6%) حيث اخذ بنظر الاعتبار الظروف الاجتماعية والاقتصادية لبيئة الطريق.

**جدول رقم (١): يوضح معدل الحجوم المرورية لطريق العمارة–تقاطع الشيب المشرح**

| | Pc | Bus | Trucks | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Type 2 | Type 3 | Type 2-S2 | Type 3-S2 | Total |
| Hourly Volume | 20 | 5 | 103 | 105 | 103 | 97 | 433 |
| ADT | 160 | 47 | 865 | 875 | 865 | 809 | |
| percentage of trucks for each type | | | 23.4 | 23.66 | 23.4 | 21.88 | |
| Total percentage of trucks % | | | 92.366 | | | | |

لقد تم عملية حساب (ADT) (Average Daily Traffic) استنادا إلى مواصفات الهيئة العامة للطرق والجسور وحسب نوع الطريق وللاتجاهين للطريق بعدأحتساب قيمة المعامل(0.12).

## ٣- دراسة إعادة التأهيل وتحليل البيانات:

إن الغاية الاساسية لإعادة تأهيل الطريق هو استنتاج سمك ونوع طبقات إعادة التأهيل للطريق المذكور بالاعتماد على دراسة علمية فنية مبنية على أساس دراسة مرورية مستفيضة وذلك استنادا إلى تحليل الأحمال المحورية للمركبات الثقيلة مع الأخذ بنظر الاعتبار المرور المتولد والمنجذب ونسبة النمو المعتمدة خلال العمر التصميمي للطريق وسوف تتوخى هذه الدراسة الاقتصادية تحديد سمك الطبقات وكذلك الأمان والملائمة، واعتمدت دراسة إعادة التأهيل على دراسة طبقات الطريق الحالي من خلال عمل نقاط اختباريه وعلى طول مسار الطريق.

## ٤- النقاط الاختيارية (Test Pit Holes):

من اجل تكوين فكرة ملائمة عن حالة الطريق الحالي تم الشروع بأخذ نقاط اختباريه Test Pit (Holes) بإبعاد (50*50cm) ولكل مسافة (2.0km) وعلى طول مسار الطريق وذلك لدراسة الطبقات وخواصها مختبريا من حيث السمك ونوع الطبقة ونسبة الإسفلت في المزجة وقوة الثبات وكذلك نسبة التحمل الكالوفوروني (CBR) لطبقتي الحصى الخابط وطبقة الـ(Subgrade) والشكل رقم (٧) يوضح كيفية اخذ النموذج.

**شكل رقم (٧): يوضح طريقة اخذ النماذج موقعيا.**

### ٤-١ - تحليل البيانات

#### ٤-١-١- تقييم مواد التبليط

من اجل أن يتم اتخاذ القرار الهندسي العلمي في تحديد سمك ونوع طبقة الاكتساء لغرض إعادة تأهيل الطريق المذكور فقد اعتمدت الدراسة المعايير الهندسية المبنية على أساس تقييم مواد التبليط للطبقة الإسفلتية الحالية للطريق. وقد بينت الدراسة من خلال اخذ العينات الاختيارية (Test Pit) ولكامل سمك طبقات الطريق ولكل (2.0km) منه متضمنة سمك طبقات الطريق بما فيها الطبقات الإسفلتية ولقد وضحت الفحوصات المختبرية حالة طبقة الـ(Subgrade) للطريق موضوع الدراسة أما طبقة تحت الأساس (Subbase) فهي طبقة متدرجة إلى حد ما وقد سجلت معدل نسبة التحمل الكالوفورني (CBR) لطبقة (Subbase) حوالي (٣٥%) والجدول رقم (٢) يوضح النتائج التي تم الحصول عليها من خلال الفحوصات المختبرية للحفر الاختيارية المأخوذة موقعيا.

جدول رقم (٢): يوضح نتائج الفحوصات المختبرية للحفر الاختيارية

| | Station | Subgrade | Subbase | | Asphalt layer | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Base Course | | | Binder Course | | |
| | | CBR | Thick | CBR | Thick | Stability | Asphalt content | Thickness cm | Stability | Asphalt content |
| ١ | 0+00 | ٤ | ٣٥ | ٤٧ | ١٠ | 4.1 | ٤,٢ | ٥ | 5.5 | ٤,٥ |
| ٢ | 1+00 | ٤,٥ | ٣٣ | ٤٨ | ١٠ | 4.1 | ٤,٢٢ | ١٠ | 5.6 | ٤,٥٥ |
| ٣ | 3+00 | ٤,٠ | ٣٥ | ٤٤ | ١٠ | 4.3 | ٤,١٥ | ٥ | 5.6 | ٤,٤٥ |
| ٤ | 5+00 | ٣,٥ | ٣٥ | ٤٧ | ١٠ | 4.4 | ٤,١٥ | ١٠ | 5.7 | ٤,٥٦ |
| ٥ | 7+00 | ٤,٤ | ٢٨ | ٥٠ | ١٠ | 4.1 | ٤,١١ | ٥ | 5.7 | ٤,٥ |
| ٦ | 9+00 | ٤,٧ | ٢٧ | ٥١ | ١٠ | ٤ | ٤,١٦ | ٥ | 5.5 | ٤,٦ |
| ٧ | 11+00 | ٥,٥ | ٣٢ | ٥٠ | ١٠ | ٤ | ٤,١٨ | ٥ | 5.8 | ٤,٤٤ |
| ٨ | 13+00 | ٤,٥ | ٣١ | ٤٨ | ١٠ | ٤ | ٤,٢ | ٥ | 5.5 | ٤,٤٥ |
| ٩ | 15+00 | ٤,٨ | ٤٠ | ٤٥ | ٩ | 4.4 | ٤,١٨ | ٥ | ٥,٥ | ٤٤,٥ |
| ١٠ | 17+00 | ٤,٣ | ٣٨ | ٤٨ | ٩ | 4.3 | ٤,١٨ | ٥ | ٥,٦ | ٤,٥٥ |
| ١١ | 19+00 | ٤,٣ | ٣٢ | ٤٧ | ٩ | 4.3 | ٤,١ | 7.5 | ٥,٦ | ٤,٦ |
| ١٢ | 21+00 | ٤ | ٣٤ | ٤٧ | ٩ | 4.3 | ٤,٢ | ٧ | ٥,٨ | ٤,٤٦ |
| ١٣ | 23+00 | ٤ | ٣٤ | ٤٨ | ٩ | 4.2 | ٤,١٥ | ٤ | ٥,٨ | ٤,٤٩ |
| ١٤ | 25+00 | ٤,٦ | ٣٠ | ٤٥ | ٩ | 4.2 | ٤,١٩ | ٤ | ٥,٧ | ٤,٥ |
| ١٥ | 27+50 | ٤,١ | ٣٠ | ٤٥ | ٩ | 4.3 | ٤,٢ | ٤ | ٥,٧ | ٤,٦ |

## ٤-١-٢- حساب معامل الحمل المحوري القياسي المكافئ (EASL)

اعتمدت الدراسة في تقييم تأثير الأحمال المحورية على الطريقة وبالتالي معرفة معامل المحور القياسي المكافئ طريقة (Asphalt Institute Manual Method for Flexible Pavement) وذلك من خلال استنتاج المعامل المكافئ للمحور القياسي وبالتالي تخمين سمك طبقة الـ(Overlay) للطريق والجدول رقم (٣) يوضح توزيع الأحمال حسب المحاور للمركبات أما الجدولين رقم (٤و٥) يوضحان(ESAL) ولكافة أنواع المركبات الثقيلة في منطقة الدراسة.

جدول رقم (٣): يوضح أنواع المركبات الثقيلة وعدد المحاور والحمل المسموح به

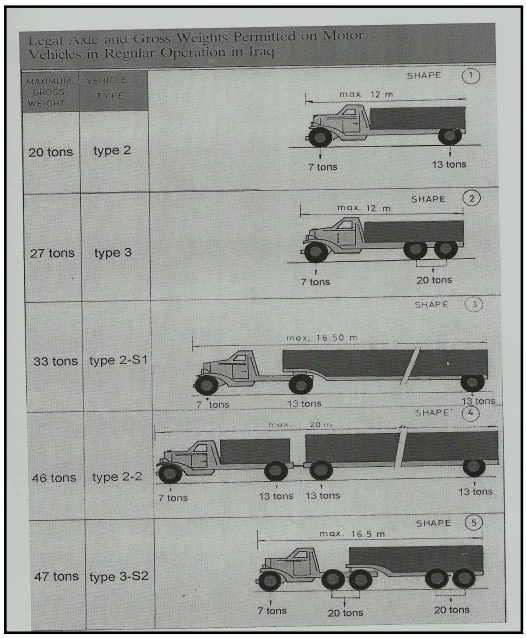
| نوع المركبة الثقيلة | أعلى حمل مسموح به (طن) | | |
|---|---|---|---|
| | عدد المحاور | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| Type-2 | 7 | 13 | |
| Type-3 | 7 | 20 | |
| Type2-S2 | 7 | 13 | 20 |
| Type 3-s2 | 7 | 20 | 2 |

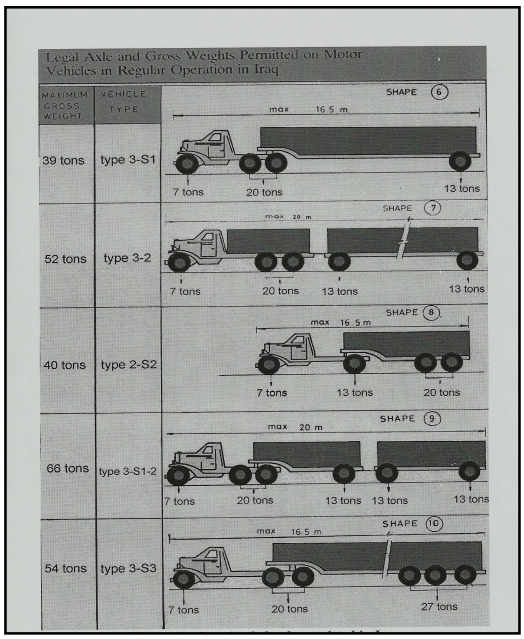
جدول رقم (٤): يوضح المجموع النهائي للحجوم المرورية للمركبات الثقيلة

| Truck Type | ADT | الحمل المكافئ (ESAL) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | معامل الحمل المكافيء للمركبة الفارغة ** | المركبة فارغة Empty | معامل الحمل المكافيءللمركبة المحملة | المركبة محملة القانوني (Legal Load) | |

| | | | | ** | |
|---|---|---|---|---|---|
| Type2 | 865 | 0.07 | 60.55 | 7.52 | 6504.8 |
| Type3 | 875 | 0.1 | 87.5 | 4.17 | 3648.75 |
| Type2S-2 | 865 | 0.185 | 160.025 | 11.07 | 9575.55 |
| Type 3S-2 | 809 | 0.175 | 141.575 | 12.845 | 10391.605 |
| Total | | | 499.65 | | 30936.760 |

** (AASHTO 2002 Axle Load Equivalency Factor for Tandem & Single Axles.).




**الشكل رقم (٨) يوضح أنواع المركبات الثقيلة وعدد المحاور موضحا عليها الأحمال المحورية حسب مواصفات الهيئة العامة للطرق والجسور العراقية(دليل تصميم الطريق الهيئة العامة للطرق والجسور ٢٠٠٥).**

وعلى فرض ان (٦٠%) من المركبات الثقيلة تستخدم الطريق وهي محملة في حين هناك (٤٠%) منها تستخدمه وهي فارغة والجدول رقم (٥) يوضح معامل الحمل المكافئ لكل نوع من أنواع المركبات عندما تكون فارغة أو محملة.

**جدول رقم (٥) يوضح معامل الحمل المكافئ لكل نوع من أنواع المركبات الثقيلة وحسب عدد المحاور.**

| Gross Axle Load | | Load Equivalency Factors | | |
|---|---|---|---|---|
| kN | lb | Single Axles | Tandem Axles | Tridem Axles |
| 4.45 | 1,000 | 0.00002 | | |
| 8.9 | 2,000 | 0.00018 | | |
| 17.8 | 4,000 | 0.00209 | 0.0003 | |
| 26.7 | 6,000 | 0.01043 | 0.001 | 0.0003 |
| 35.6 | 8,000 | 0.0343 | 0.003 | 0.001 |
| 44.5 | 10,000 | 0.0877 | 0.007 | 0.002 |
| 53.4 | 12,000 | 0.189 | 0.014 | 0.003 |
| 62.3 | 14,000 | 0.360 | 0.027 | 0.006 |
| 71.2 | 16,000 | 0.623 | 0.047 | 0.011 |
| 80.0 | 18,000 | 1.000 | 0.077 | 0.017 |
| 89.0 | 20,000 | 1.51 | 0.121 | 0.027 |
| 97.9 | 22,000 | 2.18 | 0.180 | 0.040 |
| 06.8 | 24,000 | 3.03 | 0.260 | 0.057 |
| 15.6 | 26,000 | 4.09 | 0.364 | 0.080 |
| 24.5 | 28,000 | 5.39 | 0.495 | 0.109 |
| 33.4 | 30,000 | 6.97 | 0.658 | 0.145 |
| 42.3 | 32,000 | 8.88 | 0.857 | 0.191 |
| 51.2 | 34,000 | 11.18 | 1.095 | 0.246 |
| 60.1 | 36,000 | 13.93 | 1.38 | 0.313 |
| 69.0 | 38,000 | 17.20 | 1.70 | 0.393 |
| 78.0 | 40,000 | 21.08 | 2.08 | 0.487 |
| 87.0 | 42,000 | 25.64 | 2.51 | 0.597 |
| 95.7 | 44,000 | 31.00 | 3.00 | 0.723 |
| 04.5 | 46,000 | 37.24 | 3.55 | 0.868 |
| 13.5 | 48,000 | 44.50 | 4.17 | 1.033 |
| 22.4 | 50,000 | 52.88 | 4.86 | 1.22 |
| 31.3 | 52,000 | | 5.63 | 1.43 |
| 40.2 | 54,000 | | 6.47 | 1.66 |
| 49.0 | 56,000 | | 7.41 | 1.91 |
| 58.0 | 58,000 | | 8.45 | 2.20 |
| 67.0 | 60,000 | | 9.59 | 2.51 |
| 75.8 | 62,000 | | 10.84 | 2.85 |
| 84.5 | 64,000 | | 12.22 | 3.22 |
| 93.5 | 66,000 | | 13.73 | 3.62 |
| 02.5 | 68,000 | | 15.38 | 4.05 |
| 11.5 | 70,000 | | 17.19 | 4.52 |
| 20.0 | 72,000 | | 19.16 | 5.03 |
| 29.0 | 74,000 | | 21.32 | 5.57 |
| 38.0 | 76,000 | | 23.66 | 6.15 |
| 47.0 | 78,000 | | 26.22 | 6.78 |
| 56.0 | 80,000 | | 29.0 | 7.45 |
| 64.7 | 82,000 | | 32.0 | 8.2 |
| 73.6 | 84,000 | | 35.3 | 8.9 |
| 82.5 | 86,000 | | 38.8 | 9.8 |
| 91.4 | 88,000 | | 42.6 | 10.6 |
| 00.3 | 90,000 | | 46.8 | 11.6 |

ESAL/Day = 449.65 * 0.4 + 30936.760 * 0.6
= 18741.916

ولإيجاد الحمل المكافئ السنوي:

ESAL/Year = 18741.916 * 365
= 6840799.34

وعلى فرض ان العمر التصميمي للطريق (١٥) سنة (Design Period) ومعامل النمو (Growth Rate) = 6% واستنادا إلى الجدول رقم (٦) والذي يحدد معامل النمو حسب العمر التصميمي للطريق.

**جدول رقم (٦): يوضح كيفية اختيار معامل النمو**

| Design Period, Years (n) | Annual Growth Rate, Percent (r) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No Growth | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 |
| 1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 2 | 2.0 | 2.02 | 2.04 | 2.05 | 2.06 | 2.07 | 2.08 | 2.10 |
| 3 | 3.0 | 3.06 | 3.12 | 3.15 | 3.18 | 3.21 | 3.25 | 3.31 |
| 4 | 4.0 | 4.12 | 4.25 | 4.31 | 4.37 | 4.44 | 4.51 | 4.64 |
| 5 | 5.0 | 5.20 | 5.42 | 5.53 | 5.64 | 5.75 | 5.87 | 6.11 |
| 6 | 6.0 | 6.31 | 6.63 | 6.80 | 6.98 | 7.15 | 7.34 | 7.72 |
| 7 | 7.0 | 7.43 | 7.90 | 8.14 | 8.39 | 8.65 | 8.92 | 9.49 |
| 8 | 8.0 | 8.58 | 9.21 | 9.55 | 9.90 | 10.26 | 10.64 | 11.44 |
| 9 | 9.0 | 9.75 | 10.58 | 11.03 | 11.49 | 11.98 | 12.49 | 13.58 |
| 10 | 10.0 | 10.95 | 12.01 | 12.58 | 13.18 | 13.82 | 14.49 | 15.94 |
| 11 | 11.0 | 12.17 | 13.49 | 14.21 | 14.97 | 15.78 | 16.65 | 18.53 |
| 12 | 12.0 | 13.41 | 15.03 | 15.92 | 16.87 | 17.89 | 18.98 | 21.38 |
| 13 | 13.0 | 14.68 | 16.63 | 17.71 | 18.88 | 20.14 | 21.50 | 24.52 |
| 14 | 14.0 | 15.97 | 18.29 | 19.16 | 21.01 | 22.55 | 24.21 | 27.97 |
| 15 | 15.0 | 17.29 | 20.02 | 21.58 | 23.28 | 25.13 | 27.15 | 31.77 |
| 16 | 16.0 | 18.64 | 21.82 | 23.66 | 25.67 | 27.89 | 30.32 | 35.95 |
| 17 | 17.0 | 20.01 | 23.70 | 25.84 | 28.21 | 30.84 | 33.75 | 40.55 |
| 18 | 18.0 | 21.41 | 25.65 | 28.13 | 30.91 | 34.00 | 37.45 | 45.60 |
| 19 | 19.0 | 22.84 | 27.67 | 30.54 | 33.76 | 37.38 | 41.45 | 51.16 |
| 20 | 20.0 | 24.30 | 29.78 | 33.06 | 36.79 | 41.00 | 45.76 | 57.28 |
| 25 | 25.0 | 32.03 | 41.65 | 47.73 | 54.86 | 63.25 | 73.11 | 93.35 |
| 30 | 30.0 | 40.57 | 56.08 | 66.44 | 79.06 | 94.46 | 113.28 | 164.49 |
| 35 | 35.0 | 49.99 | 73.65 | 90.32 | 111.43 | 138.24 | 172.32 | 271.02 |

*Factor = $\frac{(1+r)^n - 1}{r}$, where $r = \frac{\text{rate}}{100}$ and is not zero. If Annual Growth is zero, Growth Factor = Design Period.

ولذلك فان :

Traffic Projection factor = 23.28

وبذلك فيمكن حساب الحمل المفرد المكافئ على ضوء العمر التصميمي للطريق على النحو التالي:

(ESAL/15Year) = 23.28 * 6840799.34
=159253808.6

وعلى فرض إن نسبة المركبات الثقيلة في الممر التصميمي (Design Lane) = (50%) ( AASHTO 2002)، وعليه فان الحمل المكافئ يكون:

EASL = 159253808.6 * 0.5
= 79626904.32

وعلى فرض أن (Direction Distribution) = (50%) وبذلك يكون الحمل المكافئ:

79626904.32* 0.5 =39813452.16
EASL= 39813452.16

**٤-١-٣- تصميم طبقات إعادة التأهيل:**

استنادا إلى ما جاء بالمواصفات الأمريكية (Asphalt Institute Manual) (MS-17) وباستخدام العلاقة التالية:

$$T_o = T_n - T_e$$

Where:

$T_o$ = Thickness of overlay (mm)

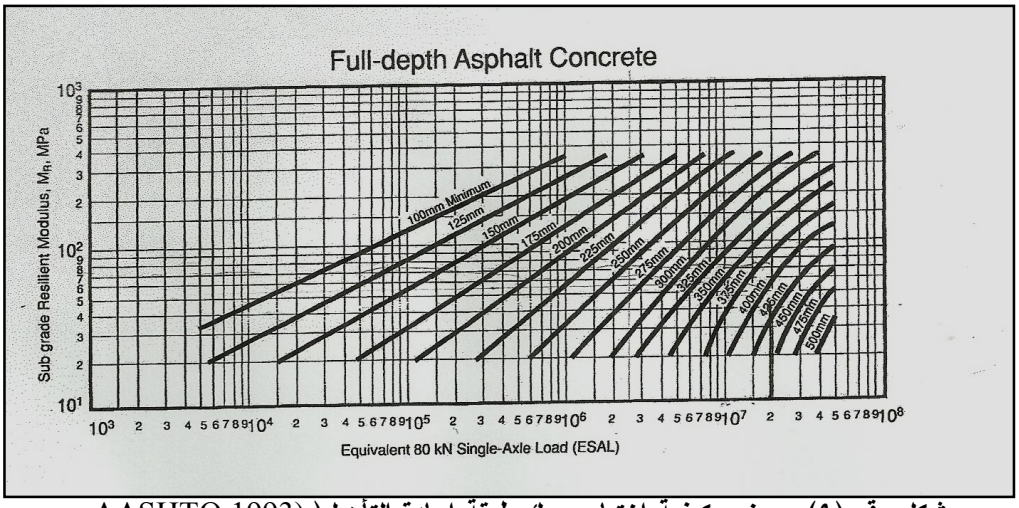
$T_n$ = Thickness that a new pavement (after overlay) would require for expected traffic (ESAL)

$T_e$ = Effective thickness of the existing pavement structure (mm)

ومن اجل الحصول على قيمة ($T_n$) يتم استخدام الشكل (٢) بالاعتماد على قيمة ( Resilient Modulus (MR) (MPa)) وتشير الفحوصات المختبرية إلى أن قيمة (CBR = 4.346%) لـــ(Sub grade)

MR = 10.3 * 4.346 = 44.7638

وان (ESAL =39813452.16) وباستخدام الشكل رقم (٩) من خلال تسقيط قيمة MR وقيمة ESAL يتضح بان قيمة $T_n$ (Full Depth Asphalt) للطبقات الإسفلتية للطريق ($T_n$ = 290 mm).




**شكل رقم (٩): يوضح كيفية اختيار سمك طبقة إعادة التأهيل**( AASHTO 1993)

ولاستخراج معامل التحويل (Conversion Factor) للتبليط الحالي فقد تم تخمينه بعد دراسة خواص الإسفلت للنقاط الاختيارية التي تم جمعها من موقع العمل وحسب نوع الطريق ( Asphalt Institute Manual 1981) فقد تم احتساب المعامل على النحو التالي:

Sub base Course = 0.2

Asphalt Course = 0.9

$T_e$ = 320 * 0.2 + 160 * 0.9

$T_e$ = 208mm

$T_0$ = 290 -208

$T_0$ = 82 mm

= 85 mm

ويتضح مما جاء أعلاه بان سمك طبقة إعادة التأهيل المقترحة لطريق العمارة الشيب هي (85mm)

وبذلك فان عملية إعادة التأهيل للطبقات الإسفلتية تكون على النحو التالي:

- تنظيف مناطق الفشل تنظيفا جيدا باستخدام الهواء المضغوط .
- (35mm) طبقة تسوية (تعديلية) مع مراعاة الميول والمناسيب (Leveling) .
- ( 50mm) طبقة إسفلتية سطحية (Surface Course)

**٥- الاستنتاجات:**

**٥-١-** استنتجت الدراسة بان طريقة استخراج سمك الطبقات الإسفلتية (Full Depth Asphalt) ( Asphalt Institute Manual Method for Flexible Pavement) هي طريقة كفوءة في احتساب وتصميم نوع وسمك طبقات إعادة التأهيل للطبقة الإسفلتية كونها تبنى على أساس دراسات حقلية ومختبريه تحليلية تتوخى العلمية والاقتصادية في التصميم فضلا عن الملائمة والأمان في تنفيذ الطبقات الإسفلتية لطبقات إعادة التأهيل للطريق.

**٥-٢-** استنتجت الدراسة واستنادا إلى الدراسة المرورية وحساب الأحمال المحورية للمركبات الثقيلة ومعامل الحمل المكافئ (ESAL) بموجب الطريقة أعلاه بان سمك طبقات إعادة التأهيل على النحو التالي:

**٥-٢-١-** سمك طبقة إعادة التأهيل المقترحة لطريق العمارة – تقاطع الشيب المشرح هي (٨٥ mm).

**٥-٢-٢-** حيث لاحظت الدراسة من خلال النقاط الاختيارية التي تم أخذها موقعيا بان الطريق ذات طبقتين إسفلتية هما طبقة أساس المزيج الإسفلتي (Stabilized Base Course) وطبقة رابطة (Binder Course) عليه يتم فرش طبقات إعادة التأهيل بأتباع الخطوات التالية :

- يتم تنظيف منطقة الدراسة تنظيفا جيدا بأستخدام الهواء المضغوط .
- رش مادة (Tack Coat) وبموجب المواصفات الفنية للهيئة العامة للطرق والجسور (SORB).
- فرش طبقة تعديلية بسمك(35mm) مع مراعاة الميول والمناسيب المطلوبة.
- فرش طبقة اسفلتية سطحية (Surface Course) بسمك (50mm) وبموجب المواصفات الفنية.
- فرش طبقة من الحصى الخابط نوع (B) يترواح سمكها (15 -20 cm) مع الرش والحدل لمعالجة هبوط اكتاف الطريق عن منسوب الطبقة الاسفلتية مع مراعاة الميول المطلوبة بموجب المواصفات الفنية.

**٥-٣-** استنتجت الدراسة عند قيام الجهة المستفيدة بعمليات إعادة التأهيل للطريق على وفق ماجاء بمتطلبات الدراسة أعلاه فان السرعة التشغيلية للطريق سوف تزداد وبالتالي سوف يرتفع مستوى الخدمة للطريق (LOS) من (E) إلى (C) وذلك من خلال تحليل البيانات المرورية باستخدام برنامج ( Highway Capacity System 2000) (Highway Capacity Manual 2000) ذلك سوف يعود بالفائدة على زمن الرحلة للحمولة (Fright) والأشخاص وكذلك تقليل عمليات الصيانة للمركبات خاصة إذا ما أخذنا بنظر الاعتبار أهمية الطريق من الناحية الاقتصادية والسياحية كونه يؤدي إلى منفذ حدودي.

**٦- التوصيات:**

**٦-١-** توصي الدراسة بتشكيل دوائر تخصصية تعنى بالصيانة المرورية يوفر أليها الموارد المادية والبشرية اللازمة وان يكون كادرها يتسم بالخبرة والمهارة والحرفية من خلال التدريب والتطوير المستمرين.

**٦-٢-** توصي الدراسة بان تكون الدوائر المذكورة بالفقرة (1-6) تتبنى تأسيس قاعدة بيانات لكل طريق تتضمن اسم الطريق، نوعه، تاريخ انجازه، مبلغ العقد، تاريخ آخر صيانة، الكلفة، نوع الفشل الحاصل، نوع الصيانة والمعالجة مع وضع البرامج والأهداف والأسبقيات بموجب معايير تخطيطية علمية تؤسس لهذا الغرض.

**٦-٣-** بالنظر لكون الدراسة رصدت مركبات ثقيلة محملة بأكثر من الحمولة المقررة علية توصي الدراسة بإنشاء محطات الوزن للمركبات الثقيلة في مداخل الطرق مع تفعيل الأنظمة والقوانين والغرامات الصارمة للحفاظ على الطرق من تأثير الأحمال المحورية بسبب الحمولة الفائقة.

**٧- المصادر (References):**

Asphalt Institute Manual, Series No.17 (MS-17),1981,"Asphalt Overlays for Highway & Street Rehabilitation".

AASHTO, 2002, "Geometric Design of Highways and Streets", Suite 249, Washington DC, 20001.

AASHTO,1993,"Guide for Design of Pavement Structures" N.W, Suite 249 Washington DC, 20001.

د.عبد الرضا إبراهيم وعبد الكريم ناجي عبود، ٢٠٠٩، " تقييم وتطوير بعض التقاطعات في مدينة الحلة"، المجلة العراقية للهندسة الميكانيكية وهندسة المواد/كلية الهندسة/جامعة بابل المؤتمر العلمي الأول لكلية الهندسة، (17-18 May 2009) ((Part (C)).

د. خليل أحمد أبو احمد ٢٠٠١ " المواد الإسفلتية وإنشاء الطرق وطرق ضبط الجودة " دار الراتب الجامعية ص٣٥٩.

Harith K. Ajam, (1999)," Development of an Expert System to Investigate The Problems of Failure in Flexible Pavement" MSc Thesis university of Technology ".

Ministry of Construction & Housing, 2005,"State Corporation for Road & Bridges Studies Section", "Highway Design Manual", 2nd Edition.

Nicholas J. Garber & Lester A. Hoel, (2002) ," Traffic & Highway Engineering " Thomson , international student edition . p.p. 963 – 989.

Transportation Research Board, 2000, "Highway Capacity Manual", Special Report (209), Washington DC.

Transportation Research Record 1524, Transportation Research Board, (1996), National Research Council ,Washington , D.C.