بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان:-

تصميم وإعادة تأهيل شارع السهل_خلة المية

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريس في الهندسة تخصص الهندسة المدنية والبنى التحتية

إعداد :-

محمد يوسف شامسطي

المهدي خالد عيسى

علي محمود نجاجرة

إشراف:-

د. مصعب شاهين

الخليل - فلسطين

2021

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان:-

تصميم وإعادة تأهيل شارع السهل – خلة المية

بناءاً على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع و بموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية في كلية الهندسة و التكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس .

إعداد :-

محمد يوسف الشامسطي

المهدي خالد عيسى

علي محمود نجاجرة

توقيع مشرف المشروع: .....

توقيع رئيس الدائرة: .....

توقيع اللجنة الممتحنة

....

الإهداء

...الحمد لله اقصى مبلغ الحمد ... والشكر لله من قبل ومن بعد

... ...والصلاة والسلام على رسول الله ... نبينا محمد وعلى آله وصحبه ومن والاه...

نهدي هذا العمل المتواضع :

من أعطاه الله الهيبة والوقار ووجهني لاغتنام الأفضل أينما صار ...إلى قدوتي في الجد والإصرار

إليك والدي الحبيب...

إلى... من دفعتني وقالت لي أن الوصول طريقه الجد ليس التمني، ودعت الله لينير دربي

... ...إلى معنى الحب والحنان ... الى اغلى انسان في هذا الوجود

إليك والدتي الغالية...

إلى ... النعمة التي لا تعوض وإلى من يتأملون نجاح

ي ... إلى إخوتي وأخواتي إلى ... الذين دعموني وساندوني خلال دراستنا ... إلى أصدقائي إلى ... الذين شاركوني نجاحي و ايامي ... إلى زملائنا

إلى ... كل من علمني حرفاً ... إلى أساتذتي إلى ... كل من مات لتحيا أرضه ... إلى الشهداء الابرار

إلى رجالنا الشامخين كشموخ الجبال ... إلى أسرانا الأبطال إلى...منهل العلم إلى... الذين هونوا علينا الطريق إلى ...

كل من له حق علينا إليكم جميعاً

شكر وتقدير

يقول تعالى "لئن شكرتم لأزيدنكم" فالشكر والفضل لله عزوجل ان يسر لنا عملنا هذا...

ويقول رسول الله (صلى الله عليه وسلم) :"من لا يشكر الناس لا يشكر الله".

من سويداء القلوب وبريق العيون ومن عبق الرياحين ومسك الجنان نتقدم بالشكر الجزيل وفائق الحب والتقدير والإحترام إلى كل من :-

جامعتي الحبيبة جامعة بوليتكنك فلسطين إدارة وهيئة تدريس وموظفين والذين كانوا لنا منارة العلم والعمل ونخص بذلك دائرة الهندسة المدنية والمعمارية ممثلة برئيسها السابق الأستاذ المهندس فيضي شبانة والحالي الدكتور بلال المصري .

وبكل الحب والوفاء لأهل الفضل والخير نتقدم بجزيل الشكر والعرفان للدكتور مصعب شاهين لما قدمه من توجيه وإرشاد وعون في هذا المشروع وإلى بلدية يطا على تعاونها معنا

وبفيض من مشاعر الحب والتقدير نتقدم بالشكر إلى كل قدم لنا المساعدة والعون إخوة وأخوات سواء بمشاركتنا في جهدنا مباشرة أو بكلمة طيبة أو بدعوة صادقة في ظهر الغيب .

وإلى كل من ساهم في انجاز هذا المشروع

عنوان المشروع

تصميم وإعادة تأهيل شارع السهل _ خلة المية

اسماء الطلاب :-

محمد يوسف شامسطي

المهدي خالد عيسى

علي محمود نجاجرة

المشرف :-

د. مصعب شاهين

الملخص:-

يهدف المشروع إلى تصميم وإعادة تأهيل لطريق يمر بين مدينة يطا وخلة المية حيث يعتبر هذا الشارع هو الشارع الرئيسي الذي يربط منطقة وسط البلد بمنطقة خلة المية ومنطقة السهل وتسهل الوصول اليها وبطول يقارب 1533 م وعرض الأسفلت لا يزيد عن 8 أمتار .

تلخص أهمية الشارع هو من أحد الشوارع المهمة في المدينة وبحاجة الى إعادة تأهيل بما يحتويه من احياء سكنية والمؤسسات الحكومية والمناطق الزراعية التابعة للسكان كذلك يوصل الى شارع الالتفافي جهة خلة المية .

يشمل المشروع على اعمال رفع مساحي لمسار الشارع المقترح بالإضافة الى تصميم الطريق هندسيا إنشائيا ، وتجهيز المخططات التنفيذية ووضع وفرد ودحل طبقة من البيسكورس وفرد ودحل طبقة الزفتة وكذلك إعادة تأهيل شبكة المياه في الشارع بما يتناسب مع احتياجات المنطقة من الماء .

Project name

Design and rehabilitation of Al-Sahel Street - Khalat Al-Miyeh

student's name: -

Mohammad Yousef Shamesti
Al Mahdi Khalid Issa
Ali Mahmoud Najjajra

Supervisor:-

Dr . Musab Shahin

Abstract:

The project aims to design and rehabilitate a road located between the city limits of Yatta and Khalat al-Miyeh, as this street is the main street that connects the downtown area to the Khalat al-Miyeh area and the Sahel area and facilitates access to it. Its length is about 1533 m, and the width of the asphalt does not exceed 8 meters.

It summarizes the importance of the street. It is one of the important streets in the city and needs to be rehabilitated, including the residential neighborhoods, government institutions, and agricultural areas affiliated to the residents. It also connects to the bypass street in the direction of Khalat al-Miyeh

The project includes surveying works for the proposed street path, in addition to designing the road engineering and structurally, preparing the executive plans, laying down a layer of base corridor, individual and rolling the tar layer, as well as rehabilitating the water network in the street in proportion to the area’s water needs.

فهرس المحتويات

الغلاف : I

شهادة تقديم المشروع : II

الإهداء : III

الشكر والتقدير : IV

الملخص: V

الملخص باللغة الانجليزية :..... VI

فهرس المحتويات : VII

قائمة الأشكال :..... XI

قائمة الجداول :..... XIII

قائمة الملاحق : XVI

قائمة المراجع : .....

الفهرس

الفصل الأول : مقدمة 1

1-1 نظرة عامة 1
2-1 لمحة عن مدينة يطا : 3
1-2-1 تاريخ المدينة 3
2-2-1 السكان والمناخ 3
3-1 الدراسات السابقة: 4
4-1 أهداف وأهمية المشروع 4
5-1 منطقة المشروع: 5
6-1 طريقة عمل المشروع: 6
1-6-1 مراحل التصميم: 6
المرحلة الاستكشافية : 6
7-1 البرامج والأدوات المساحية المستخدمة: 7
8-1 العوائق والصعوبات: 7
9-1 الجدول الزمني : 7

الفصل الثاني : الأعمال المساحية 8

2-1 الأعمال المساحية : 8
1-1-2 مقدمة 8
2-1-2 دراسة الخرائط 9
3-1-2 المساحة الاستطلاعية الأولية 9
4-1-2 المسح الابتدائي الأولي 9

الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطرق 10

1-3 مقدمة : 11
2-3 أسس التصميم الهندسي للطريق : 11
3-3 المنحنيات : 18
1-3-3 المنحنيات الأفقية : 19
2-3-3 المنحنيات الرأسية : 21
4-3 القوة الطاردة المركزية : 24
5-3 التعلية (Super Elevation) : 26
1-5-3 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) : 27
6-3 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق : 29
7-3 التقاطعات : 29
8-3 طبقات الشارع (الرصفات) : 30
1-8-3 أنواع الرصفات : 30
1-1-8-3 الإسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements) 30
2-1-8-3 الخرسانية أو الصلدة (Rigid Pavements) 30
3-1-8-3 المركبة أو المختلطة (Composite Pavements) 31

3-8-2 عوامل التصميم (Design Factors):.....31
الفصل الرابع : خدمات الطرق.....32
4-1 مقدمة 33
4-2 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking):.....33
4-2-1 أهداف علامات المرور : 33
4-2-2 الشروط الواجب توافرها في العلامات : 33
4-2-3 أنواع علامات المرور :.....33
4-2-3-1 الخطوط:.....33
4-2-3-2 الكلمات : 34
4-2-3-3 الاسهم :.....34
4-2-3-4 اللون : 34
4-2-3-5 المواد العاكسة : 34
4-2-3-5 الاشارات : 34
4-2-3-5-1 الهدف من الاشارات : 34
4-2-3-5-2 أنواع الاشارات : 35
4-2-3-5-3 مواصفات الاشارات : 35
4-3 الإنارة على الشوارع والطرق :.....36
4-3-1 فوائد الانارة : 36
4-3-2 مواصفات الإنارة :.....37
4-3-2-1 ارتفاع أعمدة الإنارة:.....37
4-3-2-2 المسافة بين أعمدة الإنارة:.....37
4-4 المواقف: 38
4-4-1 أهمية المواقف: 38
4-4-2 انواع المواقف:.....38
4-4-2-1 مواقف على الشارع: 38
4-4-2-2 المواقف خارج الشارع :.....39
4-4-3 تطوير المواقف: 39
الفصل الخامس : عيوب الطريق وأساليب معالجتها.....40
5-1 المقدمة:- 40
5-2 تعريف بالمشاكل.....40
5-3 عيوب الرصفة الإسفلتية.....41
5-3-1 الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل Alligator/Fatigue Cracking:-.....41
5-3-2 الشقوق الشبكية (Block cracking) 43
5-3-5 الشقوق الإنزلاقية Slippage Cracks.....44
5-4 تجمع مياه الأمطار:.....49
5-5 مشكلة الإضاءة الغير كافية على الطريق :-.....50

الفصل السادس: التصميم الانشائي للطريق.....**51**

6-1 المقدمة.....52

6-2 الرصف المرن(Flexible pavement)...... 52

6-2-1 مكونات الرصفة المرنة 52

6-2-2 المبدأ الذي يرتكز عليه تصميم الرصفة المرنة.....54

6-3 العوامل المؤثرة على التصميم.....55

6-3-1 من اهم العوامل التي يجب ان تاخذ في الاعتبار اثناء التصميم 55

6-4 طرق تصميم الرصفة المرنة.....56

6-5 تصميم الرصفة المرنة حسب نظام (AASHTO).....56

6-5-1 العناصر التي يعتمد عليها التصميم 56

الفصل السابع :النتائج والتوصيات 71

7-1 المقدمة 71

7-2 النتائج 72

7-3 التوصيات 72

قائمة الاشكال

شكل (1-1) صورة جوية لموقع الشارع.....5

شكل (1-3) مقطع عرضي لطريق من حارتين 13

شكل (2-3) الميول الطولية 14

شكل (3-3) كتف الطريق 15

شكل (4-3) الأطاريف 16

شكل (5-3) الأرصفة 17

شكل (6-3) الجزر الفاصلة.....17

شكل (7-3) الجدران الاستنادية 18

شكل (8-3) عناصر المنحنى الدائري البسيط.....19

شكل (9-3) المنحنى الانتقالي.....21

شكل (10-3) المنحنى الرأسي المحدب 22

شكل (11-3) المنحنى الرأسي المقعر.....22

شكل (12-3) عناصر المنحنى الرأسي.....22

شكل (13-3) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات.....25

شكل (14-3) تطبيق التعلية على المنحنيات. 27

شكل (15-3) الدوران حول المحور. 28

شكل (16-3) الدوران حول الحافة الداخلية.....28

شكل (17-3) الدوران حول الحافة الخارجية 28

شكل (18-3) التقاطعات السطحية.....29

الشكل (1-4) انواع الخطوط في علامات المرور.....34

الشكل (2-4) مفهوم إشارات المرور.....36

الشكل (3-4) موقف موازي على الشارع 39

شكل (1-5) طبقات الرصفة المرنة 40

الشكل رقم (5- 1) رسمة الشقوق التمساحية.....41

الشكل رقم (5- 2) الشقوق التمساحية. 41
الشكل رقم (5- 3) رسمة الشقوق الشبكية..... 43
الشكل رقم (5- 4) الشقوق الشبكية. 43
الشكل رقم (5- 5) رسمة الشقوق الطولية والعرضية. 44
الشكل رقم (5- 6) الشقوق الطولية والعرضية..... 45
الشكل رقم (5-7) رسمة لهبوط الأكتاف. 46
الشكل رقم (5- 8) هبوط الأكتاف..... 46
الشكل رقم (5- 9) الشقوق الإنزلاقية. 47
الشكل رقم (5- 9) الشقوق الإنزلاقية. 48
الشكل رقم (5- 10) إقامة مجاري المياه تحت الأرصفة..... 49
الشكل رقم(6-1) طبقات الرصفة المرنة..... 52
الشكل رقم (6-2) طبقات الرصفة المرنة..... 53
الشكل رقم(6-3) تأثير الأحمال على طبقات الرصف..... 54
الشكل رقم (6-4)اتجاه الأحمال الداخلية في الرصف..... 54
الشكل رقم (6-5) توزيع الأحمال الناتجة من الاطار..... 55
الشكل رقم (6-6) توزيع الأحمال الناتجة من الاطار في كل من الرصف المرف والرصف الصلب.... 55
الشكل رقم (6-7) توزيع المركبات حسب النوع 58
الشكل رقم (6-8) (a1) Surface layer coefficient..... 67
الشكل رقم (6-9) (a2) Base Course layer coefficient..... 68
الشكل رقم (6-10) تعيين الرقم الانشائي 69

قائمة الجداول

جدول (1-1) الجدول الزمني لمقدمة المشروع.....7

جدول (1-3) السرعة التصميمية للطرق الحضرية.....12

جدول (2-3) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق 20

جدول (3-3) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى 20

جدول (4-3) قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية.....24

جدول (1-4) العلاقة ما بين سرعة السيارة و المسافة بين الاشارة والتقاطع التي تدل عليه الاشارة.35

جدول (2-4) توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق.....38

جدول رقم (5- 1) صيانة الشقوق التمساحية 42

جدول رقم (5- 2) صيانة الشقوق الشبكية.....44

جدول رقم (5- 3) صيانة الشقوق الطولية والعرضية 45

جدول رقم (5- 4) صيانة هبوط الأكتاف 47

جدول رقم (5- 5) صيانة الشقوق الإنزلاقية 48

جدول رقم (6-1) قيمة معاملT.....57

جدول رقم (6-2) قيمة معاملGF.....58

جدول رقم (6-3) قيمة معاملLF 59

جدول رقم (6-4) قيمة معاملات تصريف المياه.....60

جدول رقم (6-5) قيمة معامل درجة الثقة.....61

جدول رقم (6-6) قيمة تحمل كاليفورنيا 62

جدول رقم (6-7) قيمة المار والمتبقي على منخل 200.....64

جدول رقم (6-8)حساب حد اللدونة والسيولة.....64

جدول رقم (6-9) قيمة كل من حد السيولة واللدونة ومؤشر اللدونة.....64

جدول رقم (6-10) تصنيف التربة حسب المواصفات العالمية اشتو.....65

جدول رقم (6-11)(a1) Surface layer coefficient 67

جدول رقم (6-12)تعيين الرقم الانشائي.....69

جدول رقم (6-13) سماكة الرصفات للمشروع.....70

جدول رقم (7-1) الكميات والكلفة التقديرية.....73

الفصل الأول : مقدمة

1-1 نظرة عامة:

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المراد إنشاء الطريق فيها ، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا ، و إعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها سواء كانت هذه الطرق تصل بين المدن أو بين الأقطار المجاورة ، أو بين المدن والقرى أو بين القرى نفسها ، أو كانت توصل إلى المناطق السياحية والزراعية وغيرها للوصول إلى التصميم الهندسي المناسب للطريق ، حيث يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية وعرض المسارب والانحدارات.

تبدأ عملية إنشاء أي طريق بعمل دراسة الجدوى التي تعني مدى الفائدة التي يقدمها الطريق المقترح مقارنة بالتكلفة . ولعمل هذه الدراسة نحتاج لتقدير عدد المركبات "تسمى بحجم المرور" التي يتوقع إن تستخدم الطريق ، حيث تستخدم عدة أساليب منها :

1- التقدير : وهو تقدير حجم المرور المتوقع حسب خبرات سابقة لمناطق مشابهة في الكثافة السكانية والمستوى المعيشي وما إلى ذلك حيث يتوقع للمناطق المتشابهة من حيث السكان أن تنتج أحجام مرورية متقاربة.

2- دراسات ميدانية : وذلك بإعداد استبيان مناسب لمستخدمي الطرق المجاورة للطريق المقترح لمعرفة نسبة الذين يفضلون استخدام الطريق الجديد في حال إنشائه "تسمى أيضا دراسات المنبع والمصب".

3- دراسات منزلية : وذلك بإعداد استبيانات منزلية في المناطق التي يتوقع ان تستفيد من الطريق المقترح لتقدير نسبة السيارات التي ستستخدم الطريق بالنسبة لعدد السكان الكلي "في المنطقة المجاورة للطريق".

4- التقدير الرياضي : ويتم بواسطة استخدام نموذج رياضي "معادلة رياضية خاصة" ينتج العدد المتوقع للمركبات في سنة معينة بناءً على بيانات الأعوام السابقة.

5- النمذجة الحاسوبية : يمكن تقدير حجم المرور المستقبلي أيضا بواسطة برامج خاصة تعمل على الاستفادة من البيانات الحالية والبيانات التاريخية وبعض القيم الأخرى مثل نوع التغير الذي يتوقع أن يحدث في المنطقة مستقبليا "مثل إنشاء مركز تجاري أو مدرسة..الخ" ويقوم الحاسوب بتقدير القيم المستقبلية بدقة أفضل من كل الطرق السابقة.

بعد معرفة حجم المرور ونوعية المركبات ، يتم حساب قيم خاصة مبنية على اوزان المركبات المتوقعة وعددها بحيث نحصل على قيمة تسمى وزن المحور المكافئ الذي يعتبر ذو قيمة كبيرة في مرحلة التصميم الإنشائي للطريق.

بعد معرفة عدد مستخدمي الطريق وتكلفة إنشاءه ، يمكن عمل دراسة الجدوى "بناءً على نسبة التكلفة لعدد المستخدمين" التي بها يتخذ المسئولون قرار إنشاء الطريق من عدمه.

بعد التأكد من جدوى إنشاء الطريق ، واكتمال إنشائه تبدأ المرحلة التشغيلية للطريق والتي تحتاج لمراقبة دائمة وتمثل هذه العملية المرحلة الأهم في الدول المتقدمة ، حيث ان كل التحديات الصعبة المتمثلة في الحاجة الدائمة للحفاظ على مستوى الخدمة المقبول خصوصا من ناحية زمن الرحلة الذي يزداد على الدوام بسبب زيادة حجم المرور وبالتالي يزداد التأخير عند التقاطعات. تسعى الجهات المسؤولة عن المرور على ضمان انسياب المرور بشكل مقبول ، ولتحقيق ذلك تقوم بمراقبة حركة المرور بشكل مستمر وتحديد نقاط الازدحام والتأخير وذلك بقياس عدة قيم أهمها :

1- زمن الرحلة بين مكانين : وذلك لمقارنة زمن الرحلة الحالي مع القيم التي تم قياسها في المواسم أو الأعوام السابقة ، حيث إن زيادة زمن الرحلة يعني وجود مشكلة في نقطة ما على طول المسار.

2- طول صفوف العربات عن التقاطعات : بمقارنة طول الصفوف بالقيم التي تم قياسها سابقا ، حيث ان زيادة طول الصفوف يعني وجود مشكلة في هذه النقطة بالتحديد.

3- السرعة : يتم قياس سرعة المركبات عند نقاط بعيدة عن التقاطعات لمعرفة ما إذا كان هنالك تأخير على طول الطريق مقارنة بالقيم التي تم قياسها سابقا.

4- حجم التشبع : هو العدد الأقصى من المركبات التي يمكن إن يمر خلال نقطة معينة في وقت محدد ، وتتم مقارنة القيمة المقاسة من الطريق بـ 1800 مركبة\ساعة حيث يتوقع ان نقصان عدد المركبات عن 1800 في الساعة "للحارة الواحدة" يعني حدوث ازدحام وتأخير.

5- درجة التشبع : وهي معيار سعة الطريق عند التقاطعات ذات الإشارة المرورية وتحسب من نسبة حجم المرور لحجم التشبع مضروبا في نسبة زمن الإشارة الأخضر لزمن الإشارة الكلي . يتطلب ذلك عمل دراسات مرورية للمنطقة المراد إنشاء الطريق فيها ، ويجب مراعاة أساسيات الدراسات المروية فيها ، وعادة ما يتم إجراء دراسات مرورية في فترات زمنية محددة وهي :

أ- أيام الأسبوع :

الذروة الصباحية : من 7:00 إلى 10:00

ما بين الذروات : من 10:00 إلى 1:00

الذروة المسائية: من 16:00 إلى 19:00

ما بعد الذروة المسائية : من 19:00 إلى 7:00

ب- أيام العطل ونهاية الأسبوع :

عادة ما يتم إجراء الدراسات في فترة زمنية واحدة ما بين الساعة 10:00 إلى 19:00 و قد تختلف هذه الأزمان قليلا حسب ظروف كل بلد ومواعيد الدوام والمدارس.

2-1 لمحة عن مدينة يطا :

يطا مدينة فلسطينية تقع في الضفة الغربية، تبعد عن مدينة الخليل 12 كم جنوبًا، وعن مدينة القدس بحوالي 60 كيلو متر.

يحدها من الجنوب بلدة السموع وتل السبع ومن الشرق البحر الميت أما غربًا فتحدها مدينة دورا. بلغت مساحة يطا داخل حدود البلدية والتي تم توسيعها في ظل السلطة الوطنية الفلسطينية عام 2004 ما يعادل 25 كم مربع في حين تحتل الكتلة العمرانية المبنية للمدينة مع التجمعات السكانية الملتصقة بها حوالي 32 كيلومتراً مربعاً. تمتد يطا من كل اتجاهاتها شمالاً وجنوباً وغرباً وشرقاً، حيث تمتد أراضيها الى البحر الميت .

تقع مدينة يطا على خط طول 35.05 شرقي غرينتش وعلى دائرة عرض 31.26 شمال خط الاستواء وترتفع المدينة ما معدله 758 م فوق سطح البحر (حوالي 1200 م فوق سطح البحر الميت) .

1-2-1 تاريخ المدينة واثارها:

مدينة يطا لها تاريخ قديم، يعود إلى العهد الكنعاني ، حيث سكن الكنعانيون القدماء فلسطين في العصور السابقة ولكن البلدة نفسها نشأت في العصر العثماني، ويوجد فيها مبان قديمة ومواقع أثرية.

سميت "يوطه" "Yuta" والتي تعني الأرض المنبسطة. الآن يوجد فيها بنايات قديمة وآبار. وهناك روايات تقول أن سيدنا زكريا عليه السلام سكنها وفيها ولد له ابنه يحيى عليه السلام. والتي زارتها مريم العذراء أم المسيح عليه السلام عند زيارتها لقريبتها أم يحيى. وفي العهد الروماني ذكرت باسم "Ietaem".

من أبرز الأماكن الأثرية الجامع العمري ومقام الخضر في منطقة بيت عمرا ومقام سطيح في وسط البلد، وبقايا قصر الكرمل وجامع وكنيسة في منطقة سوسيه حيث وجد بها النقوش والكتابات القديمة ورصفت أرضيتها بأحجار الفسيفساء الملونة وما زال هذا المعلم الأثري تحت السيطرة الإسرائيلية في منطقة المستوطنات الجنوبية.

2-2-1 السكان والمناخ :

بناء على نتائج التعداد العام للسكان والمساكن الذي جرى عام 2017 فقد تم تقدير عدد سكان مدينة يطا عام 2018، بحوالي، 167,424 نسمة.

يسود في يطا مناخ متوسطي معتدل ، ذو صيف حار وجاف ، وشتاء بارد ممطر. يحل فصل الربيع في أواخر شهر مارس وأوائل أبريل ، ويعتبر شهرا يوليو وأغسطس أحرّ شهور السنة ، حيث يصل معدل درجات الحرارة فيهما إلى 28.9 ° مئوية ، أما أكثر الأشهر برودة فهو يناير، ويصل فيه معدل درجة الحرارة إلى 3.9 ° مئوية .

يتساقط المطر بين شهريّ أكتوبر وأبريل عادةً، ويبلغ معدل التساقطات السنوي 589 مليمتراً، وتكون في أعلى معدلاتها في شهري يناير وفبراير حيث يمكن أن يصل مستواها إلى أكثر من 170 ميليمتر، تتوسط مدينة يطا سطحَ هضبةٍ معدل ارتفاعها 820 متراً فوق سطح البحر (750-850 مترًا) وتصنف المنطقة ضمن المناخ الدافئ .

المعدل السنوي لدرجات الحرارة الدنيا يبلغ 7.3 درجة مئوية بينما المعدل السنوي لدرجات الحرارة القصوى 22.9 درجة مئوية والمدى الحراري السنوي يبلغ حوالي 13.2 درجة مئوية في حين معدل الرطوبة 61 %.

3-1 الدراسات السابقة :

في البداية تم التوجه إلى المشرف الذي زودنا بالطرق الأساسية والتوجيهات اللازمة للقيام بالإعمال المساحية، بناء على ذلك قمنا بالتوجه إلى بلدية يطا للإطلاع على المخططات الهيكلية للمنطقة ، و التعرف على القوانين المتبعة في التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والارتدادات والأرصفة وغيرها وهناك أيضاً مهندسون من البلدية مستعدون للإجابة عن الاستفسارات.

كما تم الرجوع إلى مكتبة الجامعة التي زودتنا بالكتب والمراجع اللازمة، بالإضافة إلى ذلك تم التوجه إلى أساتذة القسم للاستفادة من مرجعهم وخبراتهم وسنعمل جاهدين على الاستفادة من هذه المصادر في تحسين تصميم هذه الطريق، وفقاً لما تم ذكره في هذه المراجع وحسب المواصفات والمقاييس المعتمدة، لإنجاز هذا المشروع بنجاح .

4-1 أهداف وأهمية المشروع :

- خدمة المنطقة المار بها الطريق لجعل المنطقة أكثر حيوية ، وإعطاء طابع السلاسة في الحركة .
- معالجة مشكلة مياه الأمطار ، وذلك بتصميم الميول الجانبية للطريق وعمل قنوات التصريف على أسس هندسيه .
- معالجة مشكلة الأسفلت المتكسر والمتشقق.
- معالجة مشاكل المنحنيات من حيث التعلية ومقدار الكشف.
- مراعاة سبل الأمان

5-1 منطقة المشروع:

يقع هذا الشارع في مدينة يطا الذي يربط منطقة خلة المي والسهل بمنطقة وسط البلد بالمناطق الأخرى ، ويبلغ طوله 1500م .

شارع السهل خلة المية

شكل (1-1) صورة جوية لموقع الشارع

6-1 طريقة عمل المشروع:

1. القيام بتحديد موضوع البحث (إعادة تصميم وتأهيل شارع السهل _ خلة المية) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية يطا وبلدية خلة المية .
2. تحديد منطقة العمل ومن ثم القيام بزيارة استطلاعية للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم والتنفيذ من أجل الحصول على أفضل وأدق النتائج.
3. البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع.
4. القيام بزيارة لبلدية يطا من اجل التعرف على القوانين المتبعة قي التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والارتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.
5. البدء بكتابة مقدمة المشروع مراعياً الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة مع مراعاة مراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.

1.6.1 مراحل التصميم:

المرحلة الاستكشافية :

مهما كانت الخرائط بين يدي المهندسين كاملة ووافية وغنية بالمعلومات إلا انه من الضروري جدا القيام بعملية المساحة الاستكشافية وذلك لكي يقوم المهندس المصمم بالمرور على المنطقة المراد إقامة الطريق عليها حيث من الممكن أن يضطر الى تعديل المسار لأمور أخرى غير ظاهره على الخرائط ، أما أهم المعلومات التي يتم جمعها بالمساحة الاستكشافية فهي كالتالي:

- الانحدار وطوله وإنصاف أقطار المنحنيات للمسارات البديلة.
- العوائق غير الظاهرة على الخرائط وتعترض مسار الطريق المقترح مثل الوديان ، المستنقعات ، والمرتفعات،....الخ.
- نوع وطبيعة التربة للموقع المقترح للمسار، ومعرفة ألاماكن التي يمكن تحدث فيها الإنزلاقات والانهيارات.
- مصادر المواد الإنشائية وكيفيةالحصول عليها.
- المسح الميداني للطريق:

باستخدام جهاز gps

1-7 البرامج والأدوات المساحية المستخدمة:

1. جهاز (GPS) نوع Trimble 5700 وبرنامج الحاسوب الخاص به.
2. برنامج (ArcGIS 10.4) .
3. برنامج civil 3d.
4. برنامج AutoCAD2020.

1-8 العوائق والصعوبات:

1. المرور في تلك المنطقة كان له أثر كبير في صعوبة العمل الميداني.
2. كثرة الشاحنات والمركبات الكبيرة المتوقفة بجانب المحاجر والمصانع.

1-10 الجدول الزمني :

النشاط / الاسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8
جمع المعلومات								
المساحة الاستطلاعية								
العمل الميداني وتعيين النقاط								
العمل المكتبي								
الرسم باستخدام الحاسوب								
تجهيز التقرير الاولي								
تجهيز التقرير النهائي								

جدول (1-1) الجدول الزمني لمقدمة المشروع

الفصل الثاني : الأعمال المساحية

1-2 الأعمال المساحية

1-1-2 مقدمة

2-1-2 دراسة الخرائط

3-1-2 المساحة الاستطلاعية الأولية

4-1-2 المسح الابتدائي الأولي

5-1-2 الأعمال المساحية النهائية

2-1 الأعمال المساحية :

1-1-2 مقدمة

عند القيام بتصميم طريق ،لابد من دراسة الطريق وأهميتها وحجم السير فيها ، ودارسة الأهداف والغايات من اعادة تأهيل هذه الطريق وما تعود به من نفع على المناطق المحيطة بها والمناطق المجاورة لها ، لذلك لا بد من الأخذ بعين الاعتبار أمور تصميمية عدة ومنها المسارب والاتجاهات والتقاطعات والانعطافات و تحديد سرعة السيارات عليها وأنصاف أقطار منحنياتها الأفقية وأطوال منحنياتها الرأسية وميول سطحها و يجب اخذها بعين الإعتبار أثناء تصميم الطريق.

وبعد ذلك لا بد من القيام أعمال مساحية متعددة ، و دراسة للمنطقة على الواقع وعمل مسح تفصيلي على الأرض ومن ثم تثبيت محور الطريق النهائي على الأرض وعمل مسح مناسيب طولية و عرضية وعمل التصميم الراسي و الأفقي للطريق ومن ثم القيام بالمسح الإنشائي حتى يكتمل تصميم الطريق أفقيا و راسيا .

وتتلخص الأعمال المساحية التي تتطلبها دراسة طريق معين على المراحل الرئيسية التالية:

دراسة المخططات

- أعمال استطلاعية (استكشافية)
- أعمال مساحية أولية
- المسح التثبيتي
- المسح الإنشائي

- الاعمال المساحية النهائي

2-1-2 دراسة الخرائط

من خلال الخرائط يمكن وضع وتحديد مسار الطريق وتحديد موقعه على الخرائط مع مراعاة ضرورة الرجوع إلى الطبيعة وذلك للتعرف على الشكل الواقعي والفعلي للطريق.

3-1-2 المساحة الاستطلاعية الأولية

تجري الاعمال الاستطلاعية الأولية للطريق بالقيام بجولات استطلاعية للطريق المراد العمل عليه ،من قبل فريق العمل وذلك لمعرفة الاهمية الاقتصادية للطريق والخدمات التي يوفرها أو يساهم في تطويرها ، وكذلك لمعرفة الميول التي سيمر منها الطريق بالإضافة الى المعلومات الفنية يمكن استنباطها من الخرائط والصور الجوية المتوفرة ،إضافة الى دراسة العوائق والمشاكل على الطريق والتي تعيق عملية التصميم ومعرفة وتصميم المنشأت الازمة لتصريف مياه الامطار والمياه السطحية ونوع طبيعة التربة والاسفلت في الموقع من تشققات وانهيار الإسفلت .

4-1-2 المسح الابتدائي الأولي

في عملية المسح الإبتدائي الأولي نقوم بـ:

- عمل مسح مبدئي للطريق المختارة بعد عملية الاستطلاع.
- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار وسلاسل وغيرها من التفاصيل حيث تم عمل الرفع التفصيلي لجزء من الطريق بواسطة جهاز المحطة الشاملة .
- عمل دراسة اقتصادية اللازمة لمسارات الطريق ، ومن ثم اختيار المسار النهائي للطريق.

الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطرق

3-1 مقدمة

3-2 أسس التصميم الهندسي للطريق

3-3 المنحنيات

3-3-1 المنحنيات الأفقية

3-3-2 المنحنيات الرأسية

3-4 القوة الطاردة المركزية

3-5 التعلية (Super Elevation)

3-5-1 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية)

3-6 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق

3-7 التقاطعات

3-8 طبقات الشارع (الرصفات)

3-8-1 أنواع الرصفات

3-8-1-1 الإسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements)

3-8-1-2 الخرسانية أو الصلدة (Rigid Pavements)

3-8-1-3 المركبة أو المختلطة (Composite Pavements)

3-8-2 عوامل التصميم (Design Factors)

1-3 مقدمة :

يعتبر التصميم الهندسي من أهم مراحل التصميم لأي طريق، حيث تكون هذه المرحلة من التصميم في المكتب وتسير جنبا إلى جنب مع عمليات المسح والعمل الميداني.

تتمثل عملية التصميم الهندسي للطريق في ثلاث أمور رئيسية وهي كالتالي:

1. التصميم الأفقي (Horizontal Alignment).
2. التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment)
3. التصميم العرضي للطريق حيث يتم في هذه المرحلة من التصميم تحديد شكل مقطع الطريق وميولها الجانبية وكذلك بيان سطح الطريق وعرضه.

عند التصميم الهندسي يجب مراعاة مجموعة أمور من أهمها:

1. التصميم بأقل التكاليف وأفضل ما يمكن (الجدوى الاقتصادية).
2. حفظ السلامة والأمن على الطريق لكل مستخدميه.
3. التماشي مع حجم المرور المتوقع عليه وخاصة أوقات الذروة.
4. تجنب التغييرات المفاجئة على الطريق.
5. أن يكون شامل للوسائل الضرورية من تخطيط وإشارات وأمور أخرى.

2-3 أسس التصميم الهندسي للطريق :

من أهم أسس التصميم الهندسي للطريق ما يلي:

1) حجم المرور :

هو عدد المركبات التي تمر عند نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة.

2) تركيب المرور :

يتمثل تركيب المرور في تحديد نسبة عربات النقل و سيارت الاجرة بالنسبة لحجم المرور الساعي، حيث يتم عمل تحديد نسب كل العربات التي يتوقع أن تستخدم هذا الطريق (عربات خاصة ، عربات عمومي ، عربات تجارية ، عربات ثقيلة) .

3) السرعة التصميمية :

هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة على طريق رئيسي بأمان عندما تكون أحوال الطقس مثالية و كثافة المرور منخفضة، و تعتبر السرعة التصميمية مقياسا لنوع الخدمة التي يوفرها الطريق، و كذلك يمكننا من خلال السرعة التصميمية توقع السرعة و طبيعة الحركة على الشارع المراد إجراء التصميم له، و من مواصفات السرعة التصميمية يجب أن تكون خصائص التصميم الهندسي للطريق متناسبة مع السرعة التصميمية المختارة و المتوقعة للظروف البيئية و طبيعة التضاريس، حيث يجب على المصمم اختيار السرعة التصميمية بناءا على درجة الطريق المخططة و طبيعة التضاريس و حجم المرور و الاعتبارات الاقتصادية، والجدول التالي يبين السرعة التصميمية للطرق الحضرية .

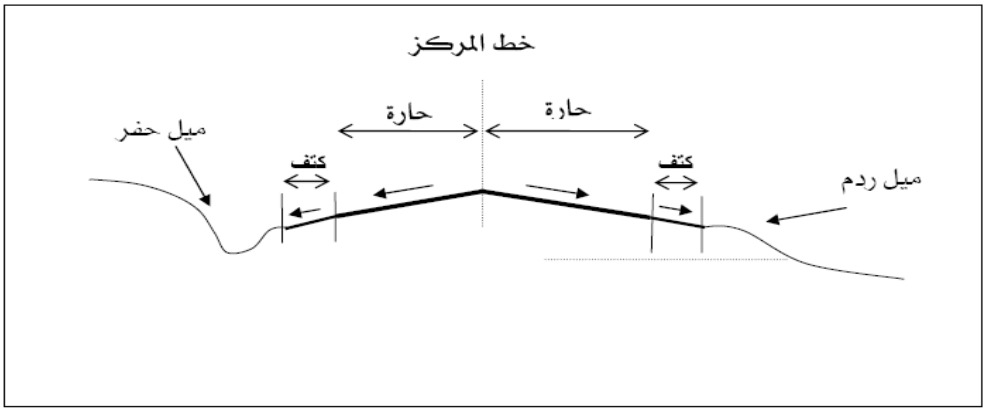
جدول (3-1) السرعة التصميمية للطرق الحضرية[1]

تصنيف الطريق	السرعة الدنيا	السرعة المرغوبة
طريق محلي (LOCAL)	30	50
طريق تجميعي (COLLECTOR)	50	60
اضطراب ملموس	50	60
أقل اضطراب	70	90
شرياني - عام	80	100
طـــريق سريع (Expressway)	90	120

إن تحديد سرعة التصميم يعتبر ذات أهمية كبيرة في التصميم حيث يتم تحديد الانحدار و الصعود و أنصاف أقطار المنحنيات و أطوالها و مسافة الرؤية اللازمة للوقوف و للتجاوز و عدد المسارب و سعة كل مسرب، و بناءا على ذلك فإنه كلما زادت سرعة التصميم زاد استيعاب الطريق للسيارات و أصبحت منحنياتها واسعة و أنصاف أقطارها كبيرة و انخفضت حدة انحداراتها و زادت فيها مسافة الرؤية للتوقف أو للتجاوز.

4) قطاع الطريق :

إن قطاع الطريق يتمثل في تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق و هذا يتوقف على كيفية الاستفادة من هذا الطريق، فالطريق التي يمر عليها عدد كبير من العربات و بسرعة عالية يتطلب عدد كبير من المسارات و انحدارات طولية خفيفة أو قليلة و كذلك يتطلب أنصاف أقطار كبيرة نسبيا مقارنة مع الطرق التي يمر عليها قليل من المركبات عند سرعات صغيرة ، ففي الحالة الأولى يجب الاهتمام بأكتاف الطريق و عمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي المرور مع تخصيص مسارات إضافية عند مناطق الدوران.



شكل (3-1) مقطع عرضي لطريق من حارتين

5) عرض المسارب و الطريق :

إن عرض المسرب الواحد يختلف حسب درجة و مستوى و نوعية الطريق ، حيث يلعب عرض المسار دورا كبيرا في سهولة القيادة و درجة الأمان على الطريق،فبعد رسم سطح الطريق يتم تحديد عرض هذا السطح حيث يجب أن لا يقل عرض المسار عن (3م) في جميع الأحوال. و في حالة الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض الحارة (3.75م) نظرا لمرور عربات النقل و السرعة الكبيرة بشكل عالي، حيث كلما أردنا أن نزيد سرعة السيارات و الشاحنات التي تسير على المسرب توجب علينا أن نزيد عرض المسارب. بالإضافة إلى المسارب الأساسية في الطرق هنالك أنواع أخرى من المسارب و هي كالتالي:

1. مسرب التسارع: هو مسرب جانبي تقوم السيارات بالتسارع فيه قبل الدخول إلى الطريق الرئيسي بحيث تصبح سرعتها فيه مماثلة لسرعة السيارات في الطريق.
2. مسرب التباطؤ: هو مسرب جانبي تسلكه السيارات أثناء مغادرتها الطريق الرئيسي لتتمكن فيها من تخفيض سرعتها بدون أن تعرقل سير السيارات الموجودة على الطريق.
3. مسرب الصعود: هو مسرب إضافي في الطريق يخصص للشاحنات التي تسير ببطء أثناء صعودها حتى تفسح المجال للسيارات التي خلفها لتجاوزها.
4. مسرب الوقوف: هو المسرب الأوسط اللازم للانعطاف يسارا أو لتجاوز السيارات ، و هناك المسرب المساعد و هو مجاور للمسرب الرئيسي و يساعد على تصريف السير.

6) الميول العرضية :

إن الميول العرضية يتم عملها للطريق من اجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق و قد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ، و في حالة وجود جزر وسطى فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كان من حارتين منفصلتين.

7) الميول الطولية :

في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب، أما في المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض الطبيعية فإن السطح السفلي للرصيف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي (0.5م) على الأقل، و في المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر بـ (0.3م) على الأقل، و هذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري غير الضروري، و يعتبر الميل (0.25%) هو اقل ميل لصرف الإمطار في الاتجاه الطولي للطريق، و الشكل التالي يوضح الميول الطولية للطريق.

شكل (3-2) الميول الطولية

8) اكتاف الطريق:

إن الطرق الخلوية تزود بأكتاف جانبية تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ و كذلك للمحافظة على طبيعة الأساس و الأسطح الخاصة بالطريق، و الحاجة للأكتاف و نوعها يتوقف على نوع الطريق و جسم و سرعة العربات و تركيب المرور و طبيعة المنطقة التي يمر فيها الطريق، و يتراوح عرض الكتف بين (1.25-3.6م) للطرق السريعة و (2.5-3.6م) للطرق التي يزيد حجم المرور الساعي التصميمي فيها عن (100) عربة، و يجب أن تزود الأكتاف بميول عرضيه كافية لتصريف المياه من الطريق، و لكن يجب أن لا يزيد هذا الميل عن الحد الذي قد يسبب خطورة على المركبات التي تتوقف على الطريق، حيث يوجد عدة أنواع من أكتاف الطريق فمنها أكتاف ترابية أو مصبوبة أو اسفلتيه و يختلف نوع سطحها حسب سطح الطريق الرئيسي.

شكل (3-3) كتف الطريق

فوائد الأكتاف للطريق:-

1. تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ .
2. شعور السائق بالأمان و حماية السيارات عندما تجنح عن مسارها بسبب السير بسرعات عالية.
3. تساعد على تصريف المياه عن سطح الطريق.
4. تستعمل الأكتاف لتوسيع الطريق في المستقبل.
5. تستعمل الأكتاف لمنع انهيار جسم الطريق كما تصلح لوضع الإشارات عليها.

9) الأطاريف :

الأطاريف مهمة في زيادة الأمان على الطريق وتصريف المياه ومنع السيارات من الخروج عن الطريق في الأماكن الخطرة ، ويكون لونها له معنى خاص ، وهي تحدد حافة الرصيف وتعطي الطريق الشكل النهائي.وتستخدم داخل التجمعات السكنية لتحدد الرصف الخاص بالمشاة.

شكل (3-4) الأطاريف [2]

أما أنواعها هي:

1- الأطـاريف الحـاجزة :هـي ذات وجـه جـانبي حـاد الميـل ومرتفـع نسـبيا وهـي مصـممة لمنـع المركبـات مـن الخـروج عـن الرصـف ، ويكـون ارتفاعهـا (15-23)سـم ، وتسـتخدم فـي الطـرق التـي تكـون سـرعة المركبـات فيهـا قليلـة لحمايـة المشـاة ومنـع اصـطدام المركبـات بالمنشـآت المجـاورة للشـارع فـي حـال خروجهـا عـن مسارها.

2- الأطـاريف الغاطسـة:وهي مصـممة بحيـث يسـهل علـى المركبـات تجاوزهـا دون ارتجـاج أو إخـلال بالقيـادة ، ويكـون ارتفاعهـا (10-15)سـم وميـل الوجـه 1:1 أو 1:2 ، وتسـتخدم فـي الغالـب فـي الجـزر الوسـطية وفـي التقسيم القنواتي في التقاطعات.

10) الأرصفة :

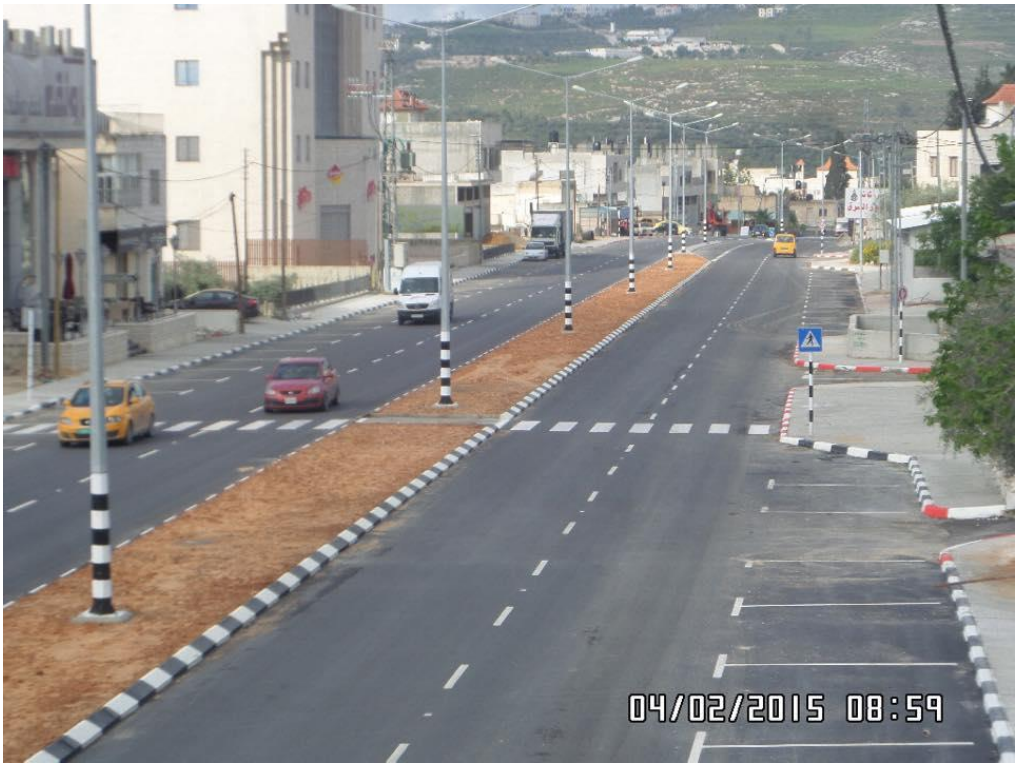
تكمـن أهميـة هـذا البنـد فـي المـدن وفـي بعـض المنـاطق التـي تكـون فيهـا الإضـاءة الخافتـة وسـرعة المركبـات قـد تتسبب بأذى للمشاة.

وتنبـع أهميـة الأرصـفة فـي تـوفير الأمـان لأحـد مسـتخدمي الطريـق (المشـاة) ، حيـث تـزداد الحاجـة لهـا بـالقرب مـن المـدارس والمستشـفيات والأسـواق والأمـاكن العامـة،و يتـراوح عـرض الرصـيف (1.5-3م) و يتوقـف ذلـك علـى عـدة أمور منها توفر المساحة على جانبي الطريق و وجود أشجار مزروعة على الأرصفة.

شكل (3-5) الأرصفة[3]

11) الجزر الفاصلة :

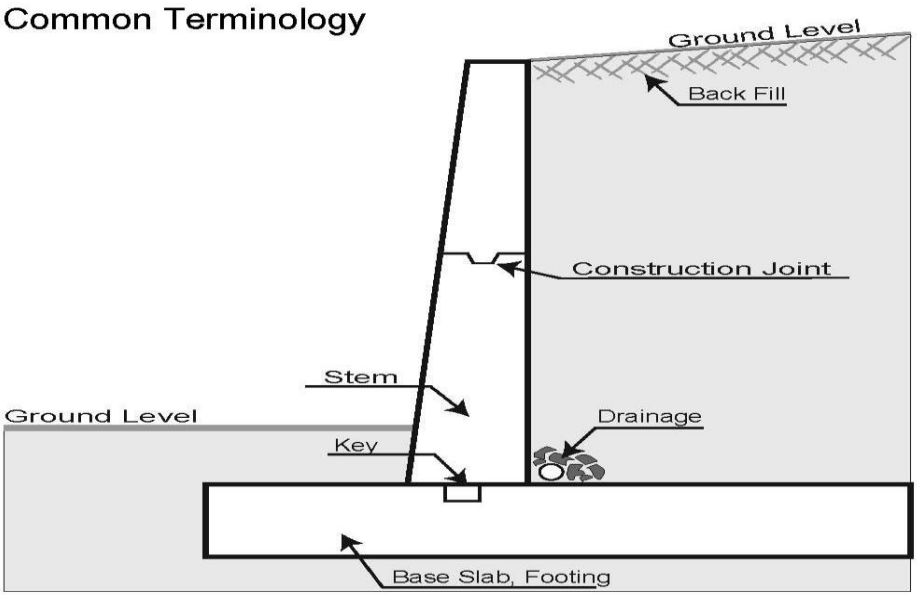
يـتم عمـل الجـزر الفاصـلة لفصـل الحركـة بالاتجـاه المعـاكس وذلـك لتقليـل الأخطـار وإمكانيـة حصـول الحـوادث ، وتقليـل تـأثير الضـوء المنبعـث مـن الاتجـاه الآخـر لـيلاً. ومـن الواضـح أن معظـم الطـرق فـي أيامنـا هـذه تحتـوي علـى جـزر فاصلة ، ويكون عرضها متر فما أكثر.



شكل (3-6) الجزر الفاصلة[4]

12) الجدر الاستنادية :

يتم عمل هذا البند بناء على ميول التربة المجاورة للطريق وذلك لمنع انهيارها على الطريق في حالة كون عرض الطريق ضيق ولا يمكن الابتعاد عن الجوانب وخاصة في المدن.يتم عمل الجدران الاستنادية من الخرسانة المسلحة تكون مقاومة للحركة (بزيادة الاحتكاك) ومقاومة العزم (بزيادة طول القاعده).



شكل (3-7) الجدران الاستنادية[5]

3-3 المنحنيات :

في الوضع الطبيعي يجب أن تكون الطريق مستقيمة قدر الإمكان والابتعاد عن المنحنيات ، لكن هذا الأمر واقعيا غير موجود ، فمن غير الممكن الحصول على طريق مستقيم تماما وخالي من المنحنيات ، وذلك بسبب طبيعة المكان حيث كما ذكرنا سابقا إلى أننا نهدف إلى الوصول إلى القدر الأعلى من الأمان بأقل تكلفة اقتصادية ، ومن هنا جاءت الحاجة الملحة إلى وجود هذه المنحنيات.

من الممكن أن تكون المنحنيات منقسمة إلى:

1- منحنيات في الاتجاه الأفقي.
2- منحنيات في الاتجاه الرأسي.

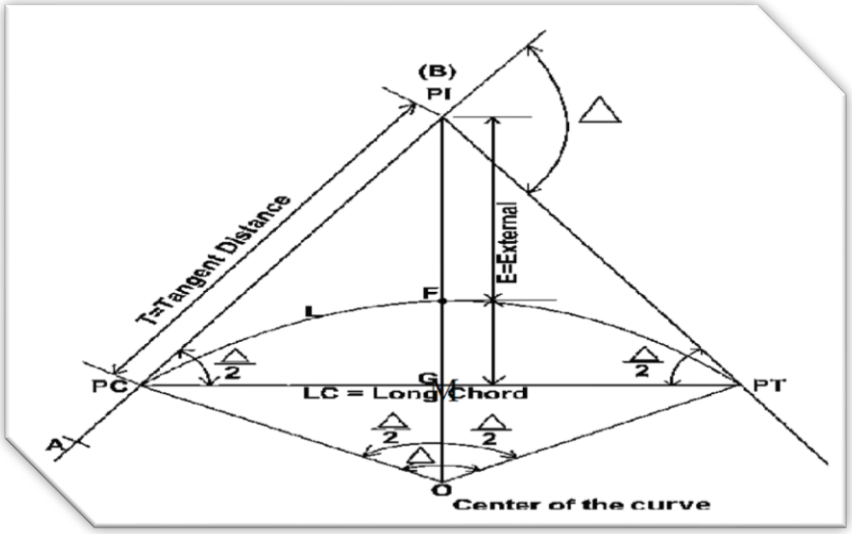
حيث يكون لكل نوع منهما حاجة وظروف لاستخدامه.

1-3-3 المنحنيات الأفقية :

هـي تلـك المنحنيـات التـي تقـوم بـربط ووصـل الأجـزاء المسـتقيمة مـع بعضـها الـبعض بشـكل تـدريجي لتفـادي التغيـرات المفاجئـة والتـي تتسـبب بمشـاكل علـى الطريـق ، ويجـب تحديـد بـدايتها ونهايتهـا وأطوالهـا وزواياهـا ونقـاط التقاطع فيها ، أما بالنسبة لأنواع المنحنيات الأفقية فهي :

1) المنحنى الدائري البسيط:

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط



شكل (3-8) عناصر المنحنى الدائري البسيط[6]

- PI : نقطة تقاطع المماسين.
- Δ : زاوية الانحراف ، وتساوي الزاوية المركزية.
- T : المماسين.
- PC : نقطة بداية المنحنى.
- PT : نقطة نهاية المنحنى .
- LC : الخط الواصل بين نقطتي التماس ويطلق عليه الوتر الطويل.
- R : نصف القطر.
- L : طول المنحنى .
- E : مسافة المنتصف للمنحنى الدائري ونقطة تقاطع المماسين .
- M : المسافة بين نقطة منتصف المنحنى ومنتصف الوتر الطويل و تسمى سهم القوس .
- O : مركز المنحنى.

6

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....3.1}$$

$$E = R\left(\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1\right) \quad \text{.....3.2}$$

$$M = R\left(1-\cos\frac{\Delta}{2}\right) \quad \text{.....3.3}$$

$$LC = 2R\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad \text{.....3.4}$$

$$L = \frac{\pi R\Delta}{180} \quad \text{.....3.5}$$

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب (AASHTO 2004):

جدول (3-2) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق[7]

POSITION	R-NORMAL	R-MIN
Garage entrance	6.0	**5.0**
Local roads	6.0	**5.0**
Collecting roads	8.0	**6.0**
Major roads (urban)	10.0	**8.0**
Major roads (rural)	20.0	**10.0**

أما الحد الأدنى لأنصاف الأقطار فهي:

جدول (3-3) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى[8]

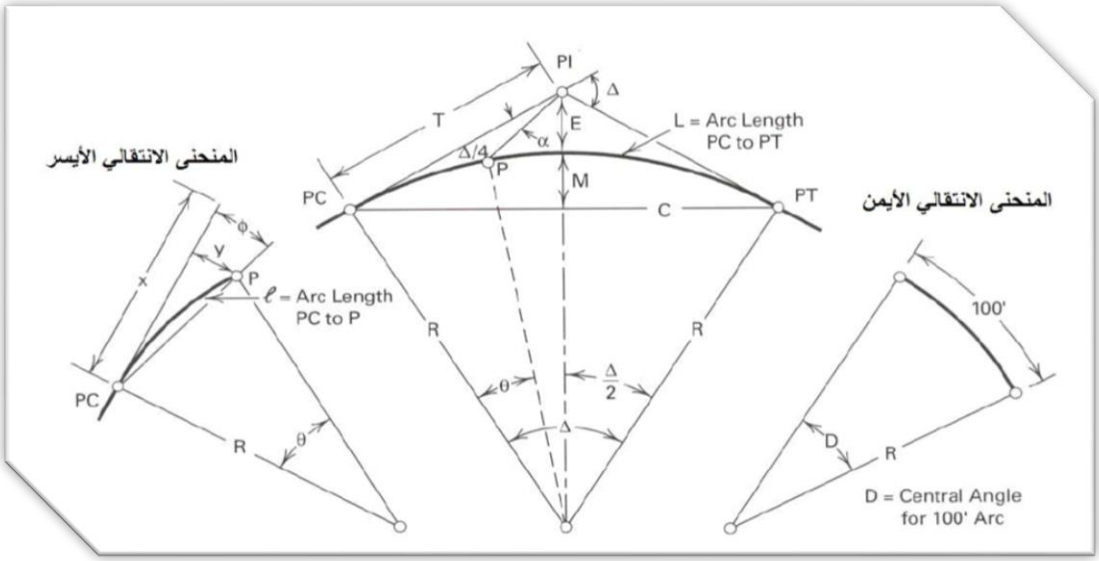
السرعة(كم/الساعة)	**25**	**32**	**40**	**48**	**55**	**65**
معامل الاحتكاك	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17
ميلان السطح	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
الحد الأدنى لنصف القطر (م)	15	30	50	75	100	140

2) المنحنى الانتقالي:

يستخدم هذا النوع من المنحنيات في جميع المنحنيات الأفقية وتأتي أهميته من اللولبية بين المماس والمنحنى الدائري لنقل المركبة من الطريق المستقيم إلى المنحني والعكس أيضاً ، وتتناسب درجته مع طوله وتزداد من الصفر وحتى درجة المنحنى الدائري عند النهاية.وبناء على السابق فإن المنحنى الانتقالي مهم لأنه ينقل السائق بشكل سلس من والى المنحنى دون مشاكل ، ولأنه يعطي المهندس المصمم المجال في الرفع التدريجي للحواف حتى الوصول إلى الارتفاع المطلوب.

أما طوله فيحسب:

$$L= (\frac{V^3}{a*R})\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3.6$$



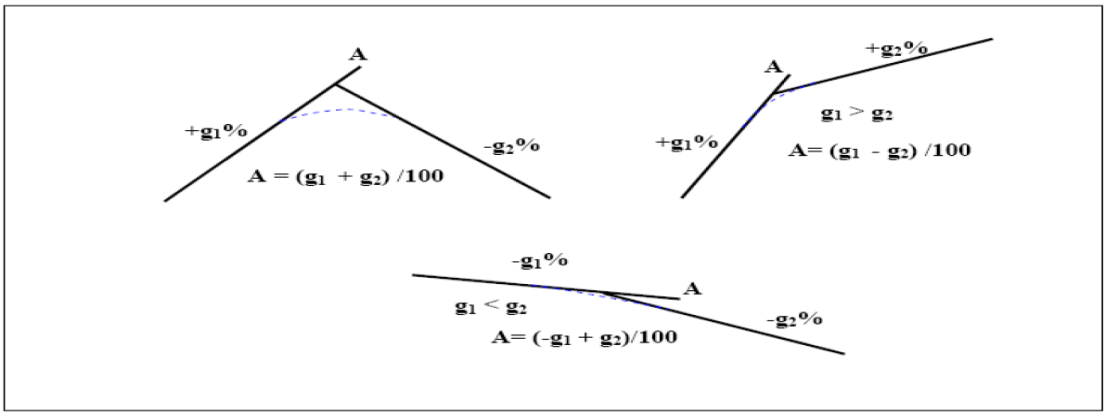
شكل (3-9) المنحنى الانتقالي[9]

2-3-3 المنحنيات الرأسية :

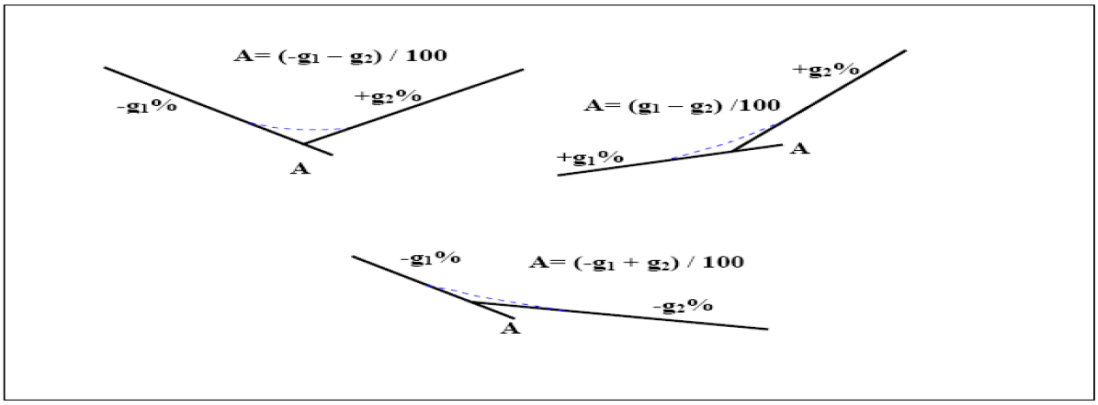
هي تلك المنحنيات التي من خلالها يتم الانتقال من منسوب إلى منسوب آخر ، حيث يتم تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية والميل الجديد المطلوب إنشاءه ، وعند عمل وإنشاء المنحنى الرأسي يجب مراعاة تحقيق هذه الشروط:

1- تحقيق شرط الرؤية ، بحيث يستطيع السائق رؤية السيارات أو العوائق التي أمامه.
2- أن يكون تدريجياً وسهلاً.

المنحنى الرأسي إما أن يكون منحنى على شكل استدارة علوية (محدب) أو منحنى على شكل استدارة سفلية (مقعر):

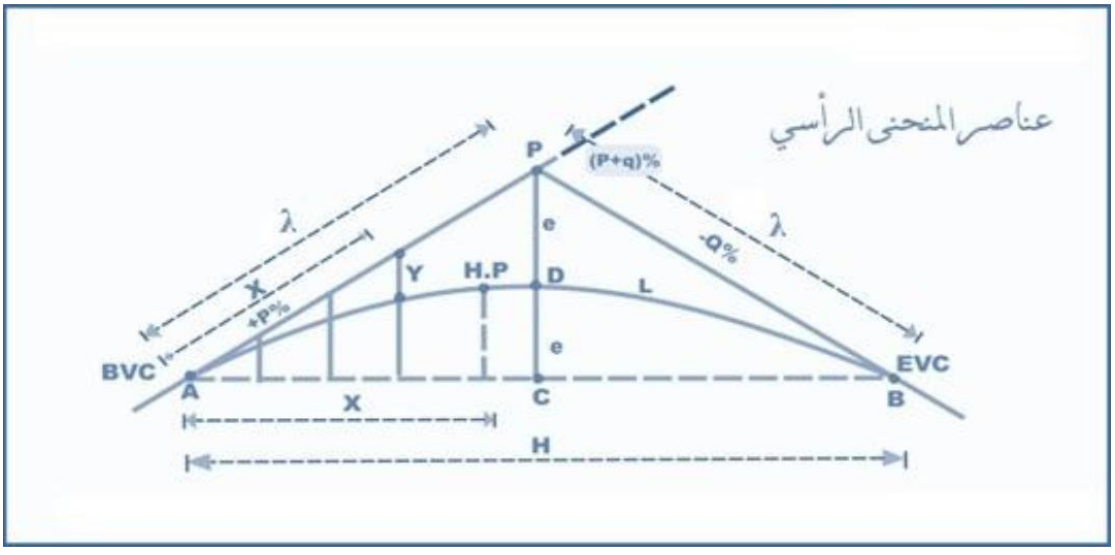


شكل (3-10) المنحنى الرأسي المحدب



شكل (3-11) المنحنى الرأسي المقعر[10]

أما بالنسبة لأجزاء وعناصر المنحنى الرأسي:



شكل (3-12) عناصر المنحنى الرأسي[11]

- BVC : بداية المنحنى الرأسي.
- p- ، q : نسبة الميل.
- PI : نقطة تقاطع المنسوبين.
- EVC : نهاية المنحنى الرأسي.
- E : المسافة الخارجية المتوسطة.
- H : طول القطع المكافئ.
- X : الطول الأفقي إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي.

معادلات القطع المكافئ:

1- طول المنحنى الرأسي L يساوي مجموع طولي المماسين الخاصين بهذا المنحنى ، حيث يكون طول المماس الخلفي يساوي l_1 وطول المماس الأمامي يساوي l_2

$L=l_1+ l_2$……..3.7

2- الخط الرأسي المار من نقطة تقاطع المماسين ينصف الوتر AB ويكون PD ، بحيث أن PD = e = DC ، حيث C نقطة منتصف الوتر وD نقطة تقاطع الخط الرأسي من المنحنى وهذه النقطة أعلى أو أخفض نقطة في المنحنى في حالة المنحنيات المتناظرة.

3- وتر المنحنى AB يساوي مسقطه الأفقي H ، ويساوي مجموع المماسين:

$AB = H = 2*l = L$……3.8

4- أطوال الأعمدة المأخوذة على المماس تتناسب مع مربعات المسافات المأخوذة على المماس المقاس من A (بالنسبة للمماس الخلفي) أو من B (بالنسبة للمماس الأمامي):

$y = ax^2$……..3.9

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين:

$a = \frac{p+q}{400\,l}x^2$……..…..3.10

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد:

$a = \frac{p-q}{400\,l}x^2$……3.11

أما بدلالة e :

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين:

$e = \frac{p+q}{400}\,l$…….…..…..3.12

عندما يكون المماس في اتجاه واحد:

$e = \frac{p-q}{400}l$…….3.13

$y = e\left(\frac{x}{y}\right)^2$ ……..…….3.14

جدول (3-4) قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية[12]

Speed	AASHTTO2004	
kph	K(crest)	K(sag)
20	1	3
30	2	6
40	4	9
50	7	13
60	11	18
70	17	23
80	26	30
90	39	38
100	52	45
110	74	55
120	95	63
130	124	73

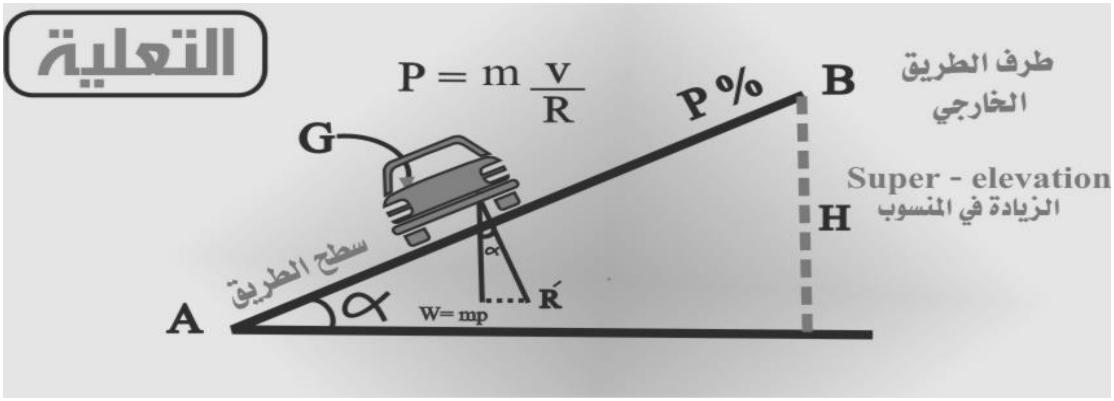
$$K = {length}/{|p - q|} \ldots\ldots\ldots 3.15$$

وهذه النسبة تقريبية ولكن عمليا يؤخذ بها في تصميم الطرق السريعة والحضرية ، وهي تعبر عن مدى انحناء المنحني الرأسي ،فكلما زادت قيمة K يصبح المنحنى الرأسي اقرب إلى الانبساط بمعرفة قيمة الانحناء الأمامي أو الميل الأمامي والخلفي يتم حساب طول المنحنى الرأسي من العلاقة (3.15) .

4-3 القوة الطاردة المركزية :

هي قوة فيزيائية تظهر خلال حركة الأجسام بشكل دائري أو منحني بسبب ميلان الأجسام للبقاء في حالة اتزان . وقد تكون من أهم القوى الكونية وذلك لتدخلها في اغلب المكونات المادية له ، فتظهر هذه القوة جلية في الذرات من خلال حفاظها على الالكترونات في مداراتها حول النواة ، والنتوء الاستوائي للأرض لها دور كبير فيه ، كما تحافظ على القمر في مداره حول الأرض وتحول دون سقوطه فيها بسبب الجاذبية ، كما أنها تساعد في الحفاظ على مكونات المجرة من نجوم ومنظومات منتشرة بشكل ثابت دون أن تتجمع في قلبها ، والكثير الكثير من الظواهر الفيزيائية التي تلعب فيها دورا أساسيا .

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من اللانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر، انظر العلاقة (3.16)، ولمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات المتدرجة لتشكل حلقة وصل بين الجزء المستقيم والمنحنى الدائري، وبالتالي تعمل على امتصاص القوة الطاردة المركزية بشكل تدريجي.



شكل (3-13) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

حيث أن :-

- p : القوة الطاردة المركزية التي تؤثر على العربة أثناء سيرها.
- w : وزن العربة
- m: كتلة العربة
- v: سرعة العربة
- R : نصف قطر المنحنى الدائري.
- g: تسارع الجاذبية الأرضية.

والعلاقة الرياضية التي تربط العناصر السابقة مع بعضها البعض هي كالتالي:-

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....3.16}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:-

$$\tan\alpha = P_1 = \left(\frac{mv^2}{r} \right) / (mg) = \frac{v^2}{gr} \quad \text{.....3.17}$$

حيث أن:-

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه.

P_1 : الميل العرضي لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج.

α : الزاوية الراسية[13]

5-3 التعلية (Super Elevation) :

التعلية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية، وذلك من أجل تفادي القوة الطاردة المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبة وقد تؤدي إلى انقلابها،وقيمة هذا الميل الجانبي للطريق تتراوح من 4% - 8% وقد تصل إلى 12% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله .

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات :

$$e+f=\frac{v^2}{gR}= \quad e+f=\frac{(0.75\times v)^2}{127\times R} \quad \text{.....3.18}$$

حيث أن:

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

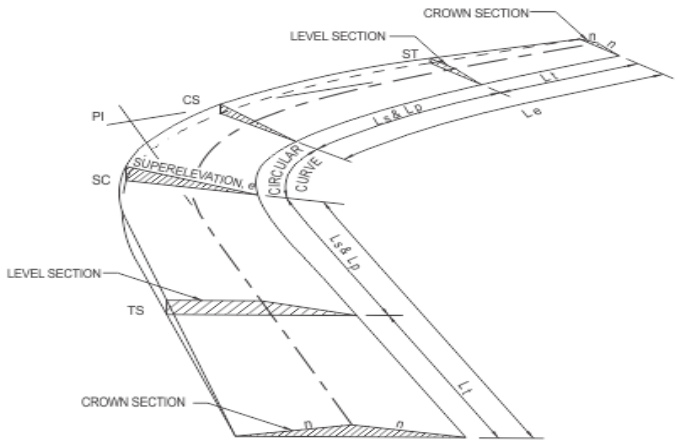
v : هي سرعة المركبة بالـ كم/ ساعة، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

e : أقصى معدل رفع جانبي بالمتر (ارتفاع ظهر المنحنى).

f: هي معامل الاحتكاك الجانبي، وأقصى قيمة يمكن قبولها هي 0.16، فإذا كانت قيمة f أكبر من قيمة f max ، فإننا نقوم بتثبيت قيم e ، f عند قيمهم القصوى، ونحسب بالاعتماد عليهما قيمة السرعة المسموح بها، وتكون ملزمة لنا على المنحنى، ويتم تحديد السرعة على أساس قيمة f التي يتم حسابها من :

$$V=\sqrt{[127R(e\max+f\max)]} \quad \text{.....3.19}$$

والشكل التالي يظهر تطبيق التعلية على المنحنيات:

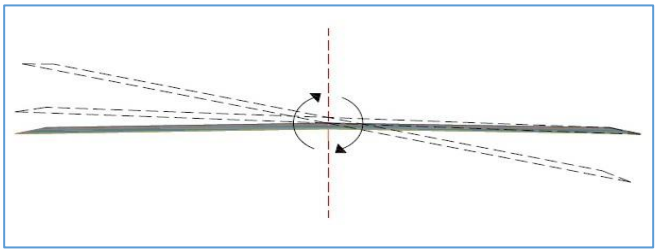


شكل (3-14) تطبيق التعلية على المنحنيات[14].

3-5-1 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) :

- **الطريقة الأولى :**

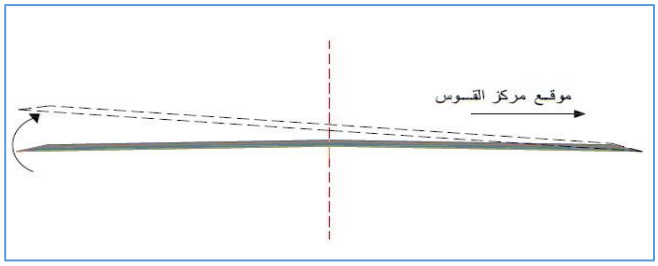
في هذه الطريقة يبقى محور الطريق ثابت لايتغير ويبقى الجانب الآخر من الطريق ثابت ونبدأ في رفع جانب الطريق حتى يتساوى جانبي الطريق وبعد ذلك يستمر جانب الطريق بالارتفاع ويبدأ الجانب الثابت بالانخفاض بنفس النسبة حتى يتحقق الميلان المطلوب ، وبعد الانتهاء من المنحنى تعود العملية عكسية حتى يعود الشارع إلى وضعه الطبيعي و هو بميول 2% تقريبا لتصريف مياه سطح الطريق



شكل (3-15) الدوران حول المحور.[15]

- **الطريقة الثانية :**

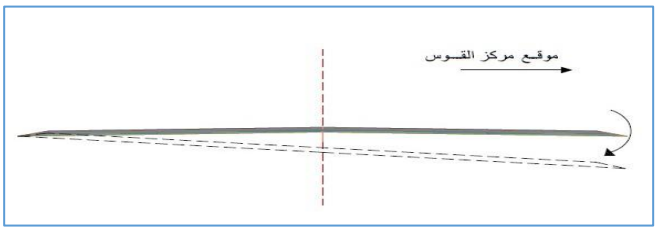
في هذه الطريقة يبقى احد جانبي الطريق ثابتا وليس المحور ، حيث يتم تثبيت احد جانبي الطريق ونعمل على رفع الجانب الآخر من الطريق حتى يساوي ارتفاع الجانب الأول من الطريق وبعد ذلك نستمر في رفع جانبي الطريق للوصول إلى الميلان المطلوب .



شكل (3-16) الدوران حول الحافة الداخلية[16]

- **الطريقة الثالثة :**

في هذه الطريقة نعمل على خفض كامل سطح الطريق والدوران حول الحافة الخارجيه حتى يصبح سطح الطرق على استقامه واحدة وبعد ذلك نستمر في الانخفاض للوصول الى الميلان المطلوب .



شكل (3-17) الدوران حول الحافة الخارجية[17]

- **التخطيط الرأسي للطريق :**

إن عملية الانتقال من منسوب إلى منسوب آخر في المستوى الرأسي تتم من خلال عمل منحنيات رأسية تسهل هذه العملية، وهو يتمثل في تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية وتحديد الانحدار الجديد للطريق، حيث يتم بيان الطريق بالمستوى الرأسي ونشاهد كيف ترتفع وتهبط ونحدد مناطق الحفر والردم، وكذلك من التصميم الرأسي للطريق يتم تحديد المنحنيات الرأسية و مسافات الرؤية حيث أنه يجب أن تتوافر المواصفات التالية في هذه المنحنيات:

1. أن يكون الانتقال تدريجيا وسهلا.
2. تحقيق شروط الرؤية ، بحيث يستطيع السائق رؤية أي حاجز أمامه أو مركبة متحركة باتجاهه من مسافة كافية.

6-3 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق :

صرف المياه من الطريق هي عملية التخلص من المياه و التحكم في مسيرها داخل نطاق حرم الطريق، وهي تلك المياه السطحية التي تجري فوق سطح الطريق ، لذلك يجب عمل مصارف سطحية عند إعادة تأهيل الطريق.

فعندما تسقط الأمطار جزء من هذه المياه تسيل على الطريق والجزء الآخر يتخلل طبقات التربة حتى يصل إلى المياه الجوفية وعملية صرف أو إزالة المياه السطحية بعيدا عن حرم الطريق يسمى بالصرف السطحي (Surface Drainage).

- **أهمية تصريف المياه :**

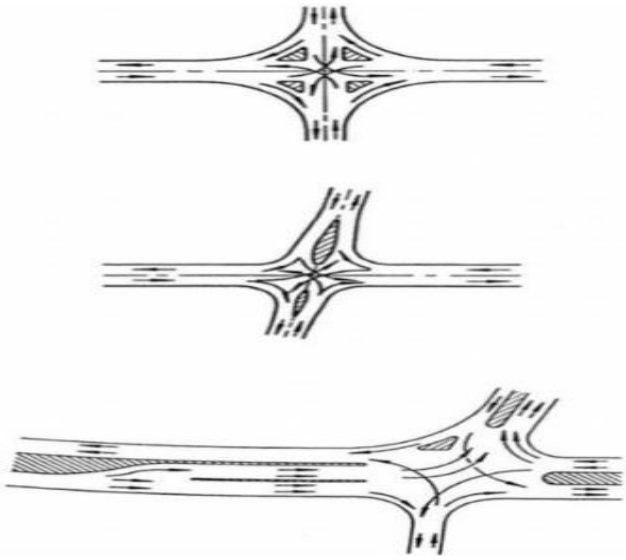
إن بقاء الماء فوق سطح الطريق يسبب خطرا كبيرا سواء على حياة الناس (حيث يؤدي إلى حوادث بسبب عدم السيطرة على السيارات)أو على بنية الطرق (حيث إن بقاء الماء على سطح الطريق سيؤدي إلى تفكك جزيئات الإسفلت وتصبح سهلة الاقتلاع و مع مرور المركبات فوق هذا السطح سيؤدي ذلك إلى اقتلاع الإسفلت ، وتعمل التربة على امتصاص الماء الأمر الذي يؤدي إضعاف التربة وهي التي تشكل طبقة الأساس للإسفلت حيث أن التربة تكون قوية جدا وهي جافة وضعيفة وهي رطبة الأمر الذي يؤدي إلى دمار طبقة الأساس وبالتالي انهيار الشارع والذي يصبح غير صالح للاستخدام) .

وبذلك تظهر أهمية تصريف المياه في المحافظة على حياة الناس و بنية الطريق واستمراريته لمدة أطول .

7-3 التقاطعات :

التقاطع هو المساحة الناتجة عن التقاء شارعين أو أكثر، ويوجد نوعان من التقاطعات:

1- التقاطعات السطحية **:** وهي التقاطعات في المستوى نفسه ،حيث يكون التقاطع جزء من كل طريق ، وهذا النوع الذي يتواجد في مشروعنا حيث يوجد 3 تقاطعات.



شكل (3-18) التقاطعات السطحية

2- التقاطعات في مستويات مختلفة **:** وهي التقاطعات التي يكون فيها كل طريق في منسوب مختلف بحيث لا يحدث تعارض لحركة المرور فيما بينها، حيث يفصلها مجموعة من الجسور ،ولا يستخدم هذا النوع من التقاطعات إلا في الطرق السريعة ذات الحجم المروري العالي.

8-3 طبقات الشارع (الرصفات) :

تعتبر الرصفات من الأمور المهمة في الطريق ، حيث ان المحافظة على هذه الرصفات يساعد على بقاء الطريق لمده أطول.

1-8-3 أنواع الرصفات :

1-1-8-3 الإسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements)

يوجد ثلاثة أساليب لإنشاء هذا النوع من الرصفات:

1. الرصفات الإسفلتية التقليدية (Conventional Flexible Pavement)

وتتكون من ثلاث طبقات وهي الطبقة السطحية والتي تتكون من أفضل نوعية للمواد من حيث القدرة على التحمل ، وطبقة الأساس وطبقة ما تحت الأساس حيث تستقبل الحمولات المرورية من الطبقة السطحية .

2. الرصفات الإسفلتية (Full-Depth Asphalt Pavement).

وتتكون من طبقة أوأكثر من الخلطات الإسفلتية الساخنة ويتم إنشاؤها مباشرة فوق التربة الطبيعية أو المحسنة وتعد من أفضل الطبقات قدرة على تحمل الشاحنات الثقيلة ولاتحتوي على طبقات تحتجز المياه لمده طويلة ولاتتأثر بالرطوبة .

3. الرصفات الإسفلتية الحاضنة (Contained Rock Asphalt Mats-CRAM).

وتتكون من أربع طبقات العليا والسفلى من الخلطات الإسفلتية الساخنة والثانية والثالثة من مواد حصوية، هذا الأسلوب الإنشائي ميزته أن الطبقة الإسفلتية السفلى تساهم بشكل ملحوظ في تقليل تأثير الإجهاد الرأسي على التربة والذي يسبب هبوط التربة.

ومن مميزاتها :

- التحكم بتصريف مياه الأمطار بوجود الطبقة الحصوية العالية النفاذية.
- منع تلوث الحصمة بالأتربة القادمة من طبقة التربة الطبيعية.
- تقلل من حدوث التشققات من خلال استخدام إسفلت قليل اللزوجة.

2-1-8-3 الخرسانية أو الصلدة (Rigid Pavements)

يتكون هذا النوع من بلاطة خرسانية يتم إنشاؤها مباشرة على التربة الطبيعية أو يوضع تحتها طبقة أساس حصوية والعامل المهم في التصميم هي قدرة الأرض الطبيعية على التحمل ، ينتشر هذا النوع من الرصفات في المناطق

الباردة (أوروبا وروسيا وأمريكا الشمالية) حيث تقاوم الفواصل الموجودة بين بلاطات الرصفة التغيرات الحرارية الكبيرة بين الصيف والشتاء أو بين الليل والنهار.

قد تكون هذه الرصفات مسلحة أو غير مسلحة وذلك حسب الحجوم المرورية ونسبة الشاحنات الثقيلة.

3-1-8-3 المركبة أو المختلطة (Composite Pavements)

يحتوي هذا النوع من الرصفات على طبقات إسفلتية وخرسانية وتكون الطبقة الإسفلتية فوق البلاطة الخرسانية

كطبقة إكساء (Overlay) بغية إعادة تأهيل أو إصلاح الرصفة، تستخدم الرصفات المركبة عند إعادة الإنشاء لمقاومة الحمولات المرورية العالية في الطرق الإستراتيجية.

2-8-3 عوامل التصميم (Design Factors):

أ- الحجوم والحمولات المرورية (Traffic and Loading).

- تقدير الحمولات المحورية يتم باستخدام الحمل المحوري القياسي المساوي وهذا يستلزم معرفة أنواع وعدد المركبات المتوقع مرورها على الطريق خلال العمر التصميمي .
- عند تصميم رصفة الطريق يلزم معرفة مساحة منطقة التماس بين عجلات المركبة وسطح الرصفة .
- يقل تأثير حمولة المركبات على رصفة الطريق بازدياد السرعة ولذلك تزيد سماكة الرصفة في مواقف الشاحنات والتقاطعات.

ب- البيئة المحيطة (Environment).

أهم العوامل البيئية التي تؤثر على تصميم الرصفات:

- تغير درجات الحرارة الذي يسبب حصول التشققات.
- زيادة معدل هطول المطر وتراكم الثلوج ترفع نسبة الرطوبة في طبقات الرصفة السفلية وتعمل على ارتفاع مستوى المياه الجوفية التي يجب أن تبقى على عمق 90سم على الأقل من سطح الرصفة.

ت- مواد الرصفة (Pavement Materials).

يجب توفر الخصائص التالية في المواد المكونة لطبقات الرصفة المرنة:

- يجب أن تتحمل الخلطات الإسفلتية التغير في درجات الحرارة.
- تناسب مواد الرصفة مع متطلبات التصميم مثلاً تكون مقاومة للتشققات أو تكون الطبقات السفلية للرصفة تقاوم التشوه الثابت الناتج عن زيادة الحمولات المحورية.
- دراسة إمكانية تحسين خصائص التربة الطبيعية عن طريق معالجتها بالإسمنت أو الجير أو أية مثبتات اخرى

الفصل الرابع : خدمات الطرق

4-1 مقدمة

4-2 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking)

4-2-1 أهداف علامات المرور

4-2-2 الشروط الواجب توافرها في العلامات

4-2-3 أنواع علامات المرور

4-3 الإنارة على الشوارع والطرق

4-3-1 فوائد الانارة

4-3-2 مواصفات الإنارة

4-4 المواقف

4-4-1 أهمية المواقف

4-4-2 انواع المواقف

4-4-3 تطوير المواقف

1-4 مقدمة

يشمل علم الطرق هندسة الطرق وهندسة المرور. وعند تصميم وانشاء الطريق وفتحها للسيارات لا بد من وجود امور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لنضمن حسن الاداء ولنمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي انشئت من اجله الطريق.

ان علم المرور يتطرق الى امور عدة كالاتجاهات والمسارب والانعطاف الى اليمين او اليسار والمسافات والتقاطعات والوقوف وغير ذلك ، وهذه الامور لا تقل اهمية عن الطريق نفسه ولذلك يجب تصميمها جنبا الى جنب اثناء تصميم الطريق ، كما يجب تنفيذها عند تنفيذ الطريق حتى تكون هذه الامور جزءا لا يتجزأ من هذا الطريق.

ان الاشارات والخطوط والتقاطعات واشارات الضوء والمواقف العامة واماكن التوقف وغير ذلك من الامور التي نراها على الطرق وضعت من اجل تنظيم حركة السير على الطرق . وسيتم التعرض لها بشيء من التفصيل في الفقرات التالية.

2-4 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking):

1-2-4 أهداف علامات المرور :

ان علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة او متقطعة ،مفردة او مزدوجة ،بيضاء او سوداء او صفراء ،كما انها قد تكون اسهما او كتابة (كلمات) . اما اهداف هذه العلامات هي :

1- تحديد المسارب وتقسيمها.
2- فصل السير في الاتجاهيين.
3- منع التجاوز .
4- منع الوقوف او التوقف.
5- تحديد اماكن عبور المشاة.
6- تحديد اولوية المرور على التقاطعات.
7- تحديد مواقف السيارات .
8- تعيين الاتجاهات بالاسهم (يمينا، يسارا ،الى الامام) لتحديد الاماكن التي يتجه اليها السائق.
9- تحديد جانبي الطريق .
10- اعطاء تعليمات ومعلومات الى السائق بكلمات مثل : اتجه الى اليمين ، توقف ، اعط اولوية وغير ذلك .

2-2-4 الشروط الواجب توافرها في العلامات :

ان هذه العلامات تنظم حركة السير للسائق والمشاة وتنقل التعليمات لهم ، هذا ويراعى في هذه العلامات ما يلي :

1- ان تكون صالحة للرؤية في الليل والنهار، وواضحة في كافة الاوقات والظروف.
2- ان تتوافق فيها الالوان .
3- ان تكون من مواد تعمر طويلا وتقاوم التزحلق.
4- ان تكون تعليماتها سهلة الفهم ومرئية من مسافة كافية.

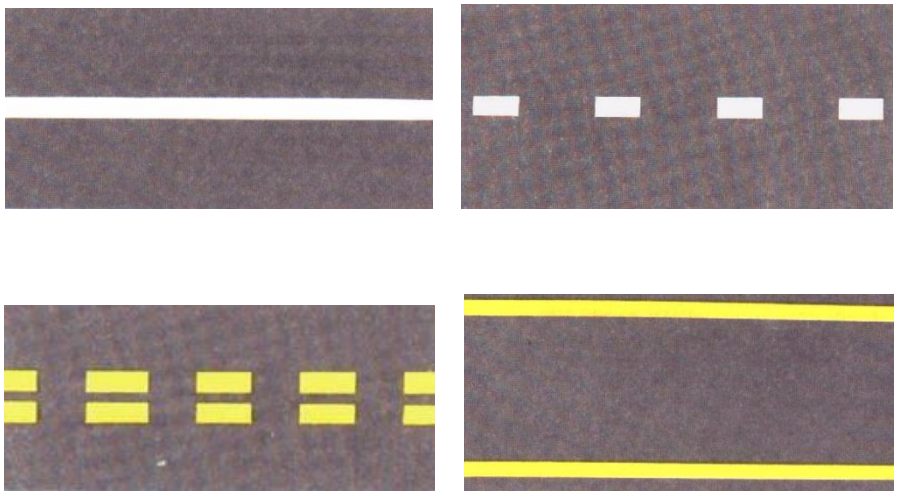
3-2-4 أنواع علامات المرور :

1-3-2-4 الخطوط:

تكون الخطوط بعرض 10 سم وهي اما متصلة امو متقطعة ، اما المتقطعة فتستعمل لتقسيم المسارب وفصل السير في الاتجاهين ، اما المتصلة فتستعمل لفصل السير ومنع التجاوز في ان واحد . فاذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب والمتقطع من جهة السير القادم .واذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب والقادم معا يصبح الخطان متصلان. ويستعمل الخط المتصل كذلك عند التقاطع لكي يبين حدود المنطقة التي يحظر الدخول اليها قبل التاكد من خلوها من السيارات .

توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة كما توضع خطوط صفراء متقاطعة في المناطق التي يحظر على السيارات المرور فوقها حيث تقوم هذه الخطوط مقام الجزر ، كما تحدد الخطوط مواقف السيارات

.



الشكل (4-1) انواع الخطوط في علامات المرور

4-3-2-2 الكلمات :

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف او اتجه يمينا ، اتجه يسارا ، اعط اولوية ، وغير ذلك. ويجب ان تكون الكلمات كبيرة لكي يتسنى قراءتها ، والا تزيد عن كلمة او كلمتين ، كما يجب ان تكون الاحرف مناسبة لموقع عين السائق.

4-3-2-3 الاسهم :

تستعمل الاسهم اما بدلا من الكلمات لتحديد الاتجاهات او مع الكلمات كسهم يتجه الى اليمين مع كلمة الى اليمين .

4-3-2-4 اللون :

يستعمل اللون الابيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الاصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات الا انه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع ارضية الطريق .

4-3-2-5 المواد العاكسة :

تستعمل بعض المواد التي تساعد على انعكاس الضوء خاصة في ايام الضباب حيث يوضع مع الدهان بلورات زجاجية خاصة .ويمكن الاستفادة من بعض انواع الحصمة وخاصة على الاكتاف لتأمين لون مخالف للون مسرب الطريق ، وهذا ضروري في الليل لكي يبين حدود المسرب . ان استعمال ادوات عاكسة كعيون القطط وغيرها عملية مفيدة جدا وتعكس الضوء من مسافات طويلة .

4-3-2-5 الاشارات :

4-3-2-5-1 الهدف من الاشارات :

تستعمل الاشارة لتوصيل المعلومات للسائق او الماشي ، وتتالف من لوحات رسم عليها اسهم او كلمات او الاثنان معا ، بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق .

2-5-3-2-4 أنواع الاشارات :

تقسم الاشارات الى اربعة انواع رئيسية ولكل نوع من هذه الانواع شكل خاص متعارف عليه حتى يسهل تفهمه من قبل السائق . وهذه الانواع هي:

1- اشارات التحذير : كاشارة انحدار او منعطف خطر وتكون هذه الاشارات مثلثلة الشكل .

2- اشارات الاوامر : كاشارة قف وتكون مستديرة .

3- اشارات المنع : كاشارة ممنوع المرور وتكون مستديرة.

4- اشارات التوجيه (التعليمات): كاشارات اماكن الوقوف والاستراحة وتكون مربعة الشكل او مستطيلة.

3-5-3-2-4 مواصفات الاشارات :

يجب ان يكون للاشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها ، فالاشارة يجب انو تكون واضحة للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة ، كما يجب ان تكون الكتابة على الاشارة واضحة ومفهومة للسائق من مسافة طويلة كافية لكي يتصرف طبقا للاشارة بدون ان ينصرف انتباهه عن الطريق . وحتى يتحقق ذلك فانه لا بد من الانتباه الى الامور الرئيسية التالية في الاشارة وهي :

1- أبعاد الاشارة : كلما كبرت الاشارة ضمن حدود المواصفات كلما تحسنت رؤية السائق لها .

2- تباين الالوان في الاشارة : ان التباين ضروري جدا لتحقيق غايتين هما ظهور الاشارة بالنسبة للمنطقة وظهور الكتابة بالنسبة للاشارة نفسها ،وهذا التباين يتحقق باستعمال الوان مختلفة ذات لمعانات مختلفة ، كان تكون الكتابة من لون فاتح واللوحة من لون داكن وان تكون اللوحة من لون يتباين مع لون الطبيعة المحيطة .

فاذا كانت الاشارة كبيرة فيجب ان تكون الكتابة باللون الفاتح (أبيض) على ارضية زرقاء او خضراء او صفراء . اما اذا كانت الاشارة صغيرة فيجب ان تكون الكتابة بالالوان الداكنة على ارضية فاتحة.

3- الشكل : يجب ان تكون الاشارات منتظمة الشكل وتتناسب مع الهدف الذي وضعت من اجله .
4- الكتابة : تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل هي نوع الكتابة ، حجم الاحرف ، وسماكة الخط ، والفسحات بين الكلمات والأسطر وعرض الهامش . ويجب ان يتم اختيار الكتابة التي تناسب ذلك .
5- الصيانة :يجب صيانة الاشارة وتنظيفها واعادة دهنها باستمرار حتى تبقى واضحة للسائق على مدار السنة .
6- الموقع :

يجب ان تكون الاشارة في موقع وارتفاع مناسبين لتسهيل رؤيتها وقراءتها من قبل السائق من مسافة كافية دون ان تضطره الى صرف انتباهه عن الطريق كما يجب ان توضع الإشارة قبل مسافة كافية –يحددها القانون- من المكان الذي تشير اليه ، وان تتناسب هذه المسافة مع سرعة السيارة . فإذا كانت الإشارة تدل على وجود مفرق طريق مثلا فانه يتوجب وضع الاشارة قبل المسافة القانونية من المفرق لكي تمكن السائق من تخفيف سرعته تمهيدا للدخول الى الطريق الفرعية . والجدول التالي يعطي فكرة عن المسافة اللازمة للسائق ليرى الإشارة ويتصرف حسب تعليماتها .

جدول (4-1) العلاقة ما بين سرعة السيارة و المسافة بين الاشارة والتقاطع التي تدل عليه الاشارة[18]

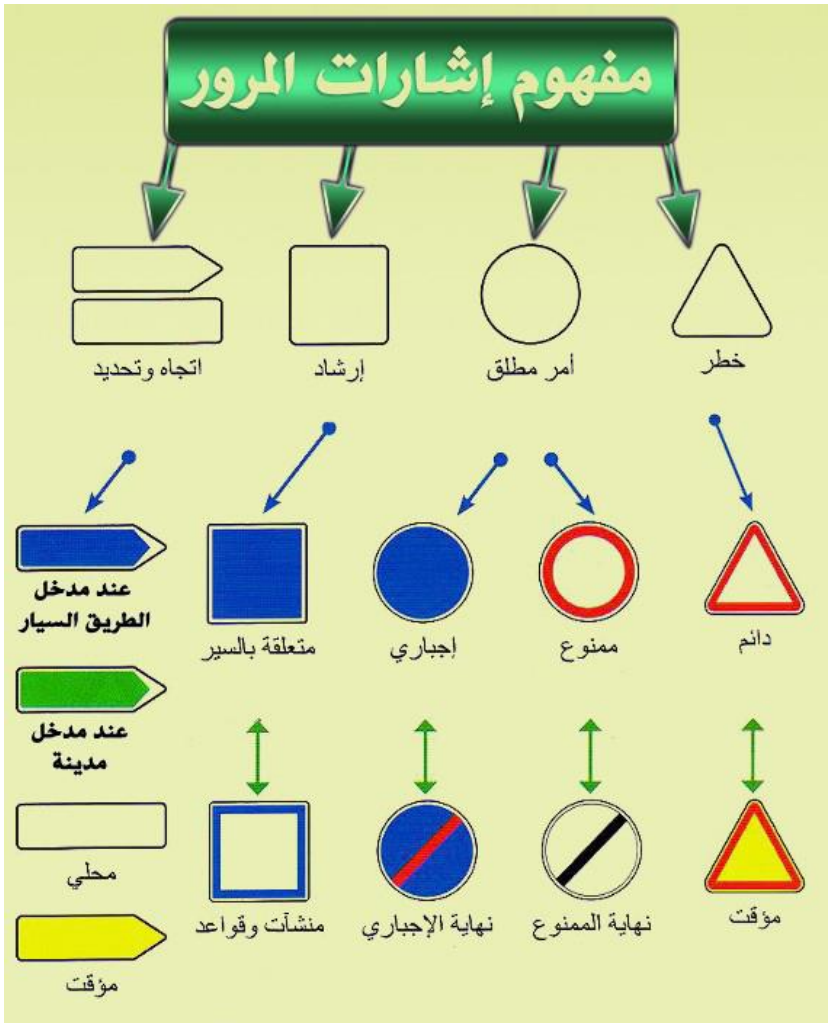
سرعة السيارة كم/ساعة	50	65	80	95	120
المسافة بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة (م)	45	90	150	220	300

7 – الرؤية في الليل :

حيث ان الاشارة مهمة للسائق في الليل والنهار فانه لا بد من تأمين الاضاءة لها او جعلها عاكسة للاضواء بحيث يراها السائق ليلا نهارا.

8- اشارات الطوارىء :

توضع اشارات مؤقتة عند وقوع حوادث او تعطيل سيارات او وجود ضباب وهذه الاشارات تكون متنقلة ويؤمن لها اضاءة كافية من بطاريات خاصة .



الشكل (4-2) مفهوم إشارات المرور[19]

4-3 الإنارة على الشوارع والطرق :

4-3-1 فوائد الانارة :

إن إضاءة الشوارع تخفض من حوادث الطرق كما تساعد الاضاءة السائق على قيادة سيارته في الليلة بنفس السرعة التي يقود بها نهارا ، مما يقلل من وقت الرحلة . والاضاءة مفيدة للمشاة حيث تجنبهم الاخطاء وتمكنهم من رؤية الطريق بوضوح بالاضافة الى انها ضرورية من النواحي الامنية .

تكلف الإضاءة أموالا كثيرة ثمنا للأعمدة والكوابل والتمديدات وثمنا للمصابيح الكهربائية وخلافها ، بالاضافة الى نفقات التشغيل اليومية ونفقات التنظيف والصيانة وغيرها . ولا بد من عمل دراسات الجدوى الاقتصادية قبل المباشرة في اضاءة الطريق بحيث يكون المردود الاقتصادي الناتج عن الإضاءة(كالتوفير في الوقت وتخفيض الحوادث وحفظ الامان للمشاة) يعادل أو يفوق تكاليف الإضاءة والتشغيل .

2-3-4 مواصفات الإنارة :

ان انارة الطريق عمل يتطلب دراسة وافية ومواصفات محددة مبنية على تجارب وابحاث سابقة . ولذلك يجب مراعاة ما يلي :

1- الاهتمام بمكان اعمدة الانارة من حيث تثبيتها في الجزيرة الواقعة في وسط الطريق او على الارصفة فقط او على الارصفة والجزيرة معا .

2- الاهتمام بابعاد الاعمدة كارتفاعها واطوال اذرعها والمسافات بينها ودراسة هذه الامور دراسة وافية .

3- الاهتمام بنوع المصابيح المستعملة ، حيث ان لكل نوع مزاياه ونواقصه ، فبعض المصابيح يتأثر بالامطار والرياح والضباب وبعضها يحتاج الى صيانة مستمرة .

4- دراسة نوع سطح الطريق ومدى قدرته على عكس الاضاءة حيث ان نوع المصابيح وتوزيع الاعمدة وغير ذلك من الامور التي تتاثر بنوع سطح الطريق ومقدرته على عكس الضوء .

5- الاهتمام بتوزيع الانارة حيث انها يجب ان توزع بانتظام لان ذلك يقرر توزيع الاعمدة وابعادها وقوة المصابيح وغير ذلك .

والخلاصة انه لا بد من دراسة كافة هذه الامور عند المباشرة في ايصال التيار الكهربائي للطريق بالاضافة الى دراسة الجدوى الاقتصادية حتى تحقق النتائج المطلوبة والفوائد المرجوة .

1-2-3-4 ارتفاع أعمدة الإنارة:

يختلف ارتفاع أعمدة الإنارة حسب عرض الطريق، ونوعية المصابيح المستخدمة،و حسب سطح الطريق، والمنطقة المحيطة بالأعمدة، وعادة يستخدم ارتفاع أعمدة الإنارة 7.62، 10.69،12.19 متر والمسافة عن مركز المصباح إلى جانب الطريق (overhangs) 1.5، 2، 2.5 متر على الترتيب.

2-2-3-4 المسافة بين أعمدة الإنارة:

حيث تختلف المسافة بين الأعمدة حسب العناصر التي تم ذكرها سابقا، وتستخدم نصف المسافة المستخدمة في الطريق على التقاطعات لتوفير الأمان والرؤية الكافية للجزر والاشارات.

ويوضح الجدول التالي العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطريق وارتفاع العمود.

جدول (4-2) توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق.[20]

GROUP	MOUNTING HEIGHT H M	EFFECTIVE WIDTH, W(M)										MAX OVERHANG (M)
		7.62	9.14	10.69	12.19	13.72	15.24	16.76	18.29	19.81	21.34	
		Maximum spacing , S (m)										
A1	7.26	30.5	25.36	21.3	18.3	16.8						1.82
	9.14	36.6	36.6	30.5	27.4	24.4	21.3	19.8				2.29
	10.69	42.7	42.7	42.7	38.1	33.5	30.5	27.4	24.4	22.9		2.59
	12.19	48.8	48.8	48.8	48.8	42.7	39.6	35.1	32.0	30.5	27.4	2.90
A2	7.62	33.5	30.5	25.9	22.9	19.8						1.82
	9.14	39.6	39.6	38.1	33.5	29.0	25.9	24.4				2.29
	10.69	47.2	47.2	47.2	45.7	39.6	36.6	33.5	30.5	27.4		2.59
	12.19	53.3	53.3	53.3	53.3	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5	2.90
A3	7.62	36.6	36.6	32.0	27.4	24.4						1.82
	9.14	44.2	44.2	44.2	39.6	**35.1**	32.0	29.0				**2.29**
	10.69	51.8	51.8	51.8	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5		2.59
	12.19	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9	56.4	51.8	47.2	42.7	39.6	2.90

حيث:

A1 : الإنارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الكثيف (Heavy traffic).

A2: الإنارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الطبيعي (Normal traffic) والتي يمر بها عربات كبيرة.

A3: الإنارة للشوارع ذات المرور المتوسط مثل الطرق الريفية الرئيسية (main rural roads) .

وبما أن عرض الشارع الذي نقوم بتصميمه حوالي 12 مترا، وتم اختيار ارتفاع العمود 10.69م ويقع الطريق ضمن المجموعة A3 ، وبناء على ما سبق فإن المسافة بين كل عامود إنارة والآخر ستكون 35.1 م (35 متر للتقريب) والمسافة من مركز المصباح إلى جانب الطريق 2.29متر.

4-4 المواقف:

1-4-4 أهمية المواقف:

عندما تصل السيارة إلى وجهتها فإنها تتوقف إما للعمل ،أو للنزهة، أو للتحميل أو التنزيل أو لأخذ ركاب وبالتالي فإنها تحتاج إلى مواقف. إن عدم توفير الموقف للسيارات يؤدي إلى ازدحام وخيبة أمل وخطر على حياة المواطنين.

ان مشكلة ايجاد مواقف للسيارات خاصة داخل المدن مشكلة معقدة وتزداد تعقيدا يوما بعد يوم خاصة وان عدد السيارات اخذ بالازدياد .

وحتى يتم حل هذه المشكلة فانه لا بد من جمع معلومات وإجراء مسوحات للمنطقة التي تتواجد فيها هذه المشكلة لمعرفة مساحة المواقف المطلوبة ،ومساحة الأماكن المتوفرة كمواقف ، من ثم توزيع المواقف المتوفرة وتنظيمها بالإضافة إلى بناء وتهيئة ما يلزم من مواقف إضافية لسد النقص .

2-4-4 انواع المواقف:

1-2-4-4 مواقف على الشارع:

وهو الاكثر شيوعا واكثرها قبولا عند الناس الا ان مثل هذا النوع من المواقف له مساوئه وهي :

أ- تعطيل السير وتاخيره وتخفيض سرعته اذا كان هناك صفا طويلا من السيارات الواقفة على جانبي الطريق .

ب – خفض سعة الشارع من حيث استيعابه لعدد السيارات التي ستمر فيه .

ج – تزداد حوادث الطرق بوجود السيارات الواقفة على جانب الطريق.

ان للوقوف على جانبي الشارع مزايا منها انه يسهل على المواطنين حركتهم وقضاء مصالحهم ولا يتسبب ذلك في اضرار اذا توفرت الشروط التالية :

1- اذا كان الشارع عريض.
2- اذا كان عدد السيارات الذي تستعمله قليل.
3- اذا كان السير باتجاه واحد.
4- اذا كان الوقوف على جانب واحد من الطريق فقط وهو الجانب الاقل كثافة من حيث حركة السير .
5- اذا كانت حركة المشاة على الطريق قليلة .
6- اذا سمح بالوقوف في اوقات وايام محددة تكون فيها حركة السير قليلة .

4-4-2-2 المواقف خارج الشارع :

اصبح الوقوف على جانب الشارع امرا صعبا خاصة في المدن ولذلك فقد اوجدت مواقف اخرى غير الشارع وهي :

1- الساحات
2- الموقف المتعدد الطوابق
3- المواقف تحت الأرض
4- المواقف على الأسطح
5- الكراجات الميكانيكية

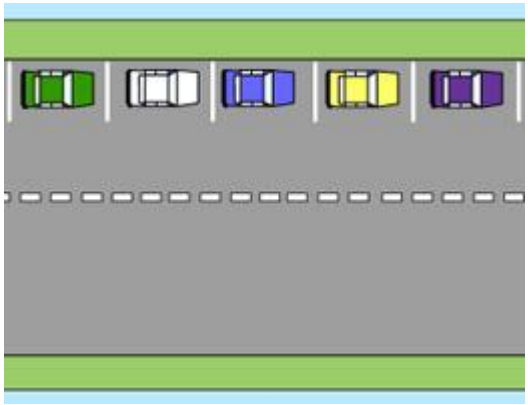
4-4-3 تطوير المواقف:

عند تصميم وتخطيط مواقف للسيارات يجب اخذ ظروف المنطقة التي ينشا الموقف لها بعين الاعتبار . وهناك عدة امور لابد من القيام بها وهي :

1- موقع الموقف: يجب ان يكون الموقف في مركز المنطقة التي تم انشاؤه فيها الا انه يجب ان لا يقع الموقف في منطقة حركة السيارات حتى لا يعيق حركتها وحركة المشاة ويشكل خطرا عليها .

2- المدخل والمخرج : يجب الانتباه الى المدخل والمخرج بحيث يكونا من مناطق الشوارع ذات الاتجاه الواحد حتى تسهل حركة السير كمان يجب ان يتم توفير مدخل امن للمشاة .

3- التحميل والتنزيل: تسبب الشاحنات إعاقة للسير وتعرض السيارات للخطر اثناء التحميل والتنزيل امام المخازن حيث لم يهيأ لها المكان المناسب ، وعليه فان التحميل والتنزيل يجب ان يكون خارج الشارع وفي اماكن خاصة للمخازن خاصة الشاحنات الكبيرة والتي تكون حركتها صعبة .



موقف موازي ع الشارع

الفصل الخامس : عيوب الطريق وأساليب معالجتها

1-5 المقدمة

2-5 تعريف بالمشاكل

3-5 عيوب الرصفة الإسفلتية

4-5 تجمع مياه الأمطار

5-5 مشكلة الإضاءة الغير كافية على الطريق

6-5 مشكله عدم توفر موقف لسيارات النقل العام وعدم توفر خط للمشاة:

1-5 المقدمة:-

تُعتبر برامج الصيانة الخطوة الهامة والضرورية بعد إنشاء الطريق للمحافظة عليه، وذلك لتأمين عمليات مرور آمنة ومريحة. وقبل تنفيذها لا بد من إجراء تقويم شامل للطريق لمعرفة العيوب الموجودة فيه وأسباب هذه العيوب من أجل تحديد أفضل وسائل الصيانة. ووجود دليل موحد لإجراءات تقويم الرصفات الطرق يُسهل عملية التشخيص الصحيح لحالة الرصفات بالأسلوب المنهجي ويُعتبر الحد الأدنى للمحافظة على شبكات الطرق وتوظيف مخصصات صيانتها بالشكل الصحيح.

لصيانة الطرق عدة أعمال منها ظاهرة أو غير ظاهرة.

- الظاهرة : كحفر الإسفلت أو التربة أو الكهرباء أو مصافي تصريف الماء أو الفاصل الخرساني.
- الغير ظاهرة: التمديدات الكهربائية ، الطبقات الترابية ، أنابيب المياه والصرف الصحي، عبارات تصريف مياه الشتاء، والهاتف.

تعاني الطرق من مشاكل عدة تنعكس على أمن وسلامة مستخدميه ،لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل المتمثلة في طريق السهل – خلة المية والعمل جاهدين على إيجاد حلول لها ، فبعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودراسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سنعرض لكم بالصور هذه المشاكل مع شرح لكل منها والاقتراحات الممكنة لحل هذه المشاكل.

2-5 تعريف بالمشاكل

يعاني الطريق من المشاكل التالية:

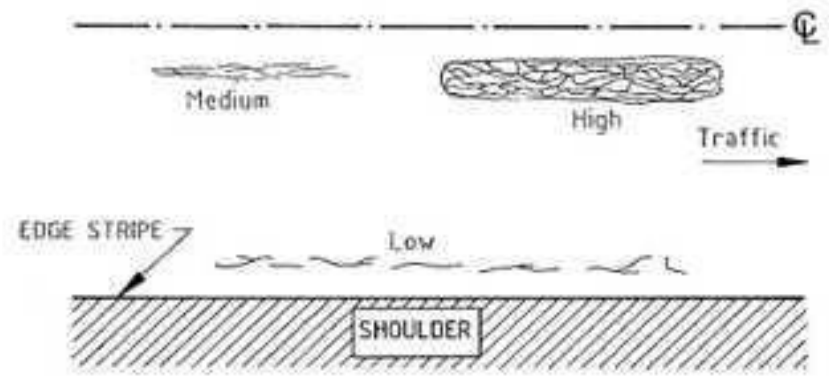
- عيوب الرصفة الإسفلتية.
- ضيق الطريق.
- سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار.
- بسبب ضيق الطريق يظهر استغلال المركبات لجوانب الطريق الغير معبدة كجزء من الطريق .
- الإضاءة غير كافية على الطريق وهناك مسافة طويلة من الطريق لا يوجد فيها إضاءة .
- عدم وجود إشارات مرورية على الإطلاق

1-3-5 الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل Alligator/Fatigue Cracking:-

الوصف : الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل عبارة عن شقوق متداخلة متوالية حدثت نتيجة انهيار الكلل للخرسانة الإسفلتية تحت تأثير الأحمال المتكررة. تبدأ هذه الشقوق تحت سطح الإسفلت حيث إجهاد وانفعال الشد عالي تحت الإطار، ثم تنتشر إلى السطح في شكل شقوق طولية متوازية. ونتيجة تأثير أحمال الحركة المتكررة تبدأ هذه التشققات في التواصل في كل الاتجاهات وفي شكل زوايا حادة مكونة شكلاً يشبه جلد التمساح ومن هنا جاءت تسميتها بالشقوق التمساحية.

تحدث هذه الشقوق دائماً في المواقع التي تكون فيها أحمال الحركة متكررة وخاصة في مسارات الإطارات.

ويُبين الشكل رقم (6- 1) رسماً لهذه الشقوق ومستويات الشدة وموقعها من الطريق.



الشكل رقم (5- 1) رسمة الشقوق التمساحية.

الشكل رقم (5- 2) الشقوق التمساحية.

الأسباب المحتملة

تتضمن الأسباب المتوقعة للشقوق التمساحية سبب أو أكثر من الأسباب التالية:

1- تلف الطبقة الإسفلتية نتيجة لتلف الطبقة السفلية بسبب الأحمال المرورية المتكررة.
2- عدم ثبات حالة طبقة الأساس الإسفلتي أو طبقة تحت الأساس بسبب هبوط زائد للسطح.
3- ضعف طبقة الأساس الحجري مما جعلها غير قادرة على الهبوط الزائد الناتج من الأحمال المرورية.
4- تقادم المواد الإسفلتية بفعل الزمن.
5- عدم كفاية سماكة طبقات الرصف.
6- ضعف تصريف في طبقتي القاعدة وتحت الأساس.

طرق المعالجة المقترحة

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للشقوق التمساحية حسب الشدة والكثافة.

طريقة القياس:

يتم قياس مستويات الشدة بحساب المساحة المتأثرة بالشقوق بالمتر المربع، فمثلا إذا كان شق واحد فمساحته هي طوله بعرض واحد متر، كما يتم تحديد كل مستوى شدة لوحده، أما إذا كان هناك منطقة تتداخل فيها مستويات الشدة الثلاثة فيتم اختيار مستوى الشدة الأكثر كثافة. وتقاس كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة .

جدول رقم (5- 1) صيانة الشقوق التمساحية .[1]

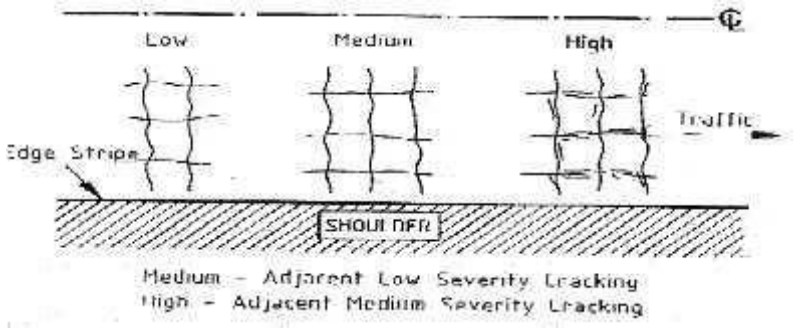
الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل Alligator/Fatigue Cracking			
الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين 11-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	ملاط إسفلتي Slurry Seal	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	ترقيع عميق* Deep Patching	ترقيع عميق* Deep Patching	ترقيع عميق* Deep Patching
عالية	ترقيع عميق* Deep Patching	ترقيع عميق* Deep Patching	إعادة إنشاء* Reconstruction

(*) في حالة تبين أن سبب الشقوق التمساحية هو ارتفاع منسوب المياه تحت السطحية (الجوفية)، فإنه يجب إصلاح الطبقات الترابية (الأساس وما تحت الأساس) كما يجب عمل تصريف جيد للمياه حتى لا تصل إلى طبقات الرصف حسب البند الخاص بذلك في مواصفات الصيانة.

2-3-6 الشقوق الشبكية (Block cracking)

الوصف:-

الشقوق الشبكية هي شقوق متداخلة تقسم الطبقة إلى قطع مربعة بأبعاد حوالي ٣٠×٣٠ سم إلى ٣×٣ متر. وتختلف الشقوق الشبكية عن الشقوق التمساحية بأن الأخيرة تكون بشكل قطع صغيرة وبعدة أضلاع وزوايا حادة وتوجد في مسارات الإطارات، بينما توجد الشقوق الشبكية في كل مكان على سطح الرصف. وتكثر الشقوق الشبكية في الطرق والشوارع ذات الأحجام المرورية المتدنية وفي ساحات مواقف السيارات.



الشكل رقم (5- 3) رسمة الشقوق الشبكية.

الشكل رقم (5- 4) الشقوق الشبكية.

الأسباب المحتملة

تُعتبر الشقوق الشبكية من العيوب الوظيفية والإنشائية والسبب الأساس لهذه الشقوق هو الانكماش الحراري للمواد الإسفلتية الرابطة نتيجة للانفعال والإجهاد الدوري، كما يُشير ظهور هذه الشقوق إلى تصلب الإسفلت بدرجة كبيرة. غير أن الشقوق الشبكية من العيوب غير المتعلقة بالأحمال بالرغم من زيادة مستوى شدتها نتيجة لتأثير الأحمال، كما أن الخرسانة الإسفلتية الضعيفة تُعجل من بداية ظهور هذه الشقوق.

طرق المعالجة المقترحة

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للشقوق الشبكية حسب الشدة والكثافة .

طريقة القياس :

تُقاس الشقوق الشبكية بالمتر المربع للمنطقة المتأثرة ولجميع مستويات الشدة. وتقاس كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة.

جدول رقم (5- 2) صيانة الشقوق الشبكية .[٢]

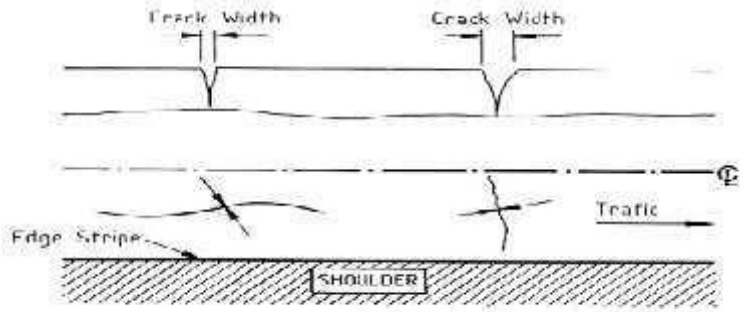
الشقوق الشبكية Block cracking			
الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين 11%-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing	ملاط إسفلتي* Slurry Seal
عالية	ملاط إسفلتي* Slurry Seal	ملاط إسفلتي* Slurry Seal	طبقة إسفلتية رقيقة* Thin Overlay

*يجب ملء الشقوق قبل تنفيذ الملاط الإسفلتي أو الطبقة الرقيقة.

3-3-6 الشقوق الطولية والعرضية Longitudinal and Transverse Cracks :-

الوصف :

الشقوق الطولية هي شقوق تمتد موازية لمحور الطريق، أما الشقوق العرضية فهي تمتد بعرض الرصف تقريباً متعامدة مع محور الطريق. تعتبر هذه الشقوق عيوب إنشائية (ضعف طبقة الرصف) وعيوب وظيفية (خشونة سطح الرصف)، لذلك فهي من العيوب التي لا تتعلق بالأحمال المرورية، لكن الأحمال والرطوبة تُعجل بتدهور هذه الشقوق.



الشكل رقم (5- 5) رسمة الشقوق الطولية والعرضية.

الشكل رقم (5- 6) الشقوق الطولية والعرضية.

الأسباب المحتملة

عدم جودة تنفيذ فواصل المسار (في حالة الشقوق الطولية) .

انكماش سطح الطبقة الإسفلتية نتيجة لانخفاض درجة الحرارة أو تصلب الإسفلت .

الشقوق الانعكاسية الناتجة عن الشقوق السفلية تحت الطبقة السطحية مثل شقوق البلاطات الخرسانية الأسمنتية (لكن لا تتضمن فواصل البلاطات الخراسانية).

طرق المعالجة المقترحة

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للشقوق الطولية والعرضية حسب الشدة والكثافة.

طريقة القياس :

تُقاس الشقوق الطولية والعرضية بحساب المساحة المتأثرة بالمتر المربع ويُسجل كل مستوى من مستويات الشدة منفصلاً عن الآخر في المقطع الواحد . فمثلاً إذا كان شق واحد فمساحته هي طول الشق وبعرض متر واحد. وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة.

الشقوق الطولية والعرضية

Longitudinal and Transverse Cracks

الكثافة / الشدة	منخفضة	متوسطة	عالية
	أقل من 10%	مابين 11%-50%	أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا (Do Nothing)	لا تفعل شيئا (Do Nothing)	لا تفعل شيئا (Do Nothing)
متوسطة	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing
عالية	ملاط إسفلتي Slurry Seal	ملاط إسفلتي Slurry Seal	طبقة إسفلتية رقيقة Thin Overlay

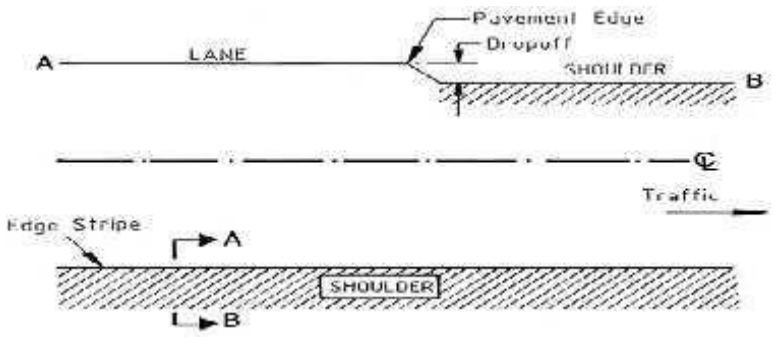
جدول رقم (5- 3) صيانة الشقوق الطولية والعرضية .٣

4-3-6 هبوط الأكتاف Lane Shoulder Drop

الوصف:-

هي اختلاف بين مستوى حافة الرصف وسطح الأكتاف، وعادة يكون مستوى الأكتاف أقل من مستوى المسار المجاور.

الشكل رقم (5-7) رسمة لهبوط الأكتاف



الأسباب المحتملة

تتضمن أسباب هبوط الأكتاف تعري وهبوط الأكتاف، أو تنفيذ المسارات الحاملة Carriageway بدون ضبط مستوى الأكتاف.

طرق المعالجة المقترحة

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة لعيب هبوط الأكتاف حسب الشدة والكثافة.

طريقة القياس

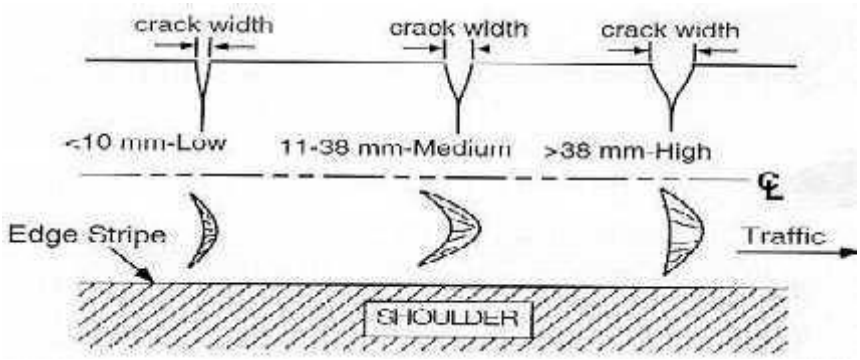
يُقاس هبوط أكتاف المسارات بالمتر الطولي. وتقاس المساحة المتأثرة لهذا العيب بطول المنطقة المتأثرة مضروباً بمتر واحد، وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة.

جدول رقم (5- 4) صيانة هبوط الأكتاف .[٤]

Lane Shoulder Drop هبوط الأكتاف			
الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين 11%-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder
متوسطة	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder
عالية	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder

5-3-6 الشقوق الإنزلاقية Slippage Cracks

الوصف:- هذه الشقوق لها شكل نصف هلال وتنتقل عادة باتجاه الحركة. وتظهر الشقوق الإنزلاقية في مواقع استعمال مكابح السيارات حيث تسبب انزلاق أو انهيار لطبقة الرصف.



الشكل رقم (5- 8) الشقوق الإنزلاقية.

الشكل رقم (5- 9) الشقوق الإنزلاقية.

الأسباب المحتملة

1. ضعف الربط بين طبقة السطح والطبقات المتتالية لهيكل أو بناء الرصف.
2. انخفاض مقاومة الخلطة الإسفلتية .

طرق المعالجة المقترحة

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة لتقاطع للشقوق الإنزلاقية حسب الشدة والكثافة .

طريقة القياس :

تُقاس المساحة المتأثرة بالشقوق الإنزلاقية بالمتر المربع. وتحسب الكثافة بقسمة المساحة المتأثرة بالعيب على المساحة الكلية للمقطع الممسوح .

الشقوق الإنزلاقية Slippage Cracks

الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين 11%-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	ملاط عازل Slurry Seal	ملاط عازل Slurry Seal
متوسطة	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching	ترقيع سطحي Surface Patching
عالية	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching	ترقيع عميق Deep Patching

جدول رقم (5- 5) صيانة الشقوق الإنزلاقية .°

°

4-5 تجمع مياه الأمطار:

إحدى المشاكل الرئيسية في الطريق هي مشكلة تجمع مياه الأمطار بكميات كبيره في عدة مناطق على الشارع حيث يشكل الماء خطرا كبيرا على الطريق سواء إذا سقط عليها مباشرة، أو سال عليها من الجوانب، فالماء الذي يسقط على سطح الطريق يخرب هذا السطح و يضعفه سواء كان السطح ترابيا أو حصويا أو إسفلتيا، فإذا سقط الماء على سطح الطريق فإنه قد يتغلغل ويتسرب بين الإسفلت و حبات الحصمة، ويشكل حاجز بينهما، فعند سير المركبات على هذا الطريق تصبح عملية اقتلاع الحصمة أكثر سهولة، وبتكرار هذه العملية، تغلغل للماء واقتلاع للحبيبات، يزداد الخراب ويستفحل، مما يحدث حفرا تتجمع فيها المياه في وسط الطريق.

وإذا كان سطح الطريق الإسفلتي مساميا أو متشققا، فإن الماء يتسرب من هذه الشقوق إلى السطح الترابي و يتسبب في إضعاف الأساس الترابي فيهبط هذا الأساس تحت ثقل السيارات، فمن المعروف أن التربة تكون قوية جدا وهي جافة، وضعيفة جدا وهي رطبة، لذلك فإننا نخلط التربة بالماء أثناء إنشاء الطريق، لتسهيل عملية دمك هذه التربة، حيث تقوم المياه بتشحيم حبات التراب و تسهيل حركتها أثناء الدمك، وبعد انتهاء عملة الدمك ننتظر حتى يتبخر الماء الموجود مع التربة.

طريقة المعالجة

فالطريقة العلمية لتصريف مياه الأمطار تبدأ من قبل أن ترصف الطرقات وتعبد بأن تقام مجاري مياه تحت الأرصفة إما من اليمين أو اليسار أو كليهما أو بالرصيف الوسطي فيما بين المسارين .وبعد أن ينتهي عمل تلك المجاري ، يجب أن تنشأ الطرقات بشكل مائل نحو تلك المجاري كما في الأشكال التالية :

الشكل(5- 10) إقامة مجاري المياه تحت الأرصفة.

5-5 مشكلة الإضاءة الغير كافية على الطريق :-

إن عدد حوادث التصادم المميتة التي قد تقع في الليل هو ثلاثة أضعاف الحوادث التي تقع في ساعات النهار وكذلك القيادة في الليل أخطر لأن المسافة التي يمكن أن يراها السائق أمامه أقل بكثير.

طريقة المعالجة :تكثيف الإضاءة على الطريق لمساعدة السائقين على الرؤية بوضوح أثناء القيادة ليلا للتقليل من نسبة الحوادث وتوفير الأمن والسلامة للمشاة، ولا بد من مراعاة الشروط التالية بخصوص مواصفات الإضاءة:

- الاهتمام بمكان أعمدة الإضاءة من حيث تثبيتها على طرفي الطريق (الأرصفة) أو على الجزيرة الوسطية إن كان الطريق ذو مسارين.
- الاهتمام بأبعاد الأعمدة كارتفاعاتها والمسافات بينها وتوزيعها على طول الطريق .
- الاهتمام بنوع المصابيح المستعملة بحيث أن لا تكون مصنوعة من مواد سريعة التلف أو مواد تتأثر بالعوامل البيئية والجوية.
- دراسة مدى قدرة الطريق على عكس الإضاءة .

الفصل السادس: التصميم الانشائي للطريق .

6-1 المقدمة.

6-2 الرصف المرن(Flexible pavement).

6-3 العوامل المؤثرة على التصميم.

6-4 طرق تصميم الرصفة المرنة.

6-5 تصميم الرصفة المرنة حسب نظام (AASHTO).

1-6 المقدمة :-

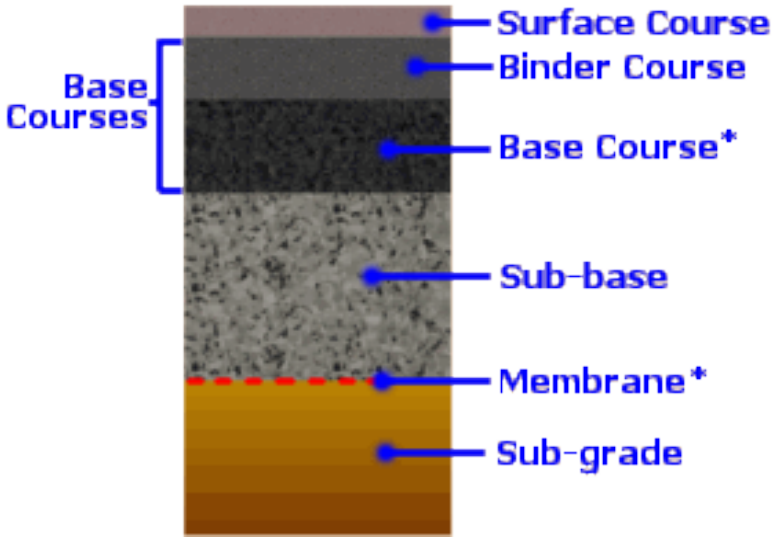
يعتبر التصميم الانشائي لأي مشروع طرق اللبنة الاساسية التي تمثل قوة المشروع وعمره التشغيلي، والمتمثلة بتحديد سماكة رصفات المشروع ،والتي تعتمد على نوع وحجم المرور وعمر التصميم والذي يكون عادة بحدود عشرين عاما، وتنقسم أنواع الرصفات الى ثلاث انواع: الرصف المرن(Flexiblepavement) والذي يتمثل بالطرق الاسفلتية وهو النوع المستخدم في المشروع ، والنوع الصلب (Rigidpavement) والمتمثل في الطرق الخرسانية والتي تعمل كجسر محمل على الأرض وعليه أحمال حية ووزنه كحمل ميت، والنوع المركب (CompositePavement) والممثل في الطرق التي تحتوي اسفلت وخرسانة اي مركبة ، وسيتم استعراض كيفية تصميم الرصفة المرنة مع تطبيق المشروع كمثال على التصميم.

2-6 الرصف المرن (Flexible pavement) :-

1-2-6 مكونات الرصفة المرنة:-

الشكل التالي يمثل طبقات الرصفة المرنة والمتمثلة بالقاعدة الترابية(SUBGRADE) وطبقة ما تحت الاساس(SUBBASECOURSE))وطبقة الاساس(BASECOURSE) وطبقة الاسفلت(SURFACEASPHALT)والتي يجب تصميمها بحيث تعطي كل منها القوة التي يجب ان تتحملها.

الشكل (6-1)طبقات الرصفة المرنة.



الشكل (6-2)طبقات الرصفة المرنة.

- **الطبقة الترابية(Sub Grade):-**

وهي تمثل الارض الطبيعية في منطقة المشروع،حيث يتم فحص قوة تحملها وان لم تجتز الفحوصات فمن الممكن جلب تربة من مكان آخر تطابق المواصفات ودمكها في منطقة المشروع لتشكل هذه الطبقة ، وهي تشكل القاعدة التي يرتكز عليها الطريق.

- **طبقة ماتحت الاساس (Sub Base) :-**

هي الطبقة التي تكون تحت طبقة الأساس وفوق القالب الترابي (التربة الطبيعية) وتتكون من تربة طبيعية محسنة أو من مواد بحصية ذات مواصفات أدنى من مواصفات مواد طبقة الأساس وذلك لأنها بعيدة عن تأثير حركة المرور والعوامل الجوية .

- **طبقة الاساس(Base Course):-**

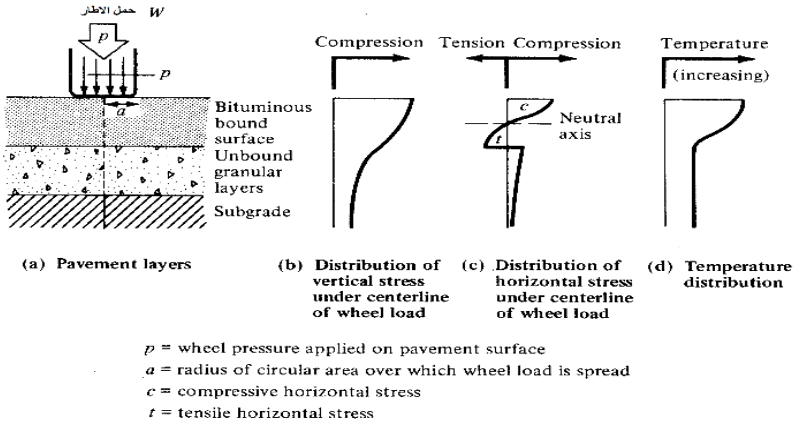
حيث توضع مباشرة فوق طبقة ما تحت الأساس أو فوق طبقة القاعدة الترابية في حال عدم وجود طبقة ما تحت الأساس بناء على متطلبات التصميم، وهي في العادة من مادة (البيسكورس)، وقد يتم تنفيذها على أكثرمن طبقة في حال تعدت سماكتها 20 سم.

- **طبقة الاسفلت (Surface Course):-**

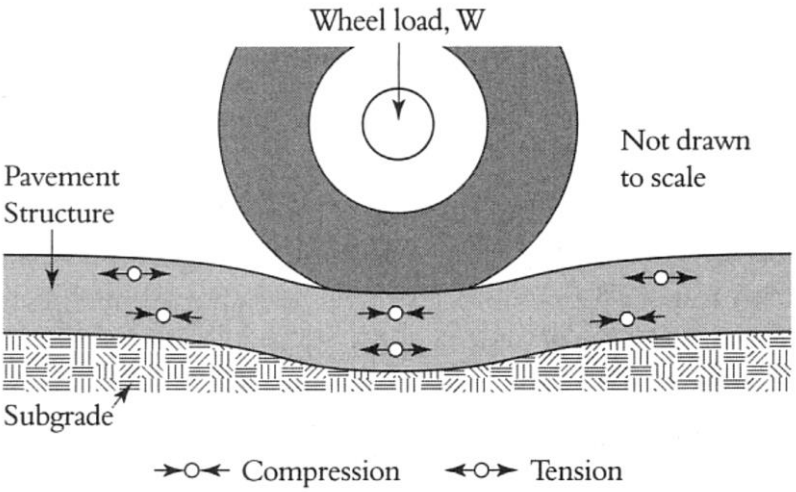
حيث تمثل السطح الذي سيتعرض للأحمال مباشرة والعوامل الجوية وهي الحامية للطبقات الأخرى من العوامل الجوية ، وتختلف مواصفاتها حسب المنطقة الجغرافية كونها تتأثر بالعوامل الجوية وخاصة الحرارة، ويمكن أن تنفذ أيضا على أكثر من طبقة.

2-2-6 المبدأ الذي يرتكز عليه تصميم الرصفة المرنة:-

يعتمد المبدأ الأساسي للتصميم على أن الاحمال تنتقل من طبقة لأخرى ، وأن طبقة القاعدة الترابية ذات بعد لا نهائي بالاتجاهين الافقي والرأسي ، ويمثل إطار المركبة الحمل الذي يؤثر على الطبقات كما في الاشكال التالية:

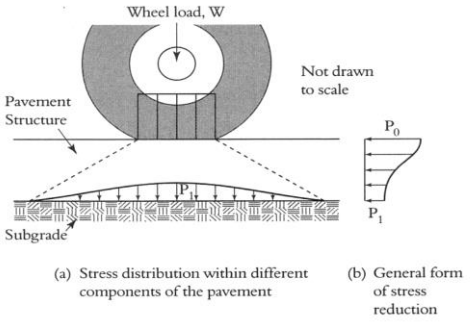


الشكل (6- 3)تأثير الأحمال على طبقات الرصف[21].



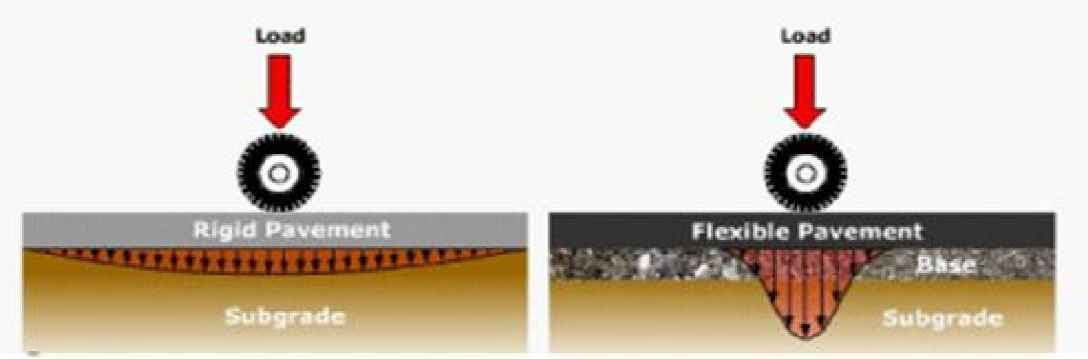
الشكل (6-4)اتجاه الأحمال الداخلية في الرصف.

حيث تتحول الأحمال العمودية الى أحمال ضغط وشد في داخل طبقات الرصف ، ويتم توزيع الأحمال الناتجة من الاطار كما في الشكل التالي:



الشكل (6-5) توزيع الأحمال الناتجة من الاطار[22].

- **و مقارنة الرصف الصلب والرصف المرن من حيث توزيع الاحمال :**



الشكل (6- 6) توزيع الأحمال الناتجة من الاطار في كل من الرصف المرنه والرصف الصلب .

يتمثل الاختلاف الهيكلي الأساسي بين الرصيف الصلب والمرن في الطريقة التي يوزع بها كل نوع من الأرصفة أحمال حركة المرور على الطبقة الفرعية ، يحتوي الرصيف الصلب على صلابة عالية جدًا ويوزع الأحمال على مساحة واسعة نسبيًا من الطبقة السفلية .

قبل البدأ بعملية التصميم لأي طريق يجب اختبار تربة الارض الطبيعية واختيار طبقات الرصف واختبار خصائصها الانشائية، ويعد اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا من أهم هذه الاختبارات وفيما يلي توضيح للإختبارات التي تمت على رصفة القاعدة الترابية.

3-6 العوامل المؤثرة على التصميم :-

1-3-6 من اهم العوامل التي يجب ان تؤخذ في الاعتبار اثناء التصميم هي :-

1. الحجم المروري .
2. نوع المرور والمركبات التي ستستخدم هذا الطريق بشكل عام.
3. خصائص التربة وفحوصاتها.
4. العوامل البيئية لمنطقة الطريق والدراسات العامة التي تحدد هذه السماكات.

4-6 طرق تصميم الرصفة المرنة :-

1. **طرق تجربّة تعتمد على زاوية تحمّل الحمل:-**

أ- طريقة ماساشوست (Massachusetts Method).

ب- طريقة جراي(Gray Method).

2. **طرق تجربّة تعتمد على اختبارات تصنّف التربة ومقاومة التربة :-**

أ- طريقة معامل المجموعات (Group Index Method).

ب- طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا (CBR Method).

ت- طريقة الظغط في ثلاث اتجاهات (Triaxial Method).

ث- طريقة بيرمستر(Burmister Method).

ج- طريقة دليل الاشتو(AASHO Method).

- وفي مشروعنا هذا سيتم استخدام طريقة الاتحاد الامريكي لطرق الولايات والنقل (AASHTO) لاستخدامها وشيوعها في بلادنا العربية.

5-6 تصميم الرصفة المرنة حسب نظام (AASHTO) :-

1-5-6 العناصر التي يعتمد عليها التصميم:-

1. الأحمال التصميمية Design Loads.
2. الحمل المكافئ لمحور مفرد Equivalent Single Axle Load (ESAL).
3. معامل حمل المحور المكافئ(LF) Axle Load Factor .
4. فرق مستوى الخدمة للطريق (ΔPSI) Serviceability Loss .
5. الرقم الإنشائي (SN) Structure Number .
6. معاملات الطبقات(a1, a2, a3) Structure Layers Coefficients .
7. معاملات تصريف المياه (m2, m3) water Drainage Coefficient.
8. معامل درجة الثقة(R) Reliability .
9. طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا CBR .
10. معامل المرونة (MR) Resilient Modulus.

- **يتم التصميم حسب الخطوات التالية:-**

1. **حساب الحمل المكافئ لمحور مفرد(Equivalent Single Axle Load (ESAL[23]:-**

TheEquivalentSingle AxleLoad canbedetermined using equation:

$$EquivalentSingleAxleLoads=ESAL_s=ADT.GF.T.A.LF.365$$

Where:

ESALs= number of repetition of single axle load 18 kib (18000 id) (80 KN).

ADT= average annual daily traffic for all axes.

GF= growth factor in traffic volume.

T= percent of trucks in design lane.

A= percent of axle load.

LF= axle load factor

LF is determine using Table (3-5) , GF is determine using Table (2-5) , T is determine using Table(-5 1).

يتم اختيار معامل T من الجدول التالي :

الجدول (1-6)قيمة معامل T .

Percentage Truck in Design Lane(%) نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية	Number Of Traffic Lanes (Two Directions) عدد حارات الطريق (في الاتجاهين)
50	**2**
45 (35-48)	4
40 (25-48)	6 or more

- **ونظرا لأن المشروع يتكون من مسرب في كل اتجاه فإن قيمة المعامل للمشروع هي 50.**

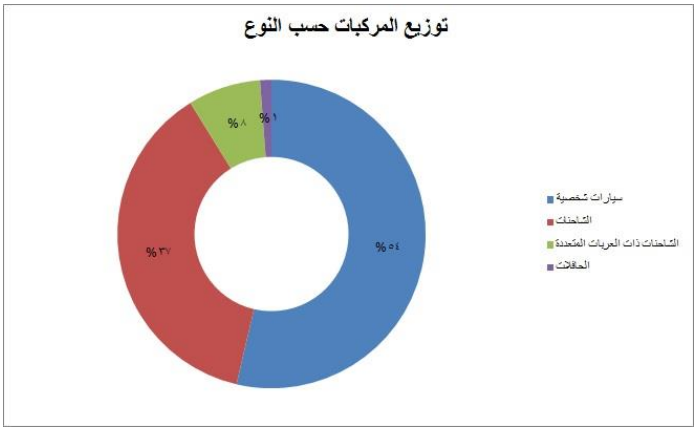
أما قيمة growth factor (Gf) فيتم الحصول عليه من الجدول التالي:-

الجدول (6-2)قيمة معامل GF .

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	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	22.58	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	2.21	30.48	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	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

- عنـد تصـميم الطـرق عـادة يـتم اعتبـار ان صـلاحية الطريـق **20**عامـا مسـتقبليا، وتوقـع نسـبة الزيادة السنوية 5% فتكون قيمة **Gf = 33.06**.

✓ معدل المرور اليومي للشارع ADT **499 مركبة/يوم**.



الشكل (6-7) توزيع المركبات حسب النوع

2. معامل حمل المحور المكافئ(Axle Load Factor (LF)) ،يتم اختيار معامل LF من الجدول التالي

يبن الجدول بعض من قيم الاحمال المكافئة ، حيث يعتمد معامل المكافيء للاحمال على عدة عوامل كما هو في الجدول .

الجدول (3-6)قيمة معامل LF.

Axle Type (lbs)	Axle Load		Load Equivalency Factor (from AASHTO, 1993)
	(kN)	(lbs)	Flexible
Single Axle	8.9	2000	0.0003
	17.80	4000	0.002
	31.15	7000	0.0195
	62.3	14000	0.399
	80.0	18000	1.000
	89.0	20000	1.4
Tandem axle	97.8	22000	0.18
	105.8	24000	0.26
	111.2	25000	0.308
	115.6	26000	0.354
	120	27000	0.425
	124.5	28000	.0495

وقد تم تحديد المعامل المكافئ للأحمال كما يلي:

Load Equivalency Factor For CARS ($FL_{(car)}$) = 0.0003 (Single Axle)

Load Equivalency Factor For BUSSES ($FL_{(bus)}$) = 0.0195 (Single Axle)

Load Equivalency Factor For TRUCKS ($FL_{(truck)}$) = 0.26 (Tandem Axle)

Load Equivalency Factor For TRUCKS TROLLEYS ($FL_{(TRUCKS\ TROLLEYS)}$) = 0.425 (Tandem Axle)

وبالتالي فإن قيمة الحمل المكافئ لمحور مفرد(ESALs)[24]:-

$$ESAL = ADT \times GF \times T \times A \times LF \times 365$$

ESAL(CAR) $=269\times33.06\times0.50\times2\times0.0003\times365=977.419$

ESAL (BUS) $=5\times33.06\times0.50\times2\times0.0195\times365= 1176.52$

50.67*3*.ESAL (TRUCKS) $=185\times33.06\times0.50\times2\times0.260\times365=580418$

ESAL (TRUCKSTROLLEYS)$=40\times33.06\times0.50\times4\times0.425\times365=992846$

ESAL TOTA l= 992846 = **1.0 * 10^6**

3. معاملات تصريف المياه ((water Drainage Coefficient (m2, m3 :-

وهـــي تعكـــس مقـــدرة طبقتـــي الأســـاس والأســـاس المســـاعد علـــى تصـــريف الامطـــار ويـــتم تقـــديرها علـــى اساس سرعة تصريف المياه من الطبقة والجدول التالي يبين قيم هذه المعاملات :

الجدول (6 -4)قيمة معاملات تصريف المياه.

كفاءة التصريف Drainage Coeficient	مناطق صحراوية Desert Region	مناطق زراعية Agricultural Region
GOODجيدة	1.15-1.25	1.00
POORضعيفة	1.05-0.80	0.60

- **حيث ستكون قيمة M2,M3 تساوي 1.00**

4. فرق مستوى الخدمة للطريق ((Serviceability Loss (ΔPSI) .

هو عبارة عن الفرق بين مستوى الخدمة الابتدائي (Initial PSI) ومستوى الخدمة النهائي (FINAL PSI).

a. Initial PSI = 4 – 4.5

b. Final PSI = 2

$\Delta PSI = Initial\ PSI - Final\ PSI = 4-2=2$ **, $\Delta PSI = 2$**

5. معامل درجة الثقة(Reliability (R) :-

يقصد بدرجة الثقة أو الاعتمادية إدخال درجة من التأكيد في عملية التصميم لضمان أن خيارات التصميم يمكنها الاستمرار طوال العمر التصميمي للرصف ، ولأي مستوى معين من درجة الثقة(R)، والجدول التالي يعطى القيم المقترحة لدرجة الثقة(R) :-

الجدول (5-6)قيمة معامل درجة الثقة((Reliability (R).

تصنيف الطريق Type OF Road	القيم المقترحة لدرجة الثقة (R)	
	طريق حضري URBAN	طريق ريفي RURAL
طريق سريع Expressway	99.9-85	9909-80
طريق رئيسي Major	90-80	95-75
طريق تجميعي Collector	95-80	95-75
طرق محلية زراعية Local	80-50	80-50

- **وسوف نختار قيمة معامل درجة الثقة 90 كما هو موضح في الجدول .**
- **يتم اخذ قيمة الانحراف المعياري الكلي (S_o) طبقا للاشتو من0.3–0.5 ، وسنعتمد في المشروع قيمة 0.35 .**

6. طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا (CBR) :-

تجربة مخبرية لقياس الضغط اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة تحميل معينة في عينة من التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة ومقارنتها مع نتائج اختبار تربة قياسية. وتهدف إلى تحديد قوة تحمل التربة الأساسية وطبقة أساس الطرق والمطارات .

- ولان المشروع يحتوي فقط على تربة طينية فقد تم عمل فحص (CBR) في المختبر وكانت قيمة (CBR) حسب الفحوصات تساوي **8**%.

الجدول (6 -6)قيمة تحمل كاليفورنيا .

نظام آشتو(AASHTO)	النظام الموحد(USC)	مجال الاستخدام	تصنيف المواد	نسبة التحملCBR
A5 ,A6,A7	OH,CH,MH,OL	القاعدة الترابية	ضعيفة جداً	0-3
A4 , A5 ,A6,A7	OH,CH,MH,OL	القاعدة الترابية	ضعيفة	3 – 7
A2 , A4 ,A6,A7	OH,CH,MH,OL	تحت الأساس	مقبولة	7 – 20
A1b , A2 – 5,A3,A2-6	GM ,GC,SW ,SM ,SP,GP	أساس و تحت الأساس	جيدة	20-50
A1a,A2-4,A3	GW ,GM	أساس	ممتازة	أكبر من 50

- **وعليه فأن التربة التي تم فحصها هي مقبولة وتصنيفها (A2,A4,A6,A7) وعن طريق فحص حدود اتبيرغ يتم تحديد نوع التربة .**

7. معامل المرونة ((Resilient Modulus (MR)).

تستخدم الطريقة المطورة معامل المرونة ((ResilientModulus(MR)بدلاً من مقياس التربة الحاملة(SoilSupportValue)حيث يتم تحديد قيمة معامل المرونة عن طريق إجراء التجارب المعملية المناسبة لكل طبقة وحسب نوع المواد المستخدمة في هذه الطبقات، وعموماً في حالة عدم إجراء مثل هذه التجارب يمكن تقدير معامل المرونة بناءً على نتائج اختيار نسبة تحمل كاليفورنيا(CBR) .

يتم حساب معامل المرونة من بعض المعادلات حسب قيمة (CBR) حيث انه :-

a) MR (Ib/in^2)=1500*CBR (IF CBR of 10 or less)

b) MR (Ib/in^2)=1000+555 R value (for R <or = 20)

c) Mr (kN/m2) = 220 CBR (for fine-grain soil with soaked CBR of 10 or less)

d) Mr (kN/m2) = 145 + 80.4 R (for R ≤ 20)

فبالنسبة لتربة الارض فأن قيمة (CBR) تساوي (**8**%) وعليه قيمة معامل المرونة يساوي:

MR(subgrad) = 1500 x CBR

MR(subgrad) = 10000 = **10* 10 ^ 3 Psi**

- **بعد هذه النتيجة تبين انها مقبولة ، وحسب المواصفات لا نحتاج الى استبدال للتربة .**

وايضا عن طريق فحص حدود اتربرغ:

حـــدود اتربـــرغ: تعتبـــر حـــدود اتربـــرغ والتـــي تشـــمل حـــدّ اللدونـــة، وحـــدّ الســـيولة وحـــد الانكمـــاش، مقياسًـــا أساســـيًا للمحتويـــات الرطوبيـــة(المائيّـــة) المهمـــة والخاصـــة بالتربـــة ذات الحبيبـــات الدقيقـــة. عنـــدما تـــزداد المحتويـــات الرطوبيـــة فـــي التربـــة الطينيـــة، فإنـــه يطـــرأ تغيـــرات جليّـــة وبـــارزة لقوامهـــا ولســـلوكها. تصـــنّف التربـــة إلـــى 4 حـــالات مختلفـــة اعتمـــادًا علـــى المحتـــوى الرّطـــوبي(المـــائي) لهـــا إلـــى: صـــلبة، وشـــبه صلبة، ولدائنية، وسائلة ، ويقاس التدرج الحبيبي لجزء التربة المار من المنخل رقم (200) .

حدّ السيولة(Liquid limit): هو الحد الفاصل بين الحالة السائلة والحالة اللدنة.

حد اللدونة(Plasticlimit) : هو الحد الفاصل بين الحالة اللدنة والحالة شبه الصلبة .

حد الانكماش (Shrinkag Limit): هو الحد الفاصل بين الحالة شبه الصلبة والحالة الصلبة.

مؤشر اللدونة (Plasticity Index) : ويكون عن طريق الفرق بين حد السيولة وحد اللدونة .

حسب الفحوصات التي تمت لاحظ هذا :

- **Wt . of Dry Sample = 1375 gm**
- **Wt . of Washed Sample = 628 gm**

الجدول (6 -7)قيمة المار والمتبقي على منخل 200 .

# Sieve	Ret.(gm)	% Ret.	% pass.	Project Specification
No.200	624	45.4	44	---
Pan				

الجدول (6 -8)حساب حد السيولة وحد اللدونة .

Test No.	1	2	3	4	5
Type of test	L.L	L.L	L.L	P.L	P.L
No of Blows (L.L Test)	12	21	31	--	--
Weight of Wet Soil + Can (gm)	37.03	35.91	38.77	29.62	29.63
Veight of Dry Soil + Can (gm)	29.58	28.34	32.10	26.75	26.29
WeightofCan (gm)	18.22	16.59	21.67	20.94	19.55
Weightof Moisture (gm)	7.45	7.57	6.67	2.87	3.34
Weight of Dry Soi (gm)	11.36	11.75	10.43	5.81	6.74
Moisture Content (%)	34.6	34.1	33.8	22.4	22.9
AV.	34			22.7	

الجدول (6 -9)قيم كل من حد اللدونة وحد السيولة ومؤشر اللدونة .

Parameter	Unit	Result	Project Specification
(Liquid limit)(L.L)	%	34	---
(Plastic limit)(P.L)	%	22.7	---
P.I))(Plasticity Index(	%	11.3	---

- **وبعدها يتم مقارنة هذه القيم مع جدول الاشتو لتصنيف التربة ونصائح المواصفات حسب نوع التربة كما هو موضح في الجدول التالي :**

- الجدول (6 -10)تصنيف التربة حسب المواصفات العالمية اشتو[25] .

AASHTO Soil Classification System (from AASHTO M 145 or ASTM D3282)											
General Classification	Granular Materials (35% or less passing the 0.075 mm sieve)							-Clay Materials (>35% Silt passing the 0.075 mm sieve)			
Group Classification	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
, % passingSieve Analysis											
2.00 mm (No. 10)	50 max	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
0.425 (No. 40)	30 max	50 max	51 min	…	…	…	…	…	…	…	…
0.075 (No. 200)	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Characteristics of fraction passing 0.425 mm (No. 40)											
Liquid Limit	…		…	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Plasticity Index	6 max		N.P.	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min^1
Usual types of significant constituent materials	stone fragments, gravel and sand		fine sand	silty or clayey gravel and sand				silty soils		clayey soils	
General rating as a subgrade	excellent to good							fair to poor			

Note : Plasticity index of A-7-5 subgroup is equal to or less than the LL - 30.

Plasticity index of A-7-6 subgroup is greater than LL – 30.

تصنيف التربة:

حسب مواصفات الاشتو وحسب الملاحظة اخر الجدول فأن تصنيف التربة هو (A–6) ، وهو يعني انها تربة طينية وجودتها ضعيفة الى معتدلة.

والتوصيات :

من الواضح ان جميع العينات التي تم اخدها تظهر طبقة من التربة التي يمكن استخدامها ، لذلك سوف نستخدمها لعمل طبقة الاساس (BASECOURSE) ويكون لها (100%) .

8. معاملات الطبقات(Structure Layers Coefficients (a1, a2, a3)).

وهو عبارة عن العلاقةٌ بين الرقم الإنشائي وسمك الطبقة بالبوصة وهي تعتمد على أنواع مواد طبقات الرصف المختلفة .

(a1) : رمز على طبقة السطح (Wearing Surface).

(a2) : رمز على طبقة السطح (Base).

(a3) : رمز على طبقة السطح (Sub Base).

- وهو يمثل القدرة النسبية للمادة المستخدمة في كل طبقة من طبقات الرصف .
- بناء على ما سبق سيتم اعتماد قيمة (MR) لكل من الطبقة السطحية (PSI 2.5*10^5) ، ولطبقة الاساس (PSI 10*10^3)
- وعليه حسب المواصفات فأن قيم (CBR) لكل من لطبقة الاساس (100%) ،

الجدول التالي يبين معامل المرونة لطبقة الاسفلت ومعامل قوة الطبقة

الجدول (6 -11)Surface layer coeifficient (a1).

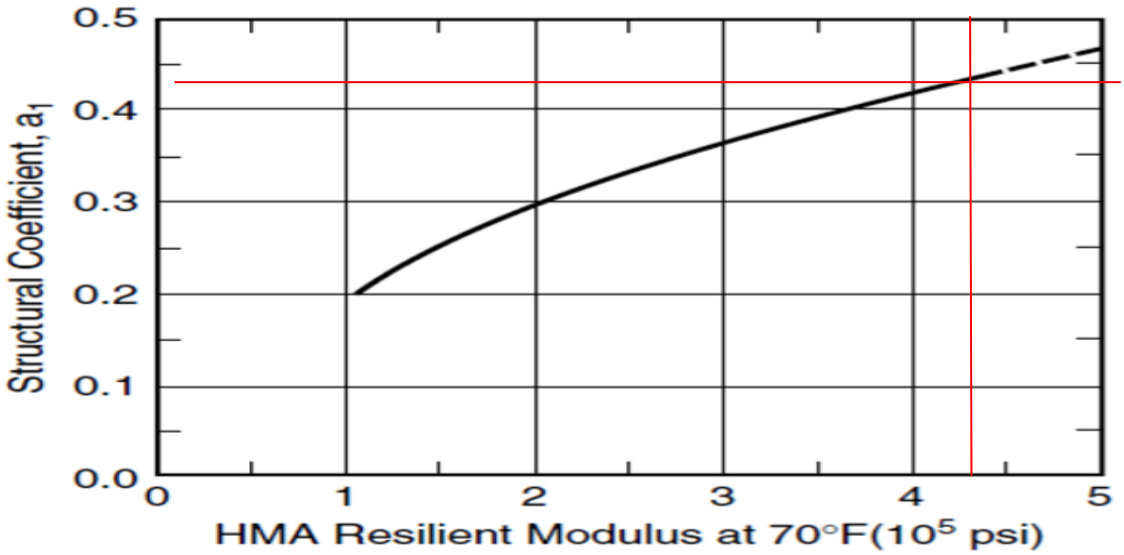
التماسك Hveem	معامل قوة الطبقة الأسفلتية	ثبات مارشال (رطل)	معامل المرونة (رطل / بوصة 2)
80	0.22	500	125.000
95	0.25	750	150000
120	0.30	975	200000
130	0.33	1200	250000
155	0.36	1400	300000
175	0.39	1600	350000
190	0.42	1900	400000

تم اختيار معامل المرونة 420000 ، لذلك قيمة معامل قوة الطبقة يساوي 0.44 ، ويمكن استخراج قيمة معامل قوة الطبقة الاسفلتية من الشكل التالي (6 -8) .

حيث يمكن الحصول علي قيم كل من (a1, a2, a3) من خلال العلاقات التالية :

1. **قيمة (a1) :**

من الشكل التالي يمكن الحصول على القيمة :

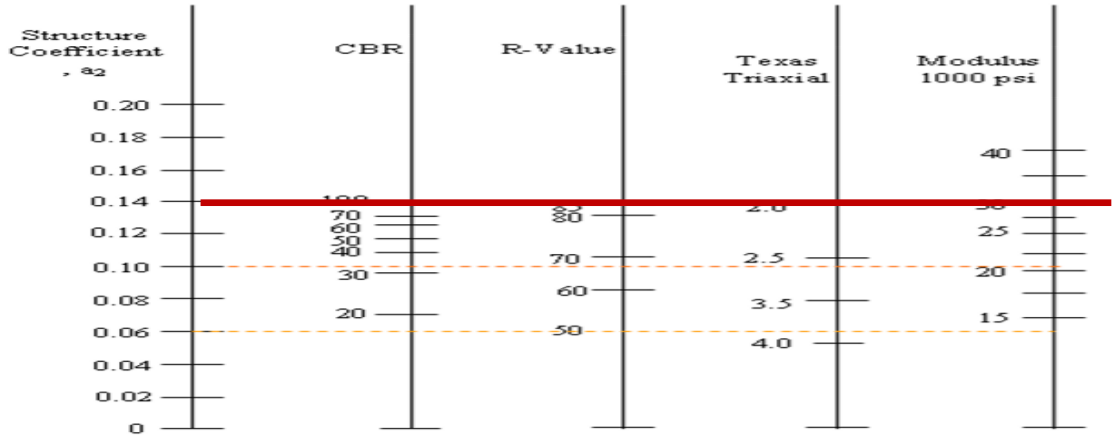


الشكل (6 -8)Surface layer coefficient (a1).

- **وبناء على ما سبق فإن القيمة a1=0.44 .**

2. قيمة (a2) :

من الشكل التالي يمكن الحصول على القيمة :



الشكل (9-6)(a2) Base Course layer coefficient.

- **وبناء على ما سبق فإن القيمة a2=0.14 .**
-

9. الرقم الإنشائي (Structure Number (SN).[26]

هو رقم يعبر عن صلابة الرصف وهو رقم دليلي ناتج من تحليل المرور وتربة التأسيس والمعامل البيئي ، يمكن ايجاد قيمة الرقم الانشائي عن طريق المعادلة التالية او عن طريق استخدم الشكل(6-8) في تعين الرقم الانشائي .

المعادلـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــة :

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}[\Delta PSI/(4.2 - 1.5)]}{0.40 + [1094/(SN + 1)^{5.19}]} + 2.32 \log_{10} M_r - 8.07$$

او عن طريق الشكل التالي :-

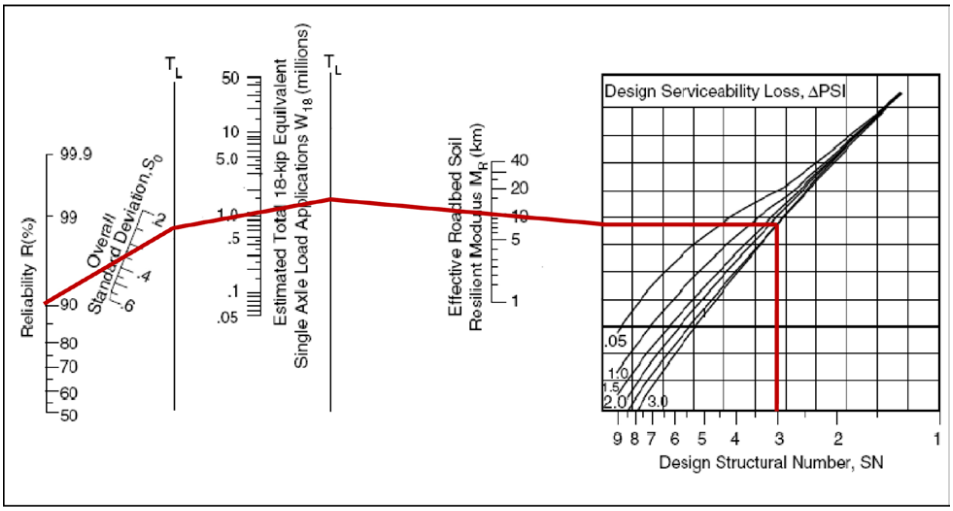


Figure -1-: AASHTO Design Chart for Flexible Pavement

Table (3): AASHTO Flexible Pavement Design -SN Determination

W18(1)	**1,000,000**		*ESALs Applications Over Design Period*
R	**90**	%	*Reliability*
So	**0.35**		*Standard Deviation*
MR	**10,000**	psi	*Subgrade Resilient Modulus*
Pi	**4.2**		*Initial Serviceability*
Pt	**2.0**		*Terminal Serviceability*
DESIGN SN =3.0			

الجدول (6 –12) طريقة تعيين الرقم الانشائي .

SN = a1.D1 + a2.m2.D2 + + a3.m3.D3

Where:

a1: Surface Asphalt Layer Structural Coefficient (=0.44)

D1: Surface Asphalt Layer Thickness

a2: Base Course Layer Structural Coefficient (=0.14 @ CBR 80%)

D2: Base Course Layer Thickness

m2: Base Course Layer Drainage Coefficient (=1.0 – Good Drainage rate)

- **Design SN = 2.2**
- **Surface Asphalt Layer (Use 7.0cm)**

SN1 = a1.D1 = (0.44)X(7.0/2.54) = 1.21

- **Base Course Layer (Use 20.0cm)**

SN2 = a2.m2.D2 = (0.14)X (1.0)X(20.0/2.54) = 1.10

- **Total Structure Number SN Total**

= SN1 + SN2 + SN3 = 1.21 + 1.10

= 2.3 ≥ SN Design = 2.2 …… Ok

- **وعليه تم اعتماد السماكات كما في الجدول التالي :**

الجدول (6-13)سماكة الرصفات للمشروع[27] .

Layers thickness (سماكة الطبقات (سم (cm)	الرصفة (pavement)
7 CM	طبقة الاسفلت (ASPHALT LAYER)
20 CM	طبقة الباسكورس(BASECOURSE LAYER)

- **يتم رصف طبقة الاسفلت على مرحلة بسماكة 7 سم حسب المواصفات .**
- **يتم فرد ودمك طبقة الاساس بحيث سماكتها 20 سم حسب المواصفات .**

الفصل السابع : النتائج والتوصيات

7-1 المقدمة

يناقش هذا الفصل مجموعة النتائج التي تم التوصل اليها في عملية التصميم لهذا الطريق ويحتوي على مجموعة من التوصيات التي من شأنها اعطاء انطباع جيد عند التنفيذ لهذا المشروع والمساعدة في مشاريع اخرى.

7 -2 النتائج :-

بعد القيام بعملية الرصد الكاملة وعمل تصميم لهذا الطريق فقد تم التوصل الى مجموعة من النتائج، أهمها:

1. **تنفيذ هذا الطريق هام في مدينة يطا حيث يؤدي الى ازدهار تلك المنطقة.**
2. **التقليل من نسبة حوادث السير واضرار المركبات نتيجة الحفر الموجودة بالشارع .**
3. **الطريق وتصميم الطريق بعرض كامل 12 متر و منها 7 اسفلت .**
4. **كانت النتيجة تصميم هندسي بالاعتماد على مواصفات (AASHTO 2011) بسرعة تصميمية 50 كم/ساعة.**
5. **كانت نتائج الطبقات بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة كما يلي:-**
   - **طبقة الأسفت : 7 سم**
   - **طبقة Base coarse : 20 سم**
6. **تم عمل التصميم على برنامج الـ (Civil 3D)، تم اخراج النتائج على المخططات المرفقة، وكانت الكميات كما يلي :**

الجدول (7-1) الكميات والكلفة التقديرية . [28]

Item	Description	Unit	Quantity	Price from the one unit(dollar)	Price
1	Bill No. 1 – CUT AND FILL AREA				
1.1	Cut Area	Cu m	3036.94	4.8	14577.312
1. 2	Fill Area	Cu m	3437.38	5.5	18905.59
2	Bill No. 2 Base Course				
2.2	Base Course	Sq m	2137.34	7	14961.38
3	Bill No . 3 Asphalt Works				
3.2	Asphalt Course	Sq m	748.07	15	11221.05
				Total = 59665.33 $	

7. القيمة التقديرية للمشروع هي (59665.33) دولار .
8. تم اختيار مسار المشروع بناء على المخطط الهيكلي ومخططات التسوية الفلسطينية لمدينة بيت لحم .
9. تم ارفاق الجداول المفصلة للكميات في الملحقات .

7 - 3 التوصيات :-

1. يتم رصف طبقة الاسفلت على مرحله واحدة بسماكة 6 سم .
2. يتم فرد ودمك طبقة الأساس على طبقتين بحيث 19 سم لكل طبقة حسب المواصفات.
3. يتم فرد ودمك طبقة ما تحت الأساس على طبقتين بحيث 20سم لكل طبقة حسب المواصفات .
4. يجب رش مادة (Prime coat MC) على الطبقة الاخيرة قبل وضع الاسفلت لينتج تماسك جيد.
5. يمنع سير المركبات على طبقة الاسفلت قبل مرور 24 ساعة من وقت فردها لكي لا تنهار هذه الطبقة.
6. الاستفاده من كمية الحفر الناتجه بما انها تربة زراعيه بيعها وجمع مردود مالي .
7. حث الجامعة على التواصل الدائم مع المؤسسات الحكومية والغير حكومية للرقي بالمستوى العام للخريجين وللحصول على مشاريع مناسبة.
8. دعوة الجامعة لعمل دورات تدريبية للطلبة للوصول الى مستوى أعلى وخاصة من الناحية التكنولوجية والبرامج الحديثة.
9. الحرص على وجود مشاريع مشتركة ما بين الاقسام المختلفة في كلية الهندسة للوصول الى التكامل المناسب.
10. السعي من قبل البلدية للحصول على الدعم المناسب وتنفيذ هذا المشروع لما له اهمية على الصعيد العمراني و التجاري للمنطقة .

المراجع :

1. Highway engineering
2. الوكالة الأمريكية للتنمية البشرية ، صفحة الفيس بوك .
3. شبكة المهندسين العرب ، الموقع الالكتروني http://www.arab-eng.org
4. يوسف صيام ، المساحة وتخطيط المنحنيات .
5. AASHTO 2004.
6. حسب القانون الفلسطيني ولائحته التنفيذية.
7. كتاب الانارة العامة انارة الشوارع – رافت حلمي .
8. دليل عيوب رصفات الطرق - وزارة الشئون البلدية والقروية .
9. AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials