بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان :-

تصميم وإعادة تأهيل شارع أبو كتيلة

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 :-

عبد الرحمن الهرش

إشراف:-

د.إعتصام أبو عزية

الخليل- فلسطين

2019

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان:-

تصميم وإعادة تأهيل شارع أبو كتيلة

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 :-

عبد الرحمن الهرش

توقيع مشرف المشروع: .....

توقيع رئيس الدائرة: .....

توقيع اللجنة الممتحنة

....

الإهداء

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة .. ونصح الأمة .. إلى نبي الرحمة ونور

سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار .. إلى من علمني العطاء بدون انتظار .. إلى من أحمل أسمه

وستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها اليوم وفي الغد وإلى الأبد .. بكل افتخار .. أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثماراً قد حان قطافها بعد طول انتظار

والدي العزيز

ولا ننسى من هم تحت الثرى الذين مضوا كنبراس أضاء الطريق لنا ،جعل الله الجنات العلا"

إلى ملاكي في الحياة .. إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان والتفاني .. إلى بسمة الحياة وسر

الوجود

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الحبايب

أمي الحبيبة

.. إلى من بوجودها أكتسب قوة ومحبة لا حدود لها

إلى من عرفت معها معنى الحياة

أختي

إلى أخي ورفيق دربي .. في نهاية مشواري أريد أن أشكر على مواقفك النبيلة يا من تطلعت

لنجاحي بنظرات الأمل

أخي

الى هدية السماء الذين أحاطوني بالمحبة والإخاء الذين كانوا عونا لي أيام الشدة

أصدقائي

شكر وتقدير

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

ويقول رسول الله (ﷺ) :"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 الأستاذ المهندس فيضي شبانة

وبكل الحب والوفاء لأهل الفضل والخيرنتقدم بجزيل الشكر والعرفان للدكتور إعتصام أبو عزية لما قدمه من توجيه وإرشاد وعون في هذا المشروع وإلى بلدية الخليل على تعاونها معنا

وبفيض من مشاعر الحب والتقدير نتقدم بالشكرإلى 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 لنجاز هذا المشروع

عنوان المشروع

تصميم وإعادة تأهيل شارع أبو كتيلة

إسم الطالب :-

عبد الرحمن موسى هرش

المشرف :-

د. إعتصام أبو عزية

الملخص:-

يهدف المشرع إلى تصميم وإعادة تأهيل لطريق واقع في مدينة الخليل وتابع لبلدية الخليل حيث يعتبر هذا الشارع هو الشارع الرئيسي الذي يربط منطقة شارع السلام بمنطقة أبو كتيلة ومنطقة جامعة القدس المفتوحة ومنطقة أبو دعجان بالمناطق الأخرى وتسهل الوصول اليها , وبطول يقارب 1500 م.

تلخص أهمية الشارع هو من أحد الشوارع المهمة في المدينة وبحاجة الى إعادة تأهيل بما يحتويه من احياء سكنية وكذلك بالاضافة الى مدارس وعدة صالات افراح وكذلك يوصل الى منطقة جامعة القدس المفتوحة .

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

Project name
Redesign of Abu Kittila Road

By: Abd AL-Rhman Mousa Hersh

Supervisor:- **Dr. Ittisam Abuiziah**

Abstract:

This project aims to design and rehabilitate a road in the city of Hebron and continue to the municipality of Hebron, where this street is the main street linking the peace street area Abu Kittila area and the University of Jerusalem Open and the area of Abu Dajan other areas and easy access, and the length of about 1500 m.

Summarizing the importance of the street is one of the important streets in the city and needs to be rehabilitated with its residential neighborhoods as well as schools and several wedding halls as well as connect to the area of Al Quds Open University.

The project includes the works of surveying the proposed street path as well as the engineering design of the road, the preparation of the executive plans and the development of individual and layer of the pebbles and individual and the layer of asphalt, as well as the rehabilitation of the water network in the street commensurate with the needs of the region of water.

فهرس المحتويات

الغلاف : I

شهادة تقديم المشروع : II

الإهداء : III

الشكر والتقدير : IV

الملخص: V

الملخص باللغة الانجليزية : VI

فهرس المحتويات : VII

قائمة الأشكال : XII

قائمة الجداول : XIV

قائمة الملاحق : XVI

الفهرس

الفصل الأول : مقدمة 1

1-1 نظرة عامة..... 1
2-1 لمحة عن مدينة الخليل : 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:..... 4
6-1 طريقة عمل المشروع:..... 6
1-6-1 مراحل التصميم: 7
المرحلة الاستكشافية : 7
التصميم الابتدائي:..... 7
7-1 البرامج والأدوات المساحية المستخدمة: 8
8-1 العوائق والصعوبات:..... 9
9-1 نطاق عمل المشروع: 9
10-1 الجدول الزمني : 10

الفصل الثاني : الأعمال المساحية والمضلعات(TRAVERSES)..... 12

2-1 الأعمال المساحية :..... 13
1-1-2 مقدمة 13
2-1-2 دراسة الخرائط 13
3-1-2 المساحة الاستطلاعية الأولية 13
4-1-2 المسح الابتدائي الأولي..... 14
5-1-2 الاعمال المساحية النهائية..... 14
2-2 المضلعات (TRAVERSES) 15
1-2-2 المقدمة 15
2-2-2 أنواع المضلعات 15
1-2-2-2 المضلع المفتوح (OPEN TRAVERSE)..... 15
2-2-2-2 المضلع المغلق (CLOSED TRAVERSES) 16

الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطرق..... 18

1-3 مقدمة : 19
2-3 أسس التصميم الهندسي للطريق : 19
3-3 المنحنيات : 27
1-3-3 المنحنيات الأفقية : 27
2-3-3 المنحنيات الرأسية : 30
4-3 القوة الطاردة المركزية :..... 34
5-3 التعلية (SUPER ELEVATION) :..... 35
1-5-3 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) : 36
6-3 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق : 38
7-3 التقاطعات :..... 39
8-3 طبقات الشارع (الرصفات) :..... 40
1-8-3 أنواع الرصفات : 40
1-1-8-3 الإسفلتية أو المرنة (FLEXIBLE PAVEMENTS) 40
2-1-8-3 الخرسانية أو الصلدة (RIGID PAVEMENTS) 40
3-1-8-3 المركبة أو المختلطة (COMPOSITE PAVEMENTS) 41
2-8-3 عوامل التصميم (DESIGN FACTORS): 41

الفصل الرابع : خدمات الطرق 43

4-1 مقدمة 44
4-2 علامات المرور على الطريق (TRAFFIC MARKING): 44
4-2-1 أهداف علامات المرور : 44
4-2-2 الشروط الواجب توافرها في العلامات : 44
4-2-3 أنواع علامات المرور : 44
4-2-3-1 الخطوط: 44
4-2-3-2 الكلمات : 45
4-2-3-3 الاسهم : 45
4-2-3-4 اللون : 45
4-2-3-5 المواد العاكسة : 45
4-2-3-5 الاشارات : 45
4-2-3-5-1 الهدف من الاشارات : 46
4-2-3-5-2 أنواع الاشارات : 46
4-2-3-5-3 مواصفات الاشارات : 46
4-3 الإنارة على الشوارع والطرق : 49
4-3-1 فوائد الانارة : 49
4-3-2 مواصفات الإنارة : 50
4-3-2-1 ارتفاع أعمدة الإنارة: 50
4-3-2-2 المسافة بين أعمدة الإنارة: 50
4-4 المواقف: 52
4-4-1 أهمية المواقف: 52
4-4-2 انواع المواقف: 52
4-4-2-1 مواقف على الشارع: 52
4-4-2-2 المواقف خارج الشارع : 52
4-4-3 تطوير المواقف: 52

الفصل الخامس : الفحوصات المخبرية 54

5-1 مقدمة : 54
5-2 عينات التربة : 55
5-2-1 اماكن استخراج العينات : 55
5-2-2 أخذ العينات : 55
5-2-3 تعبئة العينات : 56
5-2-4 نقل وتخزين العينات 56
5-3 التجارب المخبرية : 57
5-3-1 تجربة الكثافة العظمى (PROCTOR COMPACTION TEST): 57
5-3-2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (CALIFORNIA BEARING RATIO TEST) (CBR): 64

الفصل السادس : التصميم الانشائي 71

6-1 مقدمة : 72
6-2 العناصر الإنشائية للرصفة المرنة : 73
6-3 العوامل المؤثرة على التصميم: 73
6-5-2حساب سماكة طبقات الرصف 78
6-5-2معامل الرجوعية (MR) : 78
6-5-6 الأداء انوظفي والأداء الانشائي للرصفة المرنة : 79
6-5-3-2 الانحراف المعياري)ESTIMATED OVERALL STANDARD DEVIATION(: 79
6-5-4-2 الرقم الانشائي (SN): 80

..... 82

..... 83

إيجاد (SN) لطبقة (BASE) : 83
إيجاد (SN) لطبقة (SUB-BASE) :..... 83

الفصل السابع: عيوب الطريق وأساليب معالجتها..... 85

7-1 المقدمة:-..... 85
7-2 تعريف بالمشاكل 86
7-3 عيوب الرصفة الإسفلتية..... 87
7-3-1 الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل ALLIGATOR/FATIGUE CRACKING:- 87
7-3-2 الشقوق الشبكية (BLOCK CRACKING) 89
7-3-5 الشقوق الإنزلاقية SLIPPAGE CRACKS 94
5-4 تجمع مياه الأمطار:..... 96
6-5 مشكلة الإضاءة الغير كافية على الطريق :-..... 97
6-6 مشكلة عدم توفر موقف لسيارات النقل العام وعدم توفر خط للمشاة:..... 99

الفصل الثامن: التكلفة و العطاء..... 100

8-1 المقدمة:..... 101
8-1-1 التكلفة النهائية للمشروع:..... 101
8-1-2 ملخص التكلفة الكلية للمشروع:..... 101
8-2 العطاء: 101
8-3 الوثائق المكونة للعقد: 102
8-3-1 خطاب الدعوة:..... 102
8-3-2 تعليمات الى المقاولين:..... 102
8-3-3 العرض او صيغة المناقصة: 102
8-3-4 الإتفاقية :..... 102
8-3-5 شروط العقد: 102
8-3-5-1 الشروط الخاصة وتشمل : 102
8-3-5-2 الشروط العامة وتشمل: 103
8-3-6 الجداول الملحقة بشروط العقد :..... 103
8-3-7 المواصفات: 103
8-3-8 الرسومات: 103
8-3-9 جداول الكميات: 103
8-3-10 تقرير عن حالة التربة:..... 103

الفصل التاسع : النتائج والتوصيات..... 104

9-1 مقدمة:..... 105
9-2 النتائج: 105
9-3 التوصيات: 106

قائمة الاشكال

شكل (1-1) صورة جوية لموقع الشارع 5

شكل رقم(2-1) (LINK TRAVERSE) 15

شكل رقم (2-2) (LINK TRAVERSE) 16

شكل رقم (2-3) (CLOSED TRAVERSE) 16

شكل (3-1) مقطع عرضي لطريق من حارتين 21

شكل (3-2) الميول الطولية 22

شكل (3-3) كتف الطريق 23

شكل (3-4) الأطاريف 24

شكل (3-5) الأرصفة 25

شكل (3-6) الجزر الفاصلة 26

شكل (3-7) الجدران الاستنادية 27

شكل (3-8) عناصر المنحنى الدائري البسيط 28

شكل (3-9) المنحنى الانتقالي 30

شكل (3-10) المنحنى الرأسي المحدب 31

شكل (3-11) المنحنى الرأسي المقعر 31

شكل (3-12) عناصر المنحنى الرأسي 32

شكل (3-13) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات 34

شكل (3-14) تطبيق التعلية على المنحنيات. 36

شكل (3-15) الدوران حول المحور. 37

شكل (3-16) الدوران حول الحافة الداخلية 37

شكل (3-17) الدوران حول الحافة الخارجية 38

شكل (3-18) التقاطعات السطحية 39

شكل (3-19) التقاطعات في مستويات مختلفة 39

الشكل (4-1) انواع الخطوط في علامات المرور 45

الشكل (4-2) مفهوم إشارات المرور 47

جدول (4-3) الخطوط المستخدمة في المشروع 48

الشكل (4-3) موقف موازي على الشارع 53

الشكل (5-1) صورة للعينات التي سيتم اجراء التجربة عليها 58

الشكل (5-2) صورة اثناء القيام بتحديد الكثافة العظمى 59

الشكل (5-3): العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة 61

الشكل (5-4): العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة 64

الشكل (5-5) صورة اثناء القيام بتجربة CBR 67

الشكل (5-6) جهاز فحص CBR 67

الشكل (5-7) منحنى العلاقة بين الحمل و الغرز لطبقة ما تحت الأساس 69
الشكل (5-8) منحنى العلاقة بين الحمل و الغرز لطبقة الأساس 70
شكل (5-1) طبقات الرصفة المرنة..... 73
شكل (6-2) منحنى معامل طبقة الاسفلت السطحية (A1)..... 81
شكل (6-3) A2 معامل طبقة (BASE COURSE)..... 82
الشكل (6-4) منحنى لايجاد الرقم الانشائي SN لطبقات الرصفة المرنة..... 83
الشكل رقم (7- 1) رسمة الشقوق التمساحية..... 87
الشكل رقم (7- 2) الشقوق التمساحية..... 87
الشكل رقم (7- 3) رسمة الشقوق الشبكية..... 89
الشكل رقم (7- 4) الشقوق الشبكية..... 89
الشكل رقم (7- 5) رسمة الشقوق الطولية والعرضية..... 91
الشكل رقم (7- 6) الشقوق الطولية والعرضية..... 92
الشكل رقم (6-8) رسمة لهبوط الأكتاف..... 93
الشكل رقم (7- 8) هبوط الأكتاف..... 93
الشكل رقم (7- 9) الشقوق الإنزلاقية..... 95
الشكل رقم (7- 9) الشقوق الإنزلاقية..... 95
الشكل(7- 10) إقامة مجاري المياه تحت الأرصفة..... 97
الشكل(7- 11) إضاءة الطريق..... 97
الشكل (7- 12)عدم توفر خط مشاة 99
الشكل(7-13) عدم توفر موقف..... 99

قائمة الجداول

جدول (1-1) الجدول الزمني لمقدمة المشروع..... 10

جدول (1-2) الجدول الزمني للمشروع..... 11

جدول (3-1) السرعة التصميمية للطرق الحضرية..... 20

جدول (3-2) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق..... 29

جدول (3-3) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى..... 30

جدول (3-4) قيمة الثابت K في المنحنيات الرأسية 33

جدول (4-1) العلاقة ما بين سرعة السيارة و المسافة بين الاشارة والتقاطع التي تدل عليه الاشارة..... 46

جدول (5-2) إشارات المشروع..... 48

جدول (5-4) توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق. 51

جدول (5-1) قراءات تجربة الكثافة العظمى لطبقة ما تحت الاساس(تحديد الكثافة) ... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

جدول (5-2) قراءات تجربة الكثافة العظمى لطبقة ما تحت الاساس(تحديد الرطوبة) .. ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

جدول (5-3) المحتوى الرطوبي لطبقة ما تحت الاساس ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

جدول رقم (5-4) قراءات تجربة الكثافة العظمى لطبقة الاساس (تحديد الكثافة) ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

جدول رقم (5-5) قراءات تجربة الكثافة العظمى لطبقة الاساس (تحديد الرطوبة) ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

جدول رقم (5-6) المحتوى الرطوبي..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

جدول (5-7) : قيم تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد ونظام الاشتو ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

جدول (5-8) : المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن 65

جدول (5-9): قراءات تجربة (CBR) لطبقة ما تحت الأساس..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

جدول (5-10): قراءات تجربة (CBR) لطبقة الأساس..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

جدول (6-1) نسبة المركبات في المسرب الواحد (PERCENTAGE OF TOTAL TRUCK TRAFFIC IN DESIGN LANE) ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. **.....**

جدول (6-2) معامل النمو (GROWTH FACTOR) 75

جدول (6-3) عدد المركبات حسب النوع..... 76

جدول (6-4) نسبة المركبات حسب النوع 77

جدول رقم (6-5) معامل الطبقة لطبقة الاساس الحصوية (A2) المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا للطبقة وكذلك معاملات الرجوعية (MR) 79

جدول (6-6) الانحراف المعياري حسب نوع الطريق..... 79

جدول رقم (6-7) تعريف جودة المياه..... 80

الجدول (6-8) معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (MI)..... 80

جدول (6-9) مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق..... 81

جدول (6-10) سماكة طبقات الرصف..... 84

جدول رقم (6- 1) صيانة الشقوق التمساحية .[1] 88
جدول رقم (7- 2) صيانة الشقوق الشبكية .[2] 91
جدول رقم (7- 3) صيانة الشقوق الطولية والعرضية .٣ 93
جدول رقم (7- 4) صيانة هبوط الأكتاف .[4] 94
جدول رقم (7- 5) صيانة الشقوق الإنزلاقية .[5] 96
جدول (8-1): التكلفة الكلية التقديرية للمشروع 101
جدول (9-1) ملخص سماكة الطبقات 105

قائمة الملاحق

ملحق(1) كميات الحفر والردم 107
ملحق(2) كميات الاسفلت والبيس كورس 110

الفصل الأول : مقدمة

1-1 نظرة عامة [1]:

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.

[1] , هندسة_المرور/http://ar.wikipedia.org/wiki البسيط في تصميم وإنشاء الطرق/ روحي الشريف و الموقع الالكتروني :

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 الخليل :

تقع مدينة الخليل على بعد حوالي 30 كم إلى الجنوب من مدينة القدس ويحدها من الشرق بلدة بني نعيم ومن الشمال بلدة حلحول، ومن الغرب بلدة تفوح ومدينة دورا ومن الجنوب مدينة يطا.

تقع مدينة الخليل على خط طول 35.8 شرقي غرينتش وعلى دائرة عرض 31.31 شمال خط الاستواء وترتفع المدينة ما معدله 950م فوق سطح البحر (حوالي 1300 م فوق سطح البحر الميت)، ما يجعلها أعلى مدن المنطقة.

1-2-1 تاريخ المدينة [2]:

الخليل مدينة عريقة تُعد من أقدم مدن العالم ، فقد استمر وجودها - ولا يزال - أكثر من أربعة آلاف سنة، وتعتبر من المدن العربية الإسلامية القليلة التي حافظت على نسيجها العمراني التاريخي ، ارتبطت شهرة المدينة بأبي الأنبياء سيدنا إبراهيم الخليل عليه السلام الذي حط ترحاله فيها، وأثر على تطورها لتحمل اسمه بعد الفتوحات الإسلامية وحتى الآن (خليل الرحمن) أو ليختصر الاسم لاحقاً بالخليل، وقد حملت المدينة قبل ذلك أسماء عدة اختُلف في معانيها، منها كريات اربع؛ أي قرية الأربع والتي قد تعني القبائل أو التلال الأربعة، ومن ثم اشتهرت باسم (حبرى) و (حبرون) ، مشتقة على الأغلب من فعل (حبر) بمعنى ربط ووثق وصادق، أي صفة الصداقة (خليل الله) التي تلقب بها سيدنا ابراهيم الخليل، ولقد ذكرت مصادر مختلفة تسميات أخرى وأصول واسباب إطلاق هذه المسميات على مدينة الخليل مثل : تربنتس (رامة الخليل)، بثنيم (بيت عينون) ، وكذلك ما يتعلق بالحرم الابراهيمي مثل : " الطبلخانة ، الجاولية، مدرسة السلطان حسن، القلعة، إضافة إلى بلدات وقرى وخرب منطقة الخليل. و نزلت في ديار مدينة الخليل العديد من القبائل مثل : جذام، لخم، بنوجرم، الخوارزميون التركمان، والأنباط، ويكفي هذه المدينة إجلالاً لأن نبي الله إبراهيم قد اختارها لتكون مدفن زوجته سارة، ومدفنه من بعد، لتتبعه ذريته وهم سيدنا اسحق وسيدنا يعقوب وزوجاتهما، لتحاط هذه الجمهرة من القبور على يد هيرودوس الملك، أو على الأقل باستخدام أسلوبه المعروف ب (الهيروديانى) بسور شامخ عظيم البنيان قاوم الدهر والحروب والدمار حتى اليوم. [3]

2-2-1 السكان والمناخ :

تعتبر مدينة الخليل مركزاً لمحافظة الخليل، أكبر محافظات الضفة الغربية اليوم من حيث عدد السكان ,و بناءً على الإحصاء الذي قامت به السلطة الوطنية الفلسطينية 2007، فإن التعداد السكاني لمدينة الخليل حوالي 250 ألف نسمة [4].

يعتبر مناخ المدينة معتدل، حيث يبلغ المعدل السنوي 15- 16 درجة مئوية. والمعدل الشتوي هو 7 درجات، والصيفي 21 درجة ، ويبلغ المعدل السنوي للأمطار فيها حوالي 489 ملم [5].

---

[2] معهد الأبحاث التطبيقية – القدس . دليل مدينة الخليل , 2009 .
[3] الدباغ، مصطفى مراد. بلادنا فلسطين. جـ1، قسم 5، ص 12، (22-23)، 40، 52.
[4] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني , التعداد العام للسكان والمساكن والمنشآت, 2007.
[5] الادارة العامة للأرصاد الجوية , كمية المطر السنوي في فلسطين حسب السنة وموقع المحطة، 2003-2013 .

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 الخليل للإطلاع على المخططات الهيكلية للمنطقة، و التعرف على القوانين المتبعة قي 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.

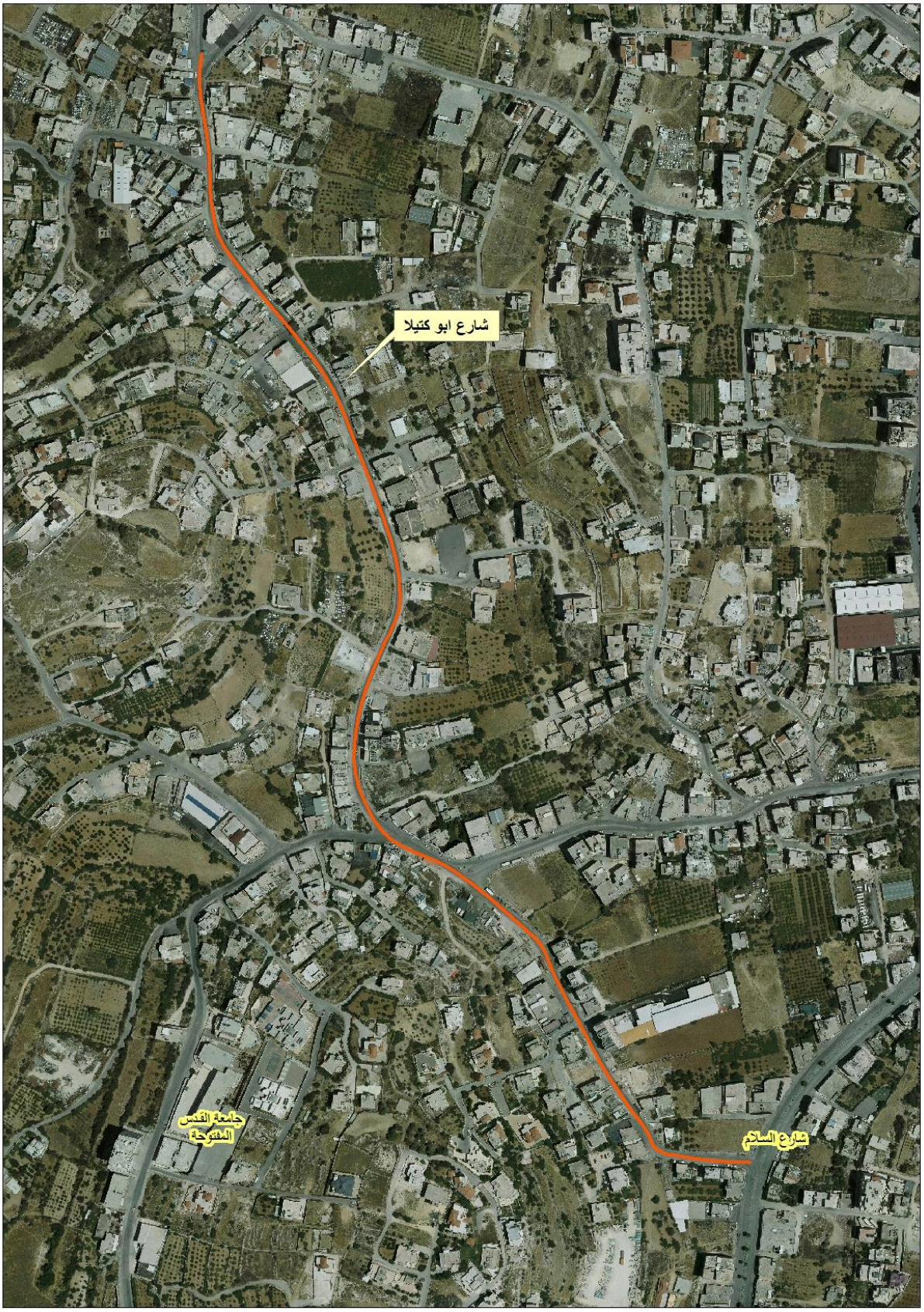
4-1 أهداف وأهمية المشروع :

- 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 الخليل الذي يربط منطقة شارع السلام بمنطقة أبو كتيلة ومنطقة جامعة القدس المفتوحة ومنطقة أبو دعجان بالمناطق الأخرى ، ويبلغ طوله 1500م .



شكل (1-1) صورة جوية لموقع الشارع

6-1 طريقة عمل المشروع:

- القيام بتحديد موضوع البحث (إعادة تصميم وتأهيل شارع أبو إكتيلة) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية الخليل.
- 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.
- البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع.
- القيام بتنفيذ العمل الميداني مبتدئين بعمل المضلع (Traverse) للطريق وتصحيحه من الأخطاء باستخدام طرق التصحيح المختلفة وذلك من أجل الحصول على أعلى دقة في العمل المساحي .
- القيام بزيارة لبلدية الخليل من اجل التعرف على القوانين المتبعة قي التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والارتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.
- البدء بكتابة مقدمة المشروع مراعياً الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة مع مراعاة مراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.
- بعد الانتهاء من المقدمة وتسليمها يتم الاستمرار في عملية التصميم والبدء بكتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة المتبعة في جامعة بوليتكنك فلسطين، حيث نبدأ أولا بالقراءة واستخلاص النتائج والمعلومات المفيدة من عملية التصميم ومن ثم المراجع وصياغتها وترتيبها بشكل مناسب.

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 وكيفية الحصول عليها.

التصميم الابتدائي:

حيث قمنا بعدة أعمال وهي:

- عمل مضلع رابط (Link Traverse) باستخدام جهاز GPS.
- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار سلاسل وغيرها من التفاصيل.
- اخذ مقاطع عرضية للطريق عند كل ٢٠م أو حسب الحاجة، وذلك لحساب كميات الحفر والردم.

- المسح الميداني للطريق:

باستخدام جهاز gps

- التصميم النهائي للمشروع:

تتضمن هذه الدراسة عادة رسم المقاطع الطولية لعدة مسارات لغايات تقدير كمية الأعمال الترابية من حفر وردم و تحديد مواقع الجسور والعبارات... الخ. كذلك لابد للفريق المصمم أن يأخذ بعين الاعتبار مختلف النواحي البيئية والاجتماعية والاقتصادية والفنية التي تسهل عملية اختيار مسار الطريق.

وبعد أن تم التوصل إلى تحديد محور الطريق المقترح يجري تثبيت خط الوسط بواسطة فريق العمل، وكذلك يتم التثبيت بوضع أوتاد على خط المحور على مسافات متساوية وكذلك يتم تثبيت بداية المنحنى الأفقي ونهايته ونقاط التقاطع ويتم ربط هذه النقاط بنقاط ربط

بعد ذلك يتم عمل ميزانية طولية أي اخذ مناسيب على خط المحور كما يتم اخذ مناسيب عرضية على مقاطع عرضية تؤخذ كل٢٠ متر أو حسب الحاجة بالإضافة إلى مقاطع عرضية عند مجاري المياه بحيث تمتد تلك المقاطع العرضية على جانبي المحور لمسافات كافية لتصميم جسم الطريق ويتم اخذ عينات ترابية من الطريق عند تلك المقاطع لعمل الفحوصات اللازمة.

تؤخذ المناسيب الطولية والعرضية إلى المكتب و يتم تصميم الطريق بالمستوى الرأسي أي تحديد انحداراتها وتصميم منحنياتها الراسية ويتم تحديد عرض سطح الطريق و الميول الجانبية ومن ثم حساب كميات الحفر والردم .

7-1 البرامج والأدوات المساحية المستخدمة:

1. جهاز (GPS) نوع Trimble 5700 وبرنامج الحاسوب الخاص به.
2. برنامج (ArcGIS 10.1) .
3. برنامج civil 3d.
4. برنامج AutoCAD201.

8-1 العوائق والصعوبات:

١- ازدحام المرور في تلك المنطقة كان له أثر كبير في صعوبة العمل الميداني.
٢- كثرة الشاحنات والمركبات الكبيرة المتوقفة بجانب المحلات التجارية والمصانع.
٣- الظروف السياسية والأمنية السائدة في المنطقة

9-1 نطاق عمل المشروع:

تم الاتفاق بين مشرف المشروع وفريق العمل على أن تكون هيكلية المشروع موزعة كما يلي :

- الفصل الأول : مقدمة عامة حيث تشمل نبذة تاريخية وفكرة المشروع وأهدافه وأهميته ومنطقة المشروع .
- الفصل الثاني : المضلعات ويتضمن تعريف المضلعات وأنواعه وتصحيح المضلعات .
- الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطريق وتصميم المنحنيات الرأسية والأفقية وكذلك المقاطع العرضية والطولية.
- الفصل الرابع : التصميم الإنشائي للطريق ويتضمن الفحوصات المخبرية وتصميم الطبقات وتحديد سماكاتها .
- الفصل الخامس : حساب المساحات والحجوم لكميات الحفر والردم.
- الفصل السادس : التكلفة والعطاء.
- الفصل السابع : النتائج والتوصيات.

10-1 الجدول الزمني :

جدول (1-1) الجدول الزمني لمقدمة المشروع

الأسبوع / النشاط	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
جمع المعلومات																
االمساحة الإستلاعية																
العمل الميداني وتعيين المخططات																
االعمل المكتبي																
تجهيز التقرير الأولي																
تجهيز التقرير النهائي وطباعته																

جدول (1-2) الجدول الزمني للمشروع

الأسبوع / النشاط	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
الفحوصات المخبريه																
التصميم و الحسابات اللازامه																
تجهيز التقرير الأولي للمشروع																
التسليم الاولي للمشروع																
التسليم النهائي للمشروع																
طرح العطاء																

الفصل الثاني : الأعمال المساحية والمضلعات(Traverses)

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

2-2 المضلعات **(Traverses)**

1-2-2 المقدمة

2-2-2 أنواع المضلعات

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 .[1]

4-1-2 المسح الابتدائي الأولي

في عملية المسح الإبتدائي الأولي نقوم بـ:

- عمل مضلع للطريق، يبدأ بنقطتين معلومتين الإحداثيات وينتهي بنقطتين معلومتين الإحداثيات.

دراسة العوائق على الطريق والتي تعيق عملية التصميم.

- 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. [1]

5-1-2 الاعمال المساحية النهائية

بعد القيام بجميع الأعمال المساحية اللازمة في مرحلة التصميم يتم رسم المقاطع العرضية لدراسة وحساب كميات الحفر والدرم ويتم إنجازالمخططات الأولية حتى يصبح بوسع الفريق المصمم من إستخدام هذه المخططات والمعلومات المساحية المختلفة في دراسة مختلف المسارات الممكنة بهدف إختيار المسار الأمثل و الأفضل.

[1] تغطية مساحية للطرق

2-2 المضلعات (Traverses)

1-2-2 المقدمة

المضلع هو عبارة عن مجموعة خطوط متصلة يبعضها البعض حيث تبدأ من نقطتين معلومتين وتشكل بمجموعها خطاً متكسراً يأخذ أشكال مختلفة ومسميات متعددة كالمغلق (Closed) والمفتوح (Open) والرابط (Connecting) والحلقي (Loop) وغير ذلك .

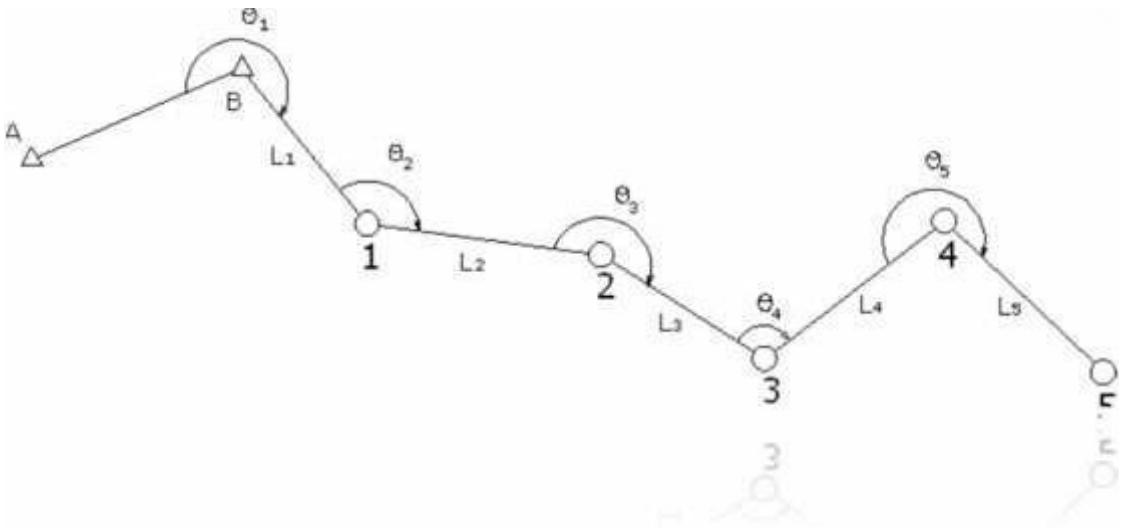
حيث تتفرع هذه الخطوط من نقاط معلومة (نقاط شبكة المثلثات العامة) ويتم قياس المسافة والزاوية الأفقية بين المحطات وتمتد باتجاهات مختلفة للإحاطة بالمباني و الطرق والساحات أو أي معلم.

إن الهدف الرئيسي من عمل المضلع هو تعيين محطات جديدة للقيام بعملية الرفع أو الرصد انطلاقاً من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو نقاط يتم وضعها بواسطة (GPS) وهو من الأجهزة الحديثة وهو جهاز يستخدم لإيجاد إحداثيات نقطة ما أو أي طريقة أخرى.

2-2-2 أنواع المضلعات

1-2-2-2 المضلع المفتوح (Open Traverse)

يطلق هذا الاسم على كل مضلع غير مغلق الشكل(أو الأضلاع)حيث يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بنقطتين أخريين غير معلومتي الإحداثيات.



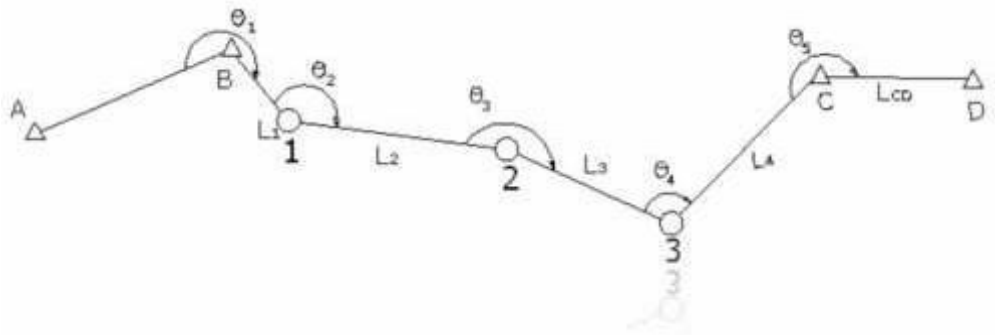
شكل رقم(2-1) (Link traverse)

2-2-2-2 المضلع المغلق (Closed Traverses)

هذا النوع من المضلعات ، يكون المضلع مغلقاً من حيث عدد الأضلاع أو الشكل الخارجي ، حيث يبدأ بنقطتين معلومتين الإحداثيات وينتهي بنقطتين معلومتين الإحداثيات.

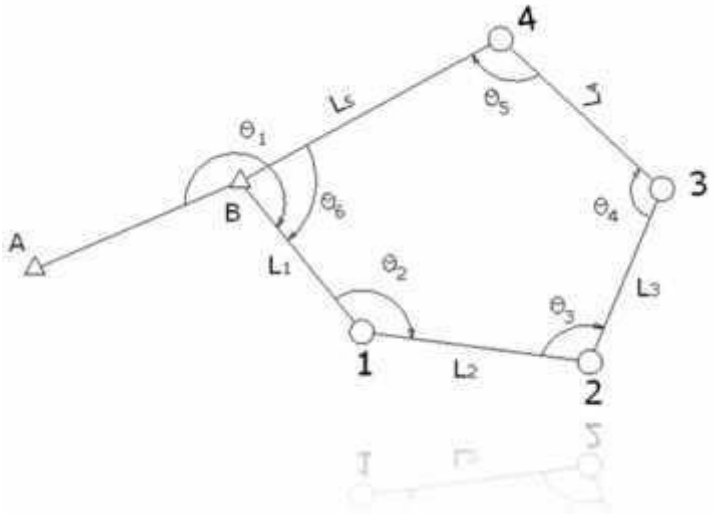
وهو نوعين :

1. إذا بدأ في نقطتين معلومتين الإحداثيات وعاد وانتهى بنفس النقطتين يسمى(link traverse) .



شكل رقم (2-2) (link traverse)

2. إذا بدأ في نقطتين معلومتين الإحداثيات وانتهى بنقطتين جديدتين معلومات الإحداثيات أيضا يسمى (Closed traverses) وهذا النوع الذي قمنا باستخدامه في هذا المشروع.



شكل رقم (2-3) (Closed traverse)

جدول(2-1) القراءات التي تم الحصول عليها من الميدان

إحداثيات النقاط			
رقم النقطة	Y = E (m)	X = N (m)	Elevation (m)
100	158165.5	106780.6	956.8
200	158421.8	106934.3	963.1
300	158087.9	106687.9	952.8
400	158098.4	106622.6	951.5
500	158107.1	106579.7	949.7
600	158101.3	106495.3	956.3
700	158383.9	105887.1	925.8
800	158602.7	105666.7	912.8

الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطرق

1-3 مقدمة

2-3 أسس التصميم الهندسي للطريق

3-3 المنحنيات

1-3-3 المنحنيات الأفقية

2-3-3 المنحنيات الرأسية

4-3 القوة الطاردة المركزية

5-3 التعلية (Super Elevation)

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

6-3 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق

7-3 التقاطعات

8-3 طبقات الشارع (الرصفات)

1-8-3 أنواع الرصفات

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

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

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

2-8-3 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[6]

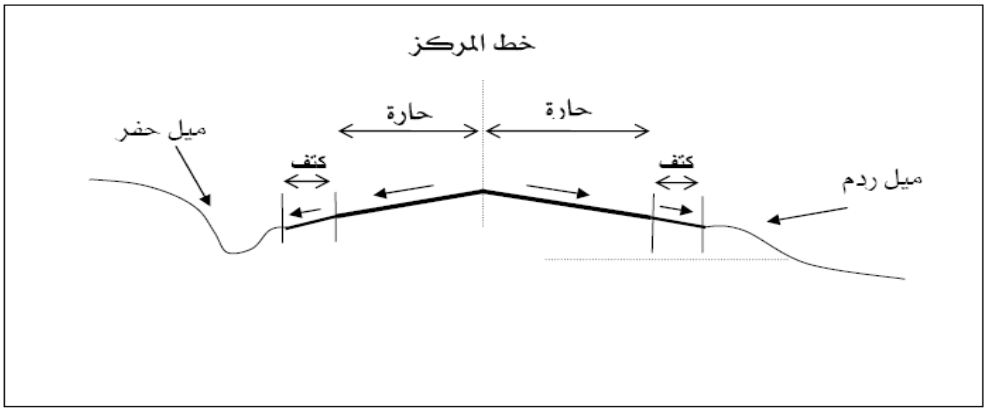
تصنيف الطريق	السرعة الدنيا	السرعة المرغوبة
طريق محلي (LOCAL)	30	50
طريق تجميعي (COLLECTOR)	50	60
اضطراب ملموس	50	60
أقل اضطراب	70	90
شرياني - عام	80	100
طـــريق سريع (Expressway)	90	120

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.

1. Highway engineering



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[7]

أما أنواعها فهي:

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.

وتتبـع 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.

[7] الوكالة الأمريكية للتنمية البشرية , صفحة الفيس بوك .

شكل (3-5) الأرصفة[8]

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.

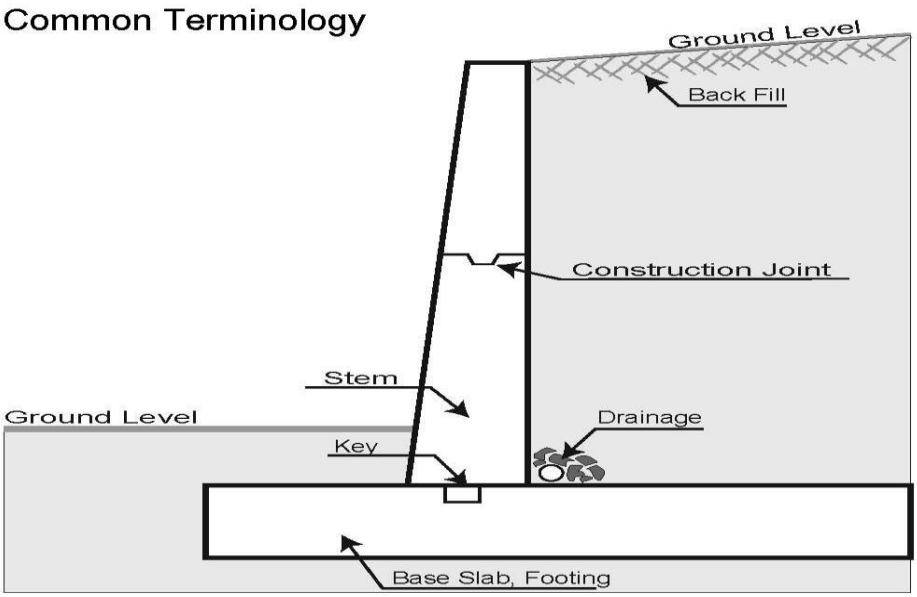
[8] الوكالة الأمريكية للتنمية البشرية , صفحة الفيس بوك .

شكل (3-6) الجزر الفاصلة[9]

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).

[9] الوكالة الأمريكية للتنمية البشرية , صفحة الفيس بوك .



شكل (3-7) الجدران الاستنادية[10]

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.

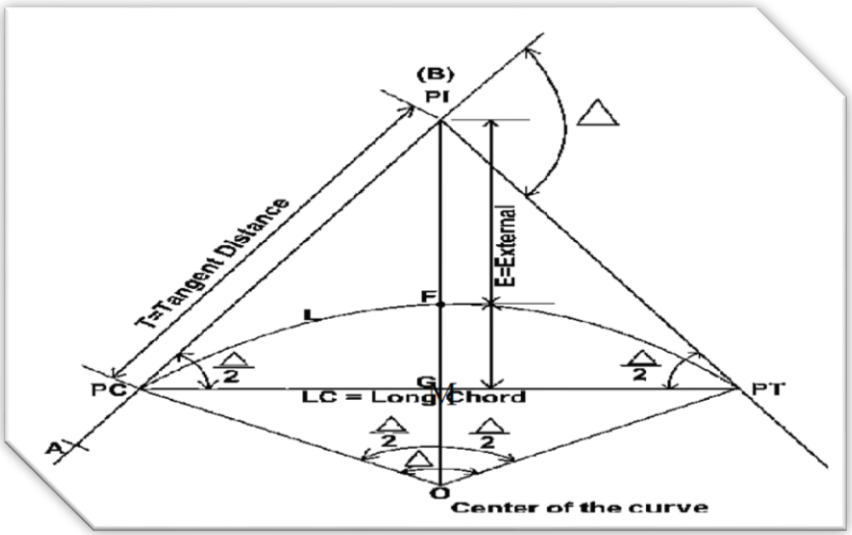
1-3-3 المنحنيات الأفقية :

[10] شبكة المهندسين العرب , الموقع الالكتروني : http://www.arab-eng.org.

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[11]

- 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.

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

[11] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات .

$T = R\tan\frac{\Delta}{2}$……3.1

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

$M = R(1-\cos\frac{\Delta}{2})$……..…...3.3

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

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

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب (AASHTO 2004):

جدول (3-2) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق[12]

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:

[12] AASHTO (2004).

جدول (3-3) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى[13]

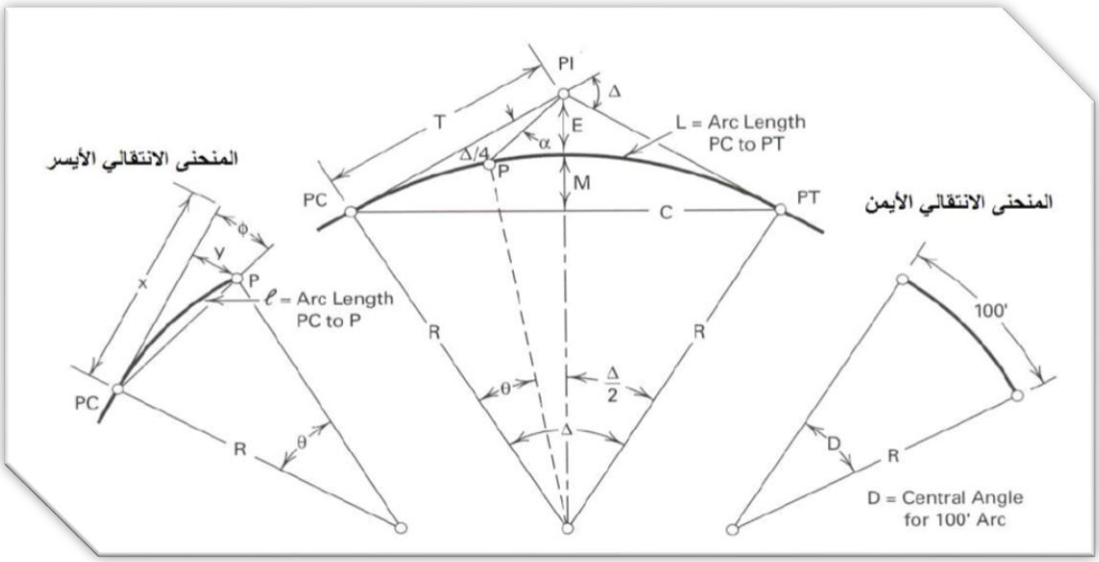
السرعة(كم/الساعة)	25	32	40	48	55	65
معامل الاحتكاك	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17
ميلان السطح	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
الحد الأدنى لنصف القطر (م)	15	30	50	75	100	140

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[14]

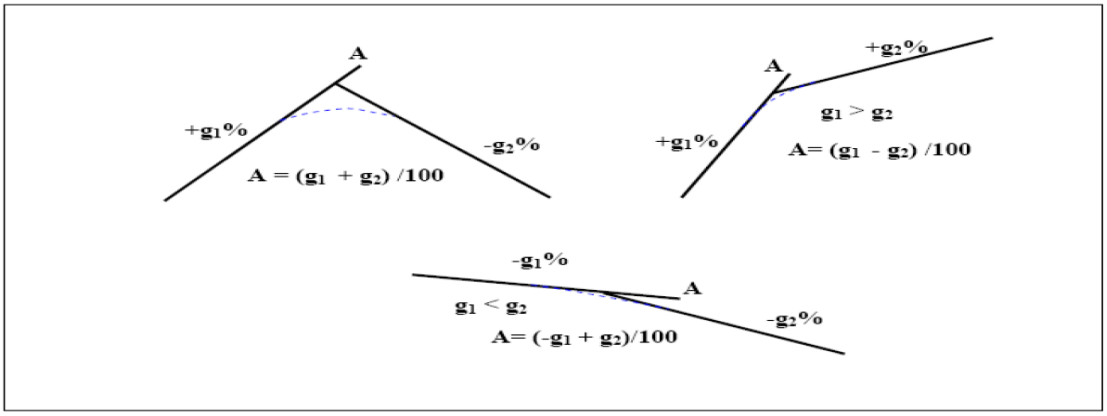
3-3-2 المنحنيات الرأسية :

[13] AASHTO (2004).
[14] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات.

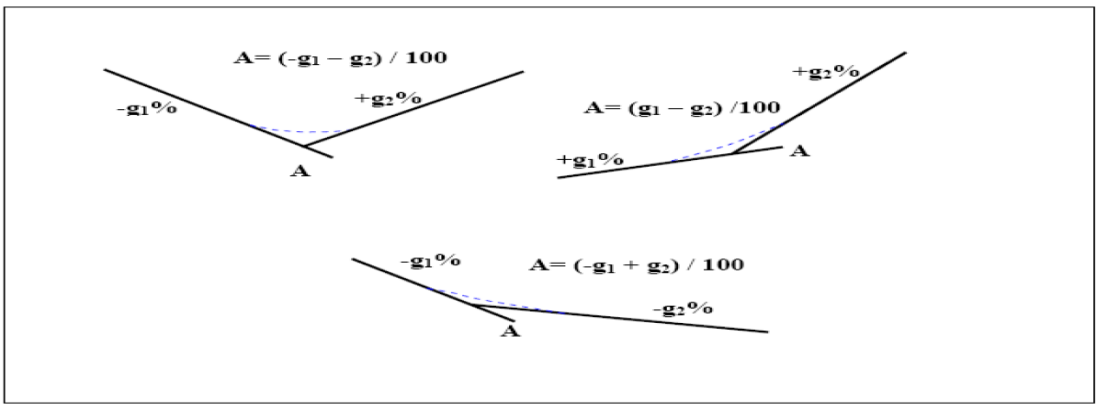
هي تلك المنحنيات التي من خلالها يتم الانتقال من منسوب إلى منسوب آخر ، حيث يتم تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية والميل الجديد المطلوب إنشاءه ، وعند عمل وإنشاء المنحنى الرأسي يجب مراعاة تحقيق هذه الشروط:

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):



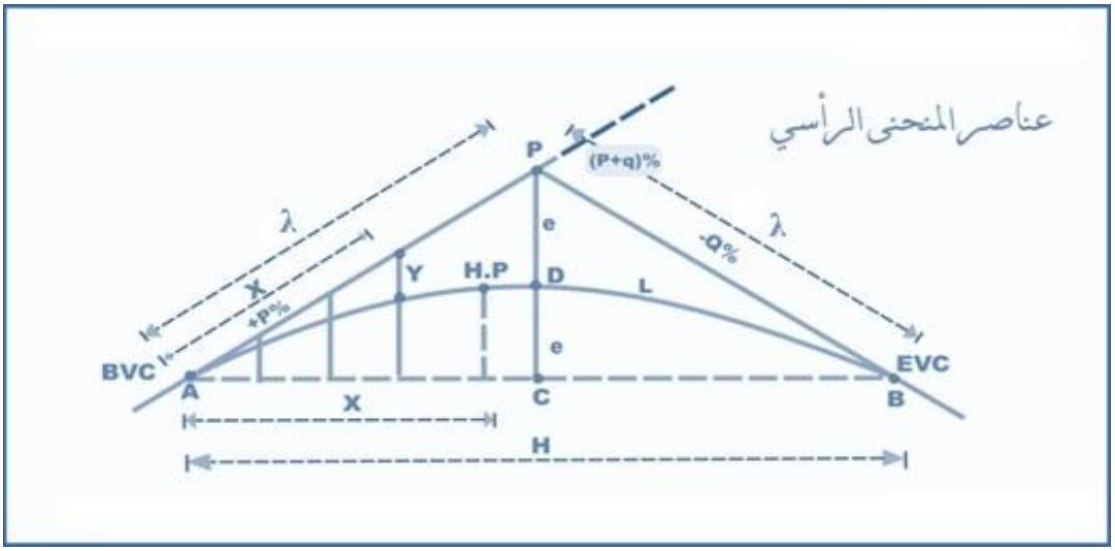
شكل (3-10) المنحنى الرأسي المحدب[15]



شكل (3-11) المنحنى الرأسي المقعر[16]

أما بالنسبة لأجزاء وعناصر المنحنى الرأسي:

[15] نفس المصدر.
[16] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات.



شكل (3-12) عناصر المنحنى الرأسي[17]

- 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

$$L=l_1+ l_2 \text{.....3.7}$$

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.

[17] نفس المصدر.

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[18]

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

[18] AASHTO (2004)

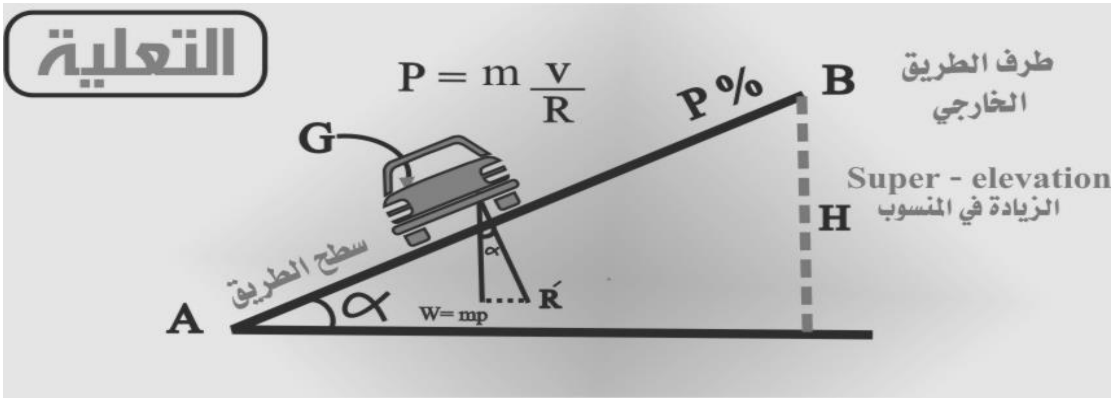
$$K = {}^{length}\Big/_{|p-q|} \ldots\ldots\ldots\ldots 3.15$$

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[19]

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 :

[19] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات , صفحة 161 .

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

حيث أن:

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

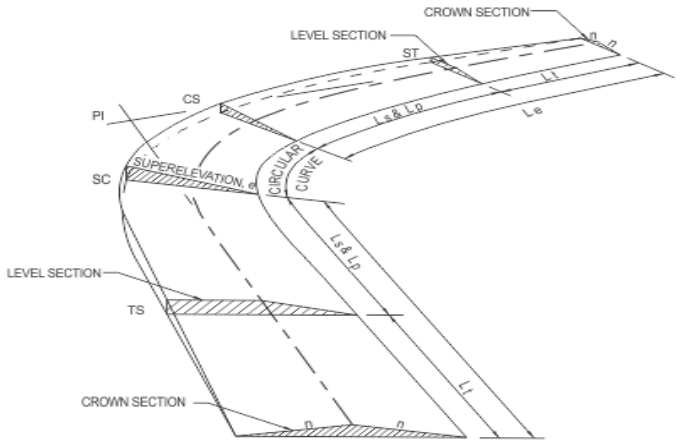
v : هي سرعة المركبة بالـ كم/ ساعة، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

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:



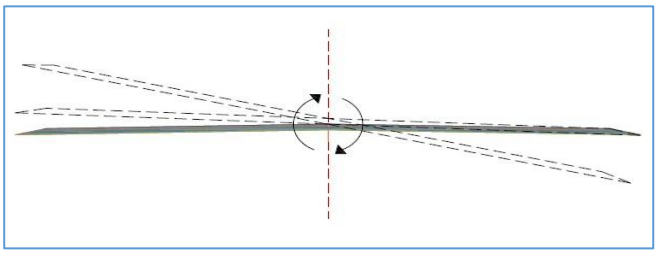
شكل (3-14) تطبيق التعلية على المنحنيات[20].

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

[20] شبكة المهندسين العرب , الموقع الالكتروني : http://www.arab-eng.org

- **الطريقة الأولى :**

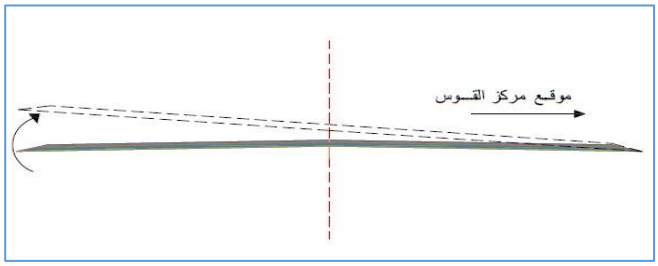
في هذه الطريقة يبقى محور الطريق ثابت لايتغير ويبقى الجانب الآخر من الطريق ثابت ونبدأ في رفع جانب الطريق حتى يتساوى جانبي الطريق وبعد ذلك يستمر جانب الطريق بالارتفاع ويبدأ الجانب الثابت بالانخفاض بنفس النسبة حتى يتحقق الميلان المطلوب ، وبعد الانتهاء من المنحنى تعود العملية عكسية حتى يعود الشارع إلى وضعه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



شكل (3-15) الدوران حول المحور.[21]

- **الطريقة الثانية :**

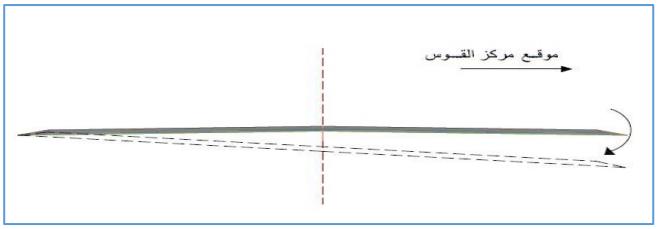
في هذه الطريقة يبقى احد جانبي الطريق ثابتا وليس المحور ، حيث يتم تثبيت احد جانبي الطريق ونعمل على رفع الجانب الآخر من الطريق حتى يساوي ارتفاع الجانب الأول من الطريق وبعد ذلك نستمر في رفع جانبي الطريق للوصول إلى الميلان المطلوب .



شكل (3-16) الدوران حول الحافة الداخلية[22]

- **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 .



[21] شبكة المهندسين العرب , الموقع الالكتروني : http://www.arab-eng.org
[22] نفس المصدر.

شكل (3-17) الدوران حول الحافة الخارجية[23]

- **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) .

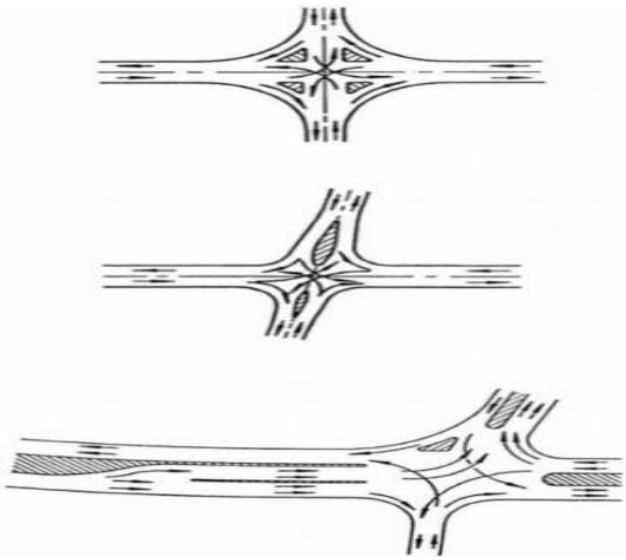
[23] نفس المصدر.

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.

شكل (3-19) التقاطعات في مستويات مختلفة[24]

[24] صورة من الانترنت.

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 أخرى .

الفصل الرابع : خدمات الطرق

1-4 مقدمة

2-4 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking)

1-2-4 أهداف علامات المرور

2-2-4 الشروط الواجب توافرها في العلامات

3-2-4 أنواع علامات المرور

3-4 الإنارة على الشوارع والطرق

1-3-4 فوائد الانارة

2-3-4 مواصفات الإنارة

4-4 المواقف

1-4-4 أهمية المواقف

2-4-4 انواع المواقف

3-4-4 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 :

1- ان هذه العلامات تنظم حركة السير للسائق والمشاة وتنقل التعليمات لهم , هذا ويراعى في هذه العلامات ما يلي :
2- ان تكون صالحة للرؤية في الليل والنهار,وواضحة في كافة الاوقات والظروف.
3- ان تتوافق فيها الالوان .
4- ان تكون من مواد تعمر طويلا وتقاوم التزحلق.
5- ان تكون تعليماتها سهلة الفهم ومرئية من مسافة كافية.

3-2-4 أنواع علامات المرور :

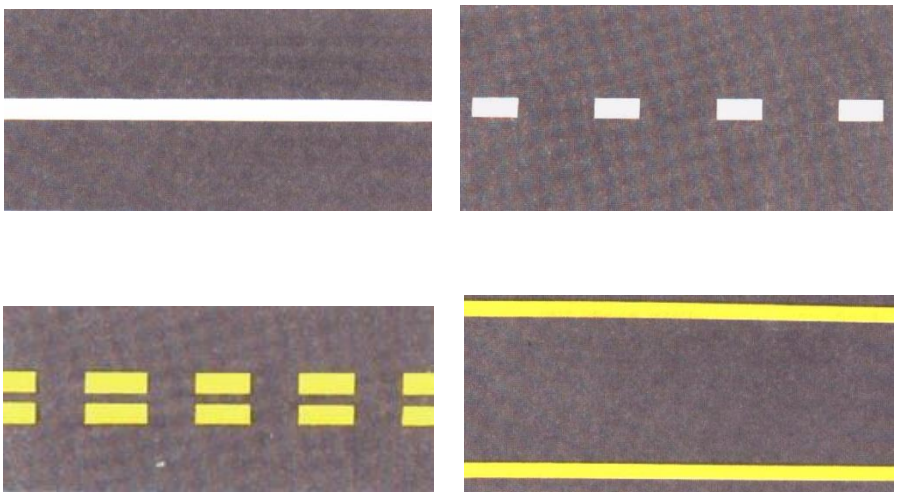
1-3-2-4 الخطوط:

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 :

4-2-3-5-1 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 .

4-2-3-5-2 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.

4-2-3-5-3 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[25]

[25] حسب القانون الفلسطيني ولائحته التنفيذية

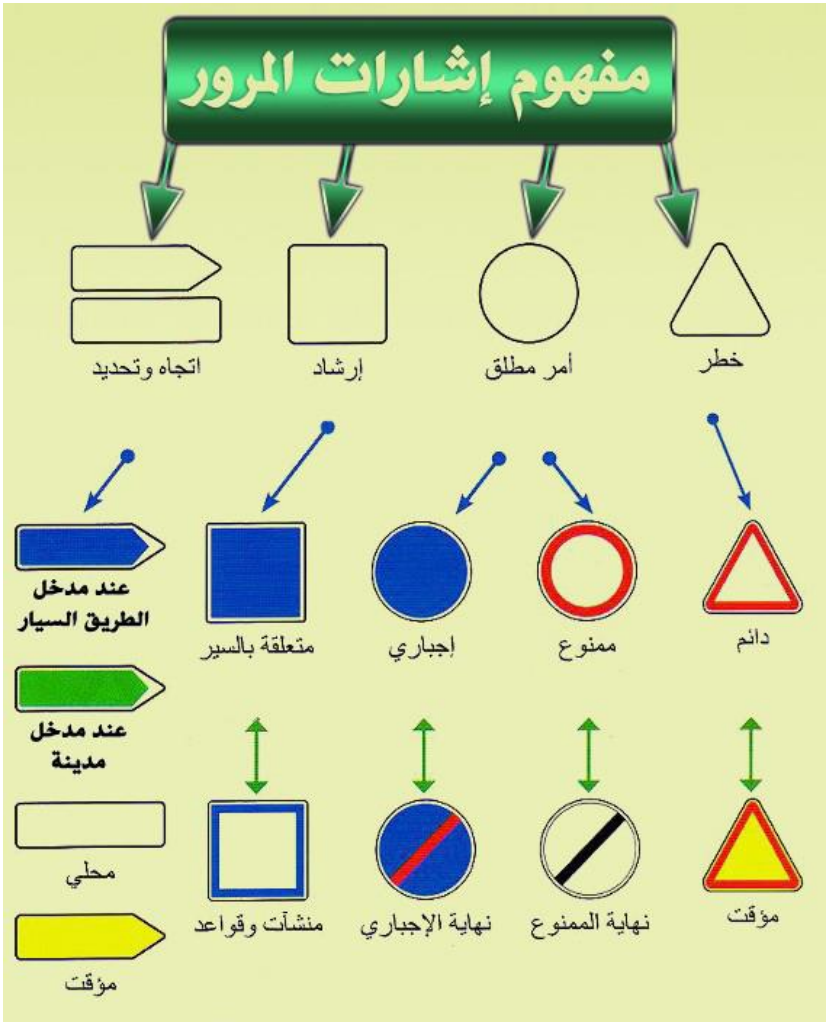
سرعة السيارة كم/ساعة	50	65	80	95	120
المسافة بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة (م)	45	90	150	220	300

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[26]

أما بالنسبة لبعض الإشارات التي سيتم استخدامها في شارع أبو إكتيلة حسب قانون المرور الفلسطيني ولائحته التنفيذية فهي كالتالي :

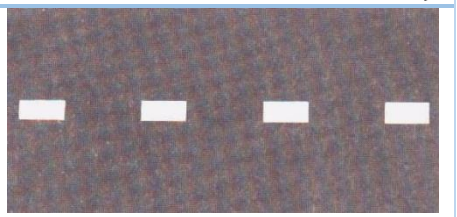
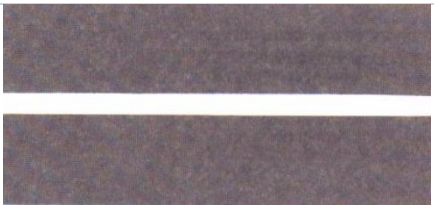
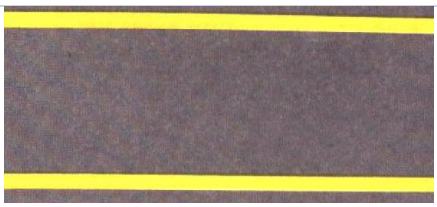
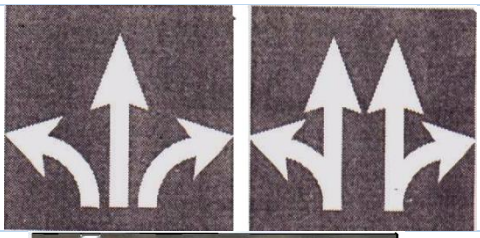
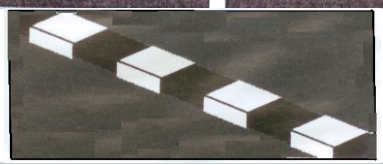
[26] حسب القانون الفلسطيني ولائحته التنفيذية

جدول (5-2) إشارات المشروع

الإشارة	المدلول
	أولاد بالقرب من المكان
	انعطاف حاد نحو اليسار
	مفترق تقاطع طرق
	مفترق تقاطع طرق لليسار
	مفترق تقاطع طرق لليسار
	أعط حق الأولوية لحركة السير أمامك
	ممنوع التجاوز
	ممنوع التجاوز بالنسبة للشاحنات التي تزيد عن 4 طن
	يوجد ممر مشاة بالقرب من المكان
	ممر مشاة

أما بالنسبة لبعض الخطوط التي سيتم استخدامها في شارع أبوإكتيلة فهي كالتالي :

جدول (4-3) الخطوط المستخدمة في المشروع

الإشارة	المدلول
	خط متقطع : خط محور الشارع أو خط مسلك ، على من يسوق مركبة أو حيوان أن يسوق مركبته أو الحيوان في المسلك الأيمن الأقصى ولا يجوز له عبور الخط بجسم المركبة أو بقسمٍ منه إلا من اجل التجاوز أو من اجل تنفيذ أمرٍ قانوني
	خط فاصل متواصل : إذا وُسم الشارع بخط فاصل متواصل فعلى السائق أن يسوق مركبته أو يقود الحيوان على الجانب الأيمن للخط ولا يجوز له عبور الخط بجسم المركبة أو بقسمٍ منه
	خط حدود : يشير الخط إلى حافة الشارع في المكان التي لا توجد فيه أحجار حافة . على سائق المركبة الميكانيكية أن يسوق مركبته على الجانب الأيسر للخط ولا يجوز له العبور إلى يمين الخط إلا من اجل منع وقوع حادث أو منع عرقلة لحركة السير
	أسهم للسير في المفترق يجوز عبور المفترق من المسلك الموسوم بالسهم فقط باتجاه السهم.
	أحجار الحافة مدهونة باللون الأسود والأبيض لإظهار وإبراز الحافات أو الفواصل أو الجزر المبنية

3-4 الإنارة على الشوارع والطرق :

1-3-4 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 (5-4) توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق.[27]

	G T M	4										G
1	6 4 9 9	5 6 7 8	6 6 7 8	3 5 7 8	3 4 1 8	8 4 5 7	3 5 6	8 4 1	4 0	9 5	4	1.82
2	2 4 9 9	5 6 2 3	5 6 2 3	9 1 2 3	9 5 7 3	8 0 **6** 8	9 6 2	4 5 7	5 6	4 6	5	1.82
3	2 4 9 9	6 2 8 9	6 2 8 9	0 2 8 9	4 6 8 9	4 1 2 9	0 7 4	0 6 8	6 2	5 7	6	1.82

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 16 مترا، وتم اختيار ارتفاع العمود 10.69م ويقع الطريق ضمن المجموعة A2،وبناء على ما سبق فإن المسافة بين كل عامود إنارة والآخر ستكون 39.6 م (35 متر للتقريب) والمسافة من مركز المصباح إلى جانب الطريق2.59متر.

[27] كتاب الانارة العامة انارة الشوارع – رافت حلمي .

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 اخد 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 .

2-2-4-4 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

3-4-4 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 :

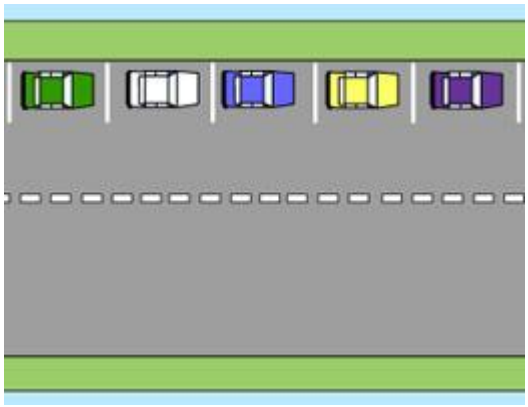
1- موقع الموقف: يجب ان يكون الموقف في مركز المنطقة التي تم انشاؤه فيها الا انه يجب ان لا يقع الموقف في منطقة حركة السيارات حتى لا يعيق حركتها وحركة المشاة ويشكل خطرا عليها .

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 .

اما بالنسبة للمواقف التي سيتم عملها في المشروع هي من النوع الذي يكون على جانب الطريق بعرض يبلغ 2م على كل جانب.

اما في المشروع فتم استخدام مواقف موازية على الشارع كما في الشكل, حيث ان عرض الشارع وحركة السير تسمح بذلك .



الشكل (4-3) موقف موازي على الشارع [28]

[28] الموقع الالكتروني : http://www.chandigarhtrafficpolice.org

الفصل الخامس : الفحوصات المخبرية

5-1 مقدمة

5-2 عينات التربة

5-2-1 اماكن استخراج العينات

5-2-2 أخذ العينات

5-2-3 تعبئة العينات

5-2-4 نقل وتخزين العينات

5-3 التجارب المخبرية

5-3-1 تجربة الكثافة العظمى (PROCTOR COMPACTION TEST)

5-3-2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) CBR)

5-1 مقدمة :

تشمل الفحوصات عدة اختبارات تجري على مواد طبقات الرصف , ويتم من خلال هذه الاختبارات حساب المحتوى المائي ,اختبار الدمك ,نسبة تحمل كليفورنيا (CBR) وكذلك اجراء تجارب على الاسفلت واختبارات الخلطة الاسفلتيه واختبارات التصميم للخلطة الخرسانية .

2-5 عينات التربة :

1-2-5 اماكن استخراج العينات :

تستخرج العينة الأولى من سطح الأرض مباشرة ، وتستخرج العينات التالية بمعدل عينة كل متر على الأقل ، وكذلك عند تغير الطبقات ، ويجب أخذ الحيطة والحذر حتى لا يحصل إغفال اكتشاف طبقات من التربة ذات سماكات صغيرة ، كما يجب أن تكون كمية العينات كافية لإجراء الاختبارات المطلوبة.

2-2-5 أخذ العينات :

يعتبر أخذ العينات من أهم مراحل الأعمال الجيوتقنية ، ولا تقل أهميته عن الاختبارات التي ستجري عليها ، لذا فإنه من الضروري تحري الدقة والحيطة عند أخذ العينات وطريقة تعبئتها لتكون عينات ممثلة لطبيعة التربة الأصلية ، ويتم أخذ عينات في التربة المفككة والمتماسكة إما المقلقلة أو غير المقلقلة ومن أماكن تخزين التربة Stockpiles على النحو التالي:

1- عينات التربة المفككة : Cohesionless Soil Sampling

من الصعب الحصول على عينات غير مقلقلة في التربة المفككة كالتربة الرملية أو التربة التي بها نسبة كبيرة من الركام ، وتؤخذ عينات بحد أدنى من القلقلة بواسطة أنابيب أخذ العينات الرقيقة الحواف ، وفي بعض الأحيان يتم أخذ العينات عن طريق تجميد المنطقة المحيطة بالعينة ، ولصعوبة الحصول على عينات جيدة فإنه يجري عادة عمل بعض الاختبارات الحقلية في الموقع ، ويتم أخذ العينات المقلقلة إما يدوياً باستخدام أدوات الحفر اليدوية مثل الكريك والبريمة Auger أو آلياً باستخدام معدات الحفر الآلية بالأعماق التي يحددها المهندس المشرف ، وذلك لعمل اختبارات الوحدة الوزنية والوزن النوعي للتربة وتصنيف التربة والتحليل الميكانيكي وتحديد نسبة تحمل كاليفورنيا والاختبارات الكيميائية وغيرها في المعمل.

2- العينات المقلقلة Disturbed Sampling

وهي العينات التي يكون فيها بنية التربة متفككة وخواصها الميكانيكية قد تغيرت أثناء أخذ العينة ، ويمكن أخذها بالطريقة اليدوية . أما في التربة المتماسكة فيمكن أخذها أثناء الحفر بالمثقاب أو بالمثقاب وماسورة التغليف . أما في الصخر فإنه يمكن أخذ العينات أثناء الحفر بطريقة الاجتراف أو الطرق أو الحفر الدوراني

3- العينات الغير مقلقلة Undisturbed Sampling

وتكون عينات التربة هذه محتفظة ببنيتها وخواصها الأصلية ، ويمكن الحصول عليها من التربة المتماسكة بطريقة القطع باليد للحصول عليها كتلة واحدة عن طريق أنبوب استخراج العينات ذو الحافة القاطعة . أما في التربة الصخرية فيتم الحصول عليها بطريقة الحفر الدوراني حيث يتم الحصول على عينة مستمرة على عمق الحفر بواسطة الجهاز نفسه.

4- عينات التربة من الأكوام وأماكن التخزين Stockpiles Sampling

في حالة وجود التربة على شكل أكوام في أماكن التخزين أو حول أماكن الحفر يجب تحري الدقة والحذر في أن تكون العينات ممثلة حيث إن طريقة وضعها على شكل أكوام يساعد على تفرقة حبيبات التربة وتدحرج المواد الخشنة (Coarse Aggregates) إلى أسفل الكوم ، لذلك لابد من أخذ العينات من عدة أماكن متفرقة في الكوم مع ضرورة إزالة الطبقة العلوية من الكوم والتي تعرضت للعوامل الجوية وتفرقة في الجزيئات ، أما في حالة أخذ العينات من الحفر والخنادق Trenches فيتم أخذ العينات من جانبي الحفرة ومن أسفلها من أماكن متفرقة . وعند ملاحظة وجود طبقات مختلفة للتربة فإنه يلزم أخذ عينات ممثلة لكل طبقة على حدة بنفس الطريقة السابقة مع أهمية تسجيل البيانات أولاً بأول.

5- عينات الصخور Rock Sampling

عند استخراج عينات الصخور يتم استخدام الأجهزة الخاصة باستخراج عينات التربة بعد استبدال أجهزة الحفر بالصخور ، ويستحسن استشارة من له خبرة ومعرفة في جيولوجيا المنطقة وأنواع الصخور الموجودة لتحديد مدى قوة وتحمل الصخر ومدى الحاجة لأخذ عينات منه . وفي الصخور المتماسكة يتم أخذ عينات اسطوانية لإجراء تجارب الضغط عليها ، أما في حالة الصخر اللين والهش فيمكن استخراج العينات بعد حقنها بالأسمنت لربط أجزاء الصخر مع بعضها ، ويمكن من خلال وضع الأسمنت في الحفر المتجاورة معرفة اتجاه وترتيب التشققات في الطبقات الصخرية.

3-2-5 تعبئة العينات :

يتم تعبئة العينات فور الحصول عليها بأوعية يحكم إغلاقها مثل الأوعية البلاستيكية أو في أكياس من البلاستيك ، ومن ثم توضع داخل أكياس من النسيج مع أخذ الحيطة والحذر بعدم دكها عند إدخالها بالكيس ، ويجب أن تملأ العينة الوعاء ما أمكن ، وفي حالة كون العينة من العينات المستمرة كعينات الصخور فيتم حفظها في علب ذات تقسيمات بأقطار مناسبة بحيث تمسك بالعينات دون ضغطها ، أما في حالة استخراج العينات الغير مقلقلة فيجب حماية هذه العينات بطرق مناسبة من الجفاف أو من تغير حجمها أو إنزلاقها في الوعاء ، وبالنسبة للعينات المأخوذة من التربة المتماسكة والمقطوعة على هيئة مكعبات فإنه يمكن أن تغطى العينات جيداً بطبقة أو أكثر من الشمع ، وتوضع كل عينة على حدة في غلاف خارجي له نفس أبعادها من الخشب أو ما شابهه لحمايتها أثناء النقل.

4-2-5 نقل وتخزين العينات :

في جميع الأحوال يجب تسجيل البيانات التالية عند أخذ العينات:

- الموقع العام مع إيضاحه على رسم كروكي.
- المعلومات العامة عن المشروع.
- رقم الحفرة وأبعادها
- .عدد العينات وأماكن استخراجها.
- تاريخ أخذ العينة وحالة الطقس.
- طريقة أخذ العينات.

- المساحة أو الكمية التقريبية.
- منسوب المياه الجوفية في حالة اكتشافه.
- وصف عام للتربة.
- اي معلومات أو ملاحظات أخرى يراها من يقوم على أخذ العينات.

وتوضع الأنابيب في أرفف خشبية مخصصة لهذا الغرض ، وذلك للتأكد من وضعها في موضع رأسي وعدم تحركها أثناء النقل ، وتبقى على هذا الوضع حتى يتم استلامها من قبل فنيي المعمل ، ويجب أيضاً حماية العينات من أشعة الشمس والحرارة العالية ، وكذلك من التجمد وحمايتها أثناء النقل من الاهتزازات ومن تحطم حاويات العينات ، ويفضل إرسال العينات الغير مقلقلة إلى المعمل فور استخراجها وتخزينها في أماكن معتدلة الحرارة.

3-5 التجارب المخبرية :

1-3-5 تجربة الكثافة العظمى (Proctor compaction test):

تهدف التجربة الى تحديد مقدار الكثافة العظمى للتربة ومقدار محتوى الماء المثالي، من أجل فحص نسبة تحمل كاليفورنيا وكذلك الدمك في الموقع في حالة العينات للمواد التي ستستخدم في طبقات مشاريع الطرق. وتم عمل التجربة في تاريخ: 2019/11/18

خطوات العمل

1- بعد احضار العينة تم تنخليها على منخل 4/3 للتخلص من الحصى الكبير .
2- تم توزين 5 كغم من العينة .
3- تم اضافة 5 % من وزن العينة ماء .
4- تم خلط الماء في العينة بشكل جيد .
5- تم تحضير القالب وتجهيزه .
6- تم وضع الطبقات من العينة واحدة تلو الاخرى وضربها بمطرقة قياسية 25 ضربة لكل طبقة ومن ثم تسوية السطح واستخراج العينة ووزنها داخل جفنة معلومة الوزن في كل محاولة.
7- بعد تحضير الجفنات وملؤها في كل محاولة تم وضعها في الفرن الحراري لمدة 24 ساعة .
8- تم اخذ القراءات اللازمة وحساب المحتوى الرطوبي وكثافة التربة .
9- تم رسم العلاقة بين محتوى الرطوبة والكثافة وتمثل قمة المنحنى القيمة العظمى للكثافة ونسبة الماء المثالية.

الحسابات والنتائج

تم استخدام القوانين التالية في عملية الحسابات:

نسبة الرطوبة = وزن الماء/وزن العينة جافة.

وزن الماء = وزن الجفنة مع العينة (رطبة) – وزن الجفنة مع العينة(جافة).

وزن العينة جافة= وزن الجفنة مع العينة(جافة) – وزن الجفنة.

الكثافة الرطبة =وزن العينة رطبة / حجم العينة .(حجم العينة = حجم قالب بروكتور)

الكثافة الجافة = الكثافة الرطبة/(1+ نسبة الرطوبة).

الشكل (5-1) صورة للعينات التي سيتم اجراء التجربة عليها

الشكل (5-2) صورة اثناء القيام بتحديد الكثافة العظمى

تجربة الكثافة العظمى لطبقة ما تحت الاساس

جدول (5-1) قراءات تجربة الكثافة العظمى لطبقة ما تحت الاساس(تحديد الكثافة)

المحاولات	1	2	3	4
الماء المضاف (سم^3)	500	125	125	125
وزن القالب فارغ W1(غم)	5090	5090	5090	5090
وزن القالب مملوء بالتربة الرطبة (غم)W2	9410	9628	9884	9840
وزن التربة الرطبة (W2-W1) (غم)	4320	4538	4794	4750
كثافة التربة الرطبة(غم /سم ^{3})	2.034	2.137	2.257	2.236

جدول (5-2) قراءات تجربة الكثافة العظمى لطبقة ما تحت الاساس(تحديد الرطوبة)

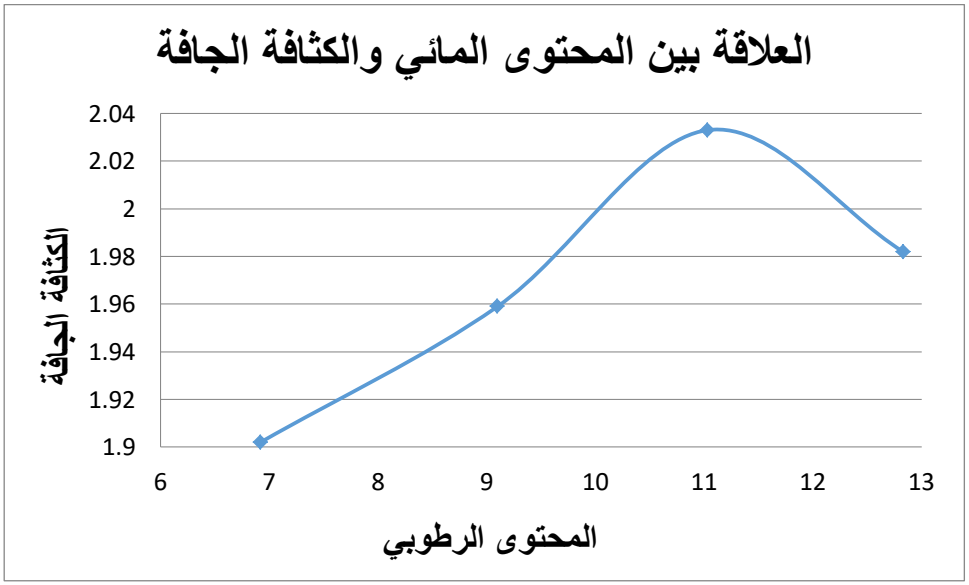
رقم الجفنة	E16	A2	E10	C38	A1	E7	C5	B13
وزن الجفنة وعينة التربة الرطبة W4(غم)	202	238.7	214.4	212.6	222.5	213.5	252.3	226.9
W5وزن الجفنة وعينة التربة الجافة (غم)	191	225.3	199.1	197.5	203.5	195.3	226.9	204.3
(غم)W3وزن الجفنة فارغ	31.7	31.9	30.8	31.7	30.4	30.9	42.3	41.6
وزن الماء (غم)	11	13.4	15.3	15.1	19	18.2	25.4	22.6
وزن التربة الجافة (غم)	159.3	193.4	168.3	165.8	173.1	164.4	184.6	162.7
المحتوى الرطوبي %	6.19	6.93	9.09	9.11	10.98	11.07	13.76	11.89
متوسط المحتوى الرطوبي %	6.92		9.1		11.03		12.83	
كثافة التربة الجافة (غم /سم 3)	1.902		1.959		2.033		1.982	

جدول (5-3) المحتوى الرطوبي لطبقة ما تحت الاساس

رقم الاختبار	1	2	3	4
المحتوى الرطوبي %	6.92	9.1	11.03	12.83
كثافة التربة الرطبة (غم /سم ^{3})	2.034	2.137	2.257	2.236
كثافة التربة الجافة (غم /سم ^{3})	1.902	1.959	2.033	1.982

ومن الشكل (5-3) يتبن أن نسبة الماء المثالية (لطبقة ما تحت الاساس) = 11%

و الكثافة الجافة(لطبقة ما تحت الاساس) = 2.033 غم /سم ^{3}



الشكل (5-3): العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة .

جدول رقم (5-4) قراءات تجربة الكثافة العظمى لطبقة الاساس (تحديد الكثافة)

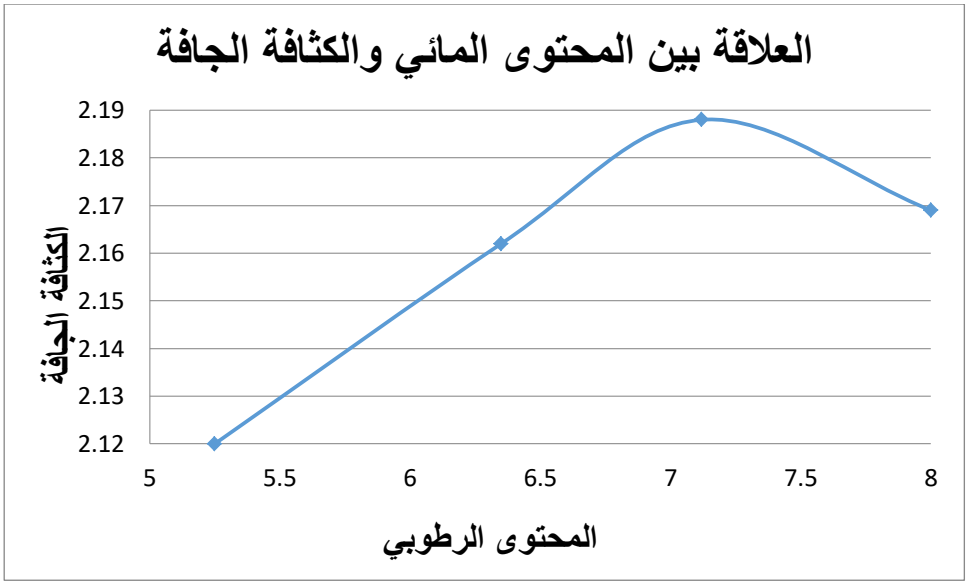
المحاولات	1	2	3	4
الماء المضاف (سم^3)	750	125	125	125
وزن القالب فارغ W1(غم)	5090	5090	5090	5090
وزن القالب مملوء بالتربة الرطبة (غم)W2	9830	9974	10070	10067
وزن التربة الرطبة (W2-W1) (غم)	4740	4884	4980	4977
كثافة التربة الرطبة(غم /سم ^{3})	2.232	2.299	2.345	2.343

جدول رقم (5-5) قراءات تجربة الكثافة العظمى لطبقة الاساس (تحديد الرطوبة)

رقم الجفنة	A2	A1	C9	E2	E7	E16	B13	A6
وزن الجفنة وعينة التربة الرطبة W4(غم)	278	262.8	267.7	263.4	318.9	301.4	286.2	279.2
W5وزن الجفنة وعينة التربة الجافة (غم)	266.7	250.3	253.8	249.4	299.7	283.5	286.1	260.8
W3(غم)وزن الجفنة فارغ	31.9	30.4	32.3	31.4	30.9	31.7	41.6	31
وزن الماء (غم)	11.3	12.5	13.9	14	19.2	17.9	18.1	18.4
وزن التربة الجافة (غم)	234.8	219.9	221.5	218	268.8	251.18	226.5	229.8
المحتوى الرطوبي %	4.81	5.68	6.28	6.42	7.14	7.10	7.99	8.01
متوسط المحتوى الرطوبي %	5.25		6.35		7.12		8.00	
كثافة التربة الجافة (غم /سم ^{3})	2.12		2.162		2.188		2.169	

جدول رقم (5-6) المحتوى الرطوبي

رقم الاختبار	1	2	3	4
المحتوى الرطوبي %	5.25	6.35	7.12	8.00
كثافة التربة الرطبة (غم /سم ^{3})	2.232	2.299	2.345	2.343
كثافة التربة الجافة (غم /سم ^{3})	2.120	2.620	2.188	2.196



الشكل (5-4): العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة

نسبة الماء المثالية = 7.12 %

الكثافة الجافة = 2.188 غم/سم^3

2-3-5 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR):

يعتبر فحص نسبة تحمل كاليفورنيا واحدا من الفحوصات الهامة التي تجري للتربة في هندسة الطرق. ويمكن تلخيص مبدأ الفحص كما يلي:

يتم غرز أداة قياسية اسطوانية الشكل (مكبس) في العينة وبسرعة محددة , ومن خلال لعلاقة بين قوة الغرز وقيمة الغرز (المسافة) (load penetration relationship)يمكن إيجاد قيمة نسبة تحمل كاليفورنياCBR).

وتعرف قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR-value) بأنها النسبة بين الأحمال اللازمة لغرز المكبس الاسطواني(مساحته 3 أنش مربع) مسافة معينة داخل عينة مدموكة من التربة لها رطوبة وكثافة معينتين , وبين الأحمال القياسية اللازمة لغرز المكبس نفس العمق في عينة قياسية من الأحجار المكسرة (crushed stone) أي ان:

نسبة تحمل كاليفورنيا =(الحمل اللازم لإحداث قيمة الغرز/ الحمل القياسي لاحداث هذا الغرس في عينة من مادة قياسية)*100%.

ويوضح الجدول التالي بعض قيم نسبة تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد (USC)ونظام الاشتو (AASTHO) :

جدول (5-7) : قيم تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد ونظام الاشتو

نسبة التحمل (CBR)	التقدير	الاستعمال	حسب النظام الموحد (USC)	حسب نظام (AASTHO)
3-0	ضعيف جدا	طبقة التأسيس (Subgrade)	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
7-3	ضعيف إلى معتدل	طبقة التأسيس	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6.A7
20-7	معتدل	أساس مساعد (Sub-base)	OH,CL,ML,SC,SM,SP,GP	A2,A4,A6.A7
50-20	جيد	أساس (Base course)	GM,GC,SW,SM,SP,GP	A-1-B,A-2-5,A3, A-2-6
50<	ممتاز	أساس	GW,GM	A-1-a,A-2-4,A4

والجدول التالي يبين المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن[29] :

الطبقة	نسبة كاليفورنيا (%)
طبقة التأسيس (Subgrade)	8 حد أدنى
أساس مساعد (Sub-base course)	40 حد أدنى
أساس (Base course)	80 حد أدنى

جدول (5-8) : المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن

تهدف التجربة الى معرفة مقدار تحمل عينة من التربة للضغط الناتج من مكبس قياسي بالنسبة لعينة تربة قياسية. وتم عمل التجربة بتاريخ **2019/11/8**

[29] https://issuu.com/20786/docs/californiabearingratiocbrtest

خطوات العمل :

1- تم اضافة المحتوى الرطوبي من الماء والذي تم الحصول عليه من التجربة السابقة الى العينة والذي يساوي 11.8 % من وزن العينة.
2- تم خلط الماء بالعينة ومن ثم تجهيز القالب لوضع الطبقات داخله .
3- تم اضافة الطبقات من العينة مع الضرب ب 56ضربة بالمطرقة المعدلة لكل طبقة ومن ثم تسوية السطح .
4- ثم وضع القالب تحت الجهاز وتصفير القرءات ومن ثم تشغيل الجهاز والبدء بملاحظة وتسجيل القراءات وتسجيلها في الجدول وهذا الجدول يوضح القراءات التي تم الحصول عليها وايضا نسبة تحمل كليفورنيا عندما تكون نسبة الغرز 2.5 ملم وايضا 5 ملم .

الشكل (5-5) صورة اثناء القيام بتجربة CBR

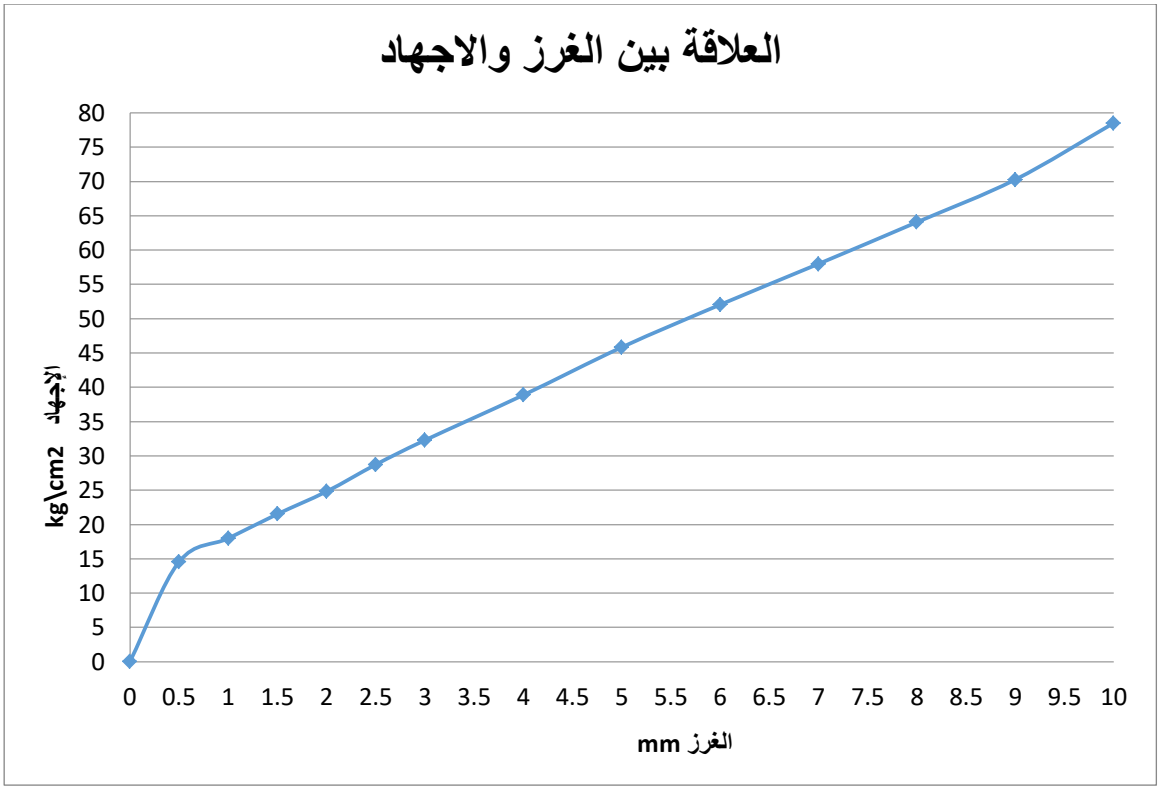
الشكل (5-6) جهاز فحص CBR .

ويتم تشغيل الجهاز وقراءة مقدار القوة عند مجموعة من قيم الغرز ، ثم يتم تقسيم القوة عند الغرز 2.5 ملم و5 ملم على القيمة القياسية فتنتج قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا.

تجربة CBR لطبقة ما تحت الأساس

جدول (5-9): قراءات تجربة (CBR) لطبقة ما تحت الأساس

الغرز	الحمل(div)	الحمل (كغم)	CBR
0.0	0		
0.5	115		
1	142		
1.5	170		
2	196		
2.5	227	576.58	
3.0	255		
4.0	307		
5.0	362	919.48	
6.0	411		
7.0	458		
8.0	506		
9.0	555		
10.0	620		

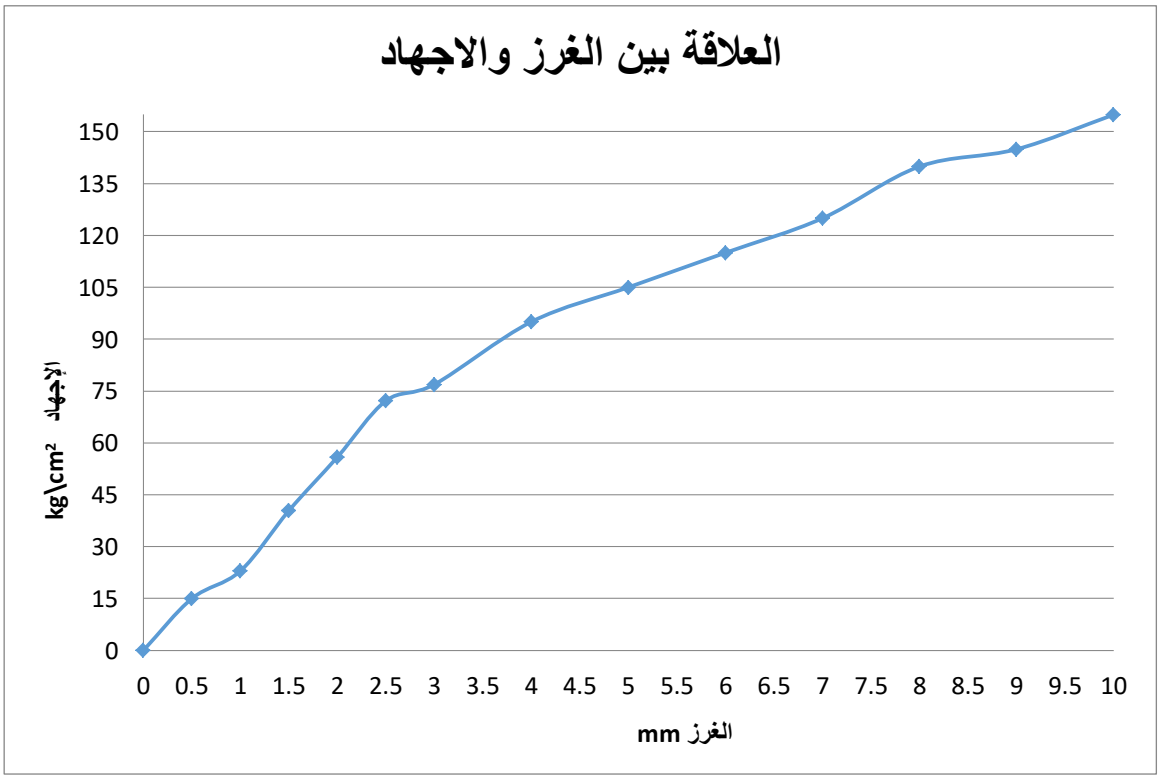


الشكل (5-7) منحنى العلاقة بين الحمل و الغرز لطبقة ما تحت الأساس

تجربة CBR لطبقة الأساس

جدول (5-10): قراءات تجربة (CBR) لطبقة الأساس

الغرز	الحمل(div)	الحمل (كغم)	CBR
0.0	0		
0.5	114.27		
1	175		
1.5	308		
2	426		
2.5	550	1397	
3.0	586		
4.0	724		
5.0	800	2032	
6.0	876		
7.0	952		
8.0	1066		
9.0	1104		
10.0	1180		



الشكل (5-8) منحنى العلاقة بين الحمل و الغرز لطبقة الأساس

الفصل السادس : التصميم الانشائي

6- 1 مقدمة

6-2 العناصر الإنشائية للرصفة المرنة

6-3 العوامل المؤثرة على التصميم

6-4 خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو

1-5 مقدمة :

التصميم الانشائي للطريق عبارة عن ايجاد سماكات طبقات الرصفات ومواصفاتها ومكوناتها لتتمكن من تحمل الاحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق , والانواع الرئيسية للرصف نوعان , الاول هو الرصف الصلب , وهو عبارة عن بلاطات خرسانية مسلحة توضع فوق سطح القاعدة الترابية او طبقة تحت الاساس .

والنوع الثاني الاكثر شيوعا هو الرصف المرن , ويتكون من عدة طبقات , هي تحت الاساس , والاساس الحجري او الحصوي , ثم طبقات الرصف الاسفلتية و سوف نستعرض طريقة تصميم الرصف المرن .

هناك نوعان رئيسيان للرصفة :

1- الرصفة المرنة (Flexible Pavement) :

وهي التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي , مهما اتخذ هذا السطح من اشكال وتعرجات , وتوجد على نوعين :

أ- رصفة تلفورد :

وذلك بحيث تحدد الرصفة وتبنى اطاريف باحجار تسمى حجارة الشك يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة 20 سم وتعبأ الفراغات بحصى صغيرة ترش طبقة صغيرة من الحصمى الفولية لتعبئة الفراغات يرش اسفلت بدرجة غرز 80 % بمعدل 4 كيلو على المتر المربع.

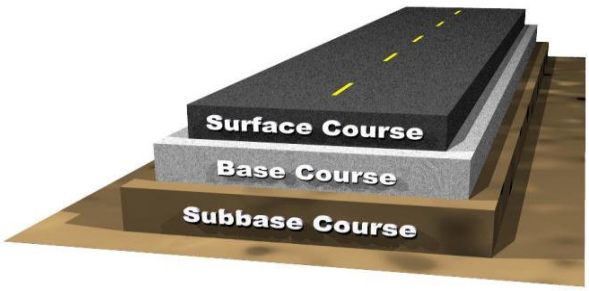
ب- رصفة الفرشيات :

وقد انتشر استخدام هذه الطريقة في منتصف الخمسينيات , حيث يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصف بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البيسكورس وفرشها بالسمك المطلوب , وتفرد هذه الطبقة بحيث لا تتجاوز كل طبقة 20 سم .

2- الرصفة القاسية :

و هي عبارة عن طبقة خرسانية يتراوح سمكها ما بين (30 – 15) سم ، بحيث يتم صبها على الطريق أو على أساس حصوي الذي يتم فرده قبل ذلك ، وقد تكون هذه الطبقة مسلحة أو غير مسلحة ، وتصب بشكل كامل او على شكل قطع بحيث يبلغ طول كل قطعة ما بين (50 – 20) م للخرسانة العادية ، وقد يصل طول القطعة إلى 300 م للخرسانة المسلحة .

2-6 العناصر الإنشائية للرصفة المرنة :



شكل (5-1) طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل (5-1) من العناصر التالية :

1. القاعدة الترابية (sub grade): و هي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله او من المواد التي تم قصها من مكان اخر ، وتدمك هذه الطبقة حتى تصل إلى القوة المطلوبة .
2. طبقة ما تحت الأساس (sub base) :وهي الطبقة التي تنشأ مباشرة فوق طبقة القاعدة الترابية . إذا كانت خواص القاعدة الترابية مساوية لخصائص هذه الطبقة فيمكن الاستغناء عن هذه الطبقة ، وإذا لزم الأمر يتم إجراء عملية تثبيت لهذه الطبقة لتصل إلى المقاومة المطلوبة .
3. طبقة الأساس (base course) وهي مجموعة من الحصى المتدرجة متوسطة الخشونة و تكون حجارة مكسرة يتم احضارها حاليا من الكسارات، وهو ما يعرف في بلادنا بالبسكورس .
4. الطبقة السطحية الإسفلتية (surface course) : وهي خلطة إسفلتية توضع فوق طبقة الأساس بعد رش طبقة تشريب (Prime coal) .

هناك عدة طرق لتصميم الرصفة المرنة ، وهنا سنستخدم طريقة AASHTO لتصميم الرصفة المرنة.

3-6 العوامل المؤثرة على التصميم:

عند التصميم الإنشائي للطريق يتم أخذ بعين الإعتبار مجموعة عوامل منها :

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.

وفي المشروع سيتم الاعتماد على هذه العوامل جميعها في التصميم.

4-6 خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو :

فيما يلي خطوات التصميم الانشائي وايجاد سمك الطبقات حسب نظام AASHTO(2004) :

1. حساب ESAL (Equivalent Accumulated 18,000 lb Single Axle Load)

$$ESAL = f_d * G_f * AADT * 365 * N_i * f_E \quad \text{.....6.1}$$

حيث أن :

- ESAL: Equivalent Accumulated 18000 lb Single Load.
- f_d : design lane factor
- G_f : growth factor.
- AADT: first year annual average daily traffic.
- N_i : Number of axles on each vehicle.
- f_E : load equivalency factor.

ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول:

جدول (6-1) نسبة المركبات في المسرب الواحد (Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane)

Number Of Traffic Lanes (Two Directions)	Percentage Truck in Design Lane(%)
2	**50**
4	45 (35-48)
6 or more	40 (25-48)

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على مسربين (أي مسرب واحد في كل اتجاه وكل مسرب بعرض 3.125متر) فتؤخذ قيمة f_d المقابلة للرقم 2 من الجدول وهي 50%.

أما قيمة growth factor (Gf) فيتم الحصول عليه من الجدول (2-9) :

جدول (2-6) معامل النمو (Growth factor)

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

جدول (2-6) معامل النمو (Growth factor)

عند تصميم الطرق عادة يتم اعتبار ان صلاحية الطريق 20 عاما مستقبليلا ,

وتوقع نسبة الزيادة السنوية 4 % فتكون قيمة G_f = 29.78.

معدل المرور اليومي سنة 2019 (AADT) = 3916 سيارة /يوم .

في التصميم وسوف يتم اعتماد الرقم 4000 سيارة / يوم

اما بالنسبة ل معدل المرور اليومي المتوقع لمدة التصميم وهي 20 عام .

جدول (6-3) عدد المركبات حسب النوع

اليوم : الثلاثاء 2019/10/15				
الساعة	عدد المركبات	سيارة صغيرة	شاحنات	باصات
08:00-07:00	248	218	20	10
08:00-09:00	300	265	27	8
09:00-10:00	366	331	29	6
10:00-12:00	345	305	33	7
12:00-01:00	396	357	31	8
01:00-02:00	375	330	36	9
02:00-03:00	413	352	32	6
03:00-04:00	502	455	38	9
04:00-05:00	469	433	30	6
05:00-06:00	374	344	25	5

جدول (6-4) نسبة المركبات حسب النوع

الساعة	سيارة صغيرة	شاحنات	باصات
08:00-07:00	%87.90	%8.06	%4.03
08:00-09:00	%88.33	%9.00	%2.67
09:00-10:00	%90.44	%7.92	%1.64
10:00-12:00	%88.41	%9.57	%2.03
12:00-01:00	%90.15	%7.83	%2.02
01:00-02:00	%88.00	%9.60	%2.40
02:00-03:00	%90.26	%8.21	%1.54
03:00-04:00	%90.64	%7.57	%1.79
04:00-05:00	%92.32	%6.40	%1.28
05:00-06:00	%91.98	%6.68	%1.34

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية ، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات المختلفة كما يلي:

load equivalency factor for a cars (fE(car)) = 0.0003135 (single axle)

load equivalency factor for a busses (fE(bus)) = 0.198089 (tandem axle)

load equivalency factor for a trucks (fE(truck)) = 0.29419 (tandem axle)

وبالتالي فإن قيمة ال(ESAL):

ESAL(car) =0.5*29.78*4000*365*0.9*2*0.0003135 = 12268

ESAL(buss) =0.5*29.78*4000*365*0.02*2*0.1980889 = 172253

ESAL(truck) =0.5*29.78*4000*365*0.08*2*0.29419 = 1023282

TOTAL ESAL = $1.2*10^6$

5-5-2حساب سماكة طبقات الرصف

الهدف من طريقة التصميم المستخدمة هو ايجاد طبقات رصف لها رقم انشائي (SN) كافي لتحمل الاحمال التي يتعرض لها الطريق

5-5-2معامل الرجوعية (MR) :

يعتبر معامل الرجوعية مقياسا لمقاومة اي طبقم من طبقات القطاع الانشائي للرصف والتي يمكن تحديدها بدءا من طبقلت تربة التاسيس فالأساس المساعد ثم الاساس فطبقات الرصف الإسفلتية حيث يتم إيجاد قيمة هذا المعامل عن طريق إجراء التجارب المخبرية المناسبة لكل طبقة وحسب نوع المواد المستخدمة في هذه الطبقات ، وعموماً في حالة عدم التمكن من إجراء مثل هذه التجارب يمكن تقدير قيمة تقديرية لهذه المعاملات بناءً على نتائج اختبارات نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) والتي تعتبر من التجارب الشائعة في معظم معامل الطرق ، بالنسبة لتربة التاسيس تكون العلاقة بين معامل الرجوعية (Mr) ونسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) كالاتي :

For CBR of 10 or less
M_r (lb/in$_2$) = 1500 CBR……. Equation 6.2
For R of 20 or less
M_r (lb/in$_2$) = 1000+ 555xR value..... Equation6.3

حيث R معامل الموثوقية .

ومما يجب التنبيه له ان هذه العلاقة قابلة للتطبيق للتربة التي تقل نسبة تحمل كاليفورنيا عن 10% وفي حال كون (CBR) 10% وأكثر فيمكن تحديدها بدقة عن طريق اجراء تجربة معامل الرجوعية وبالنسبة لطبقات الاساس من المواد الحصوية فيمكن استخدام قيم معامل الرجوعية المقابلة لنسب تحمل كاليفورنيا المقابلة لها والمبينة في الجدول الاتي :

جدول رقم (6-5) معامل الطبقة لطبقة الاساس الحصوية (a2) المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا للطبقة وكذلك معاملات الرجوعية (Mr) .

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)	معامل قوة الاساس (a2)	Mr (رطل /بوصة^2)
20	-	-
25	-	-
30	-	-
40	0.105	21000
55	0.120	25000
70	0.130	27000
100	0.140	30000

6-2-5-6 الأداء انوظفي والأداء الانشَائي للرصفة المرنة :

- الاداء الانشائي (Structural Performance): ويتمثل بقدرة الرصفة على مقاومة الدمار التي ممكن ان تتاثر به من حركة المرور والعوامل البيئية ، بمعنى بأنها تتمل في الحالة الفيزيائية للرصفو من شقوق وهبوطات .
- الأداء الوظيفي (Functional Performance) : وتمثل بأن تلائم الرصفة احتياجات مستخدمي الطريقمن مقاومة الإنزلاق وتوفير الأمان .

6-2-5-3 الانحراف المعياري (Estimated overall standard deviation) :

ويعود الى التباين في حركة المرور والاختلاف في أداء رصفة الطريق خلال فترة تجهيز التصميم ويتم الحصول عليها من الجدول الاتي :

جدول (6-6) الانحراف المعياري حسب نوع الطريق

نوع الطريق	S_0
طريق مرنة (Flexible pavement)	0.4-0.5
طريق صلبة (Rigid pavement)	0.3-0.4

وبما أن الطريق مرنة تم إعتبار الانحراف المعياري يساوي 0.5

4-2-5-6 الرقم الانشائي(SN):

وهو عبارة عن رقم دليلي ناتج عن تحليل المرور وتربة التاسيس والقدرة على تصريف المياه من الطبقات والذي يمكن تحويله الى سمك الطبقات المختلفة لطبقات الرصف المرن عن طريق استخدام معامل الطبقات والتي تعتمد على انواع المواد المستخدمة في طبقات الرصف المختلفة ومعامل الطبقة يعرف بالرمز a1,a2 لطبقات السطح والاساس على الترتيب وهو عبارة عن العلاقة بين الرقم الانشائي للرصف وسمك الطبقة بالبوصة وهو يمثل القدرة النسبية للمادة المستخدمة في كل طبقة من طبقات الرصف والتي تشارك في القوة الانشائية لقطاع الرصف ككل ويتم توزيع الرقم الانشائي كالتالي :

$$SN = a1\ D1 + a2\ m2\ D2 + a3\ m3 D3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 6.4$$

حيث أن D1,D2 هي سمك الطبقات بينما m2 تمثل معامل تصريف الأمطار من طبقة الأساس ومعامل الطبقة لطبقة الاساس a2 يمكن ربطه مباشرة بنتائج اختبار تحمل كاليفورنيا (CBR) والتي يتم إجراؤها تحت أسوأ الظروف المتوقعة في الموقع ، اما المعامل m2 والذي يعكس مقدرة طبقتي الاساس على تصريف الامطار فيتم تقديرها على اساس سرعة تصريف المياه من الطبقة وعموماً يمكن القول ان درجة التصريف جيدة اذا تم التخلص من المياه خلال 24 ساعة أما اذا احتفظت الطبقة بالمياه لمدة شهر فتعتبر درجة التصريف ضعيفة كما هو موضح بالجدول التالي :

جدول رقم (6-7) تعريف جودة المياه

تزول الماء خلال :	جودة التصريف
ساعتين	ممتاز
يوم واحد	جيد
اسبوع واحد	مقبول
شهر واحد	رديء
الماء لا تتصرف	رديء جداً

اما قيمة m2 فيتم تحديدها حسب ظروف التشغيل كما هو مبين في الجدول التالي :

الجدول (6-8) معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (mi)

percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation				
quality of drainage	less than 1 percent	1-5 percent	5-25 percent	greater than 25 percent
excellent	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
good	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
fair	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
poor	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
very poor	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

بالنسبة لطريق المشروع تتصرف المياه خلال اسبوع واحد وبمستوى رطوبة (Moisture level) مساوي 30% ، أي ان قيمة mi تساوي 0.8 .

5-2-5-5 موثوقية تصميم الرصفة المرنة :

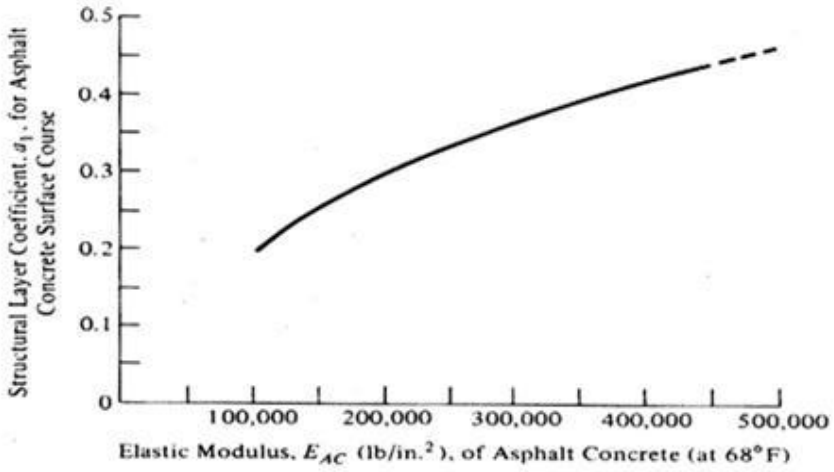
يرمز لها بالرمز R أي (Reliability) وهي التي تحدد مستويات الضمان لمقاطع الطريق المصممة لبقائها على قيد الحياة خلال الفترة التصميمية والجدول التالي يوضح مستويات الموثوقية لانواع مختلفةمن الطرق

جدول (6-9) مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق

Functional Classification	Recommended Level of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate and Other Freeways	85 - 99.9	80 - 99.9
Principal Arterials	80 - 99	75 - 95
Collector	80 - 95	75 - 95
Local	50 - 80	50 - 80

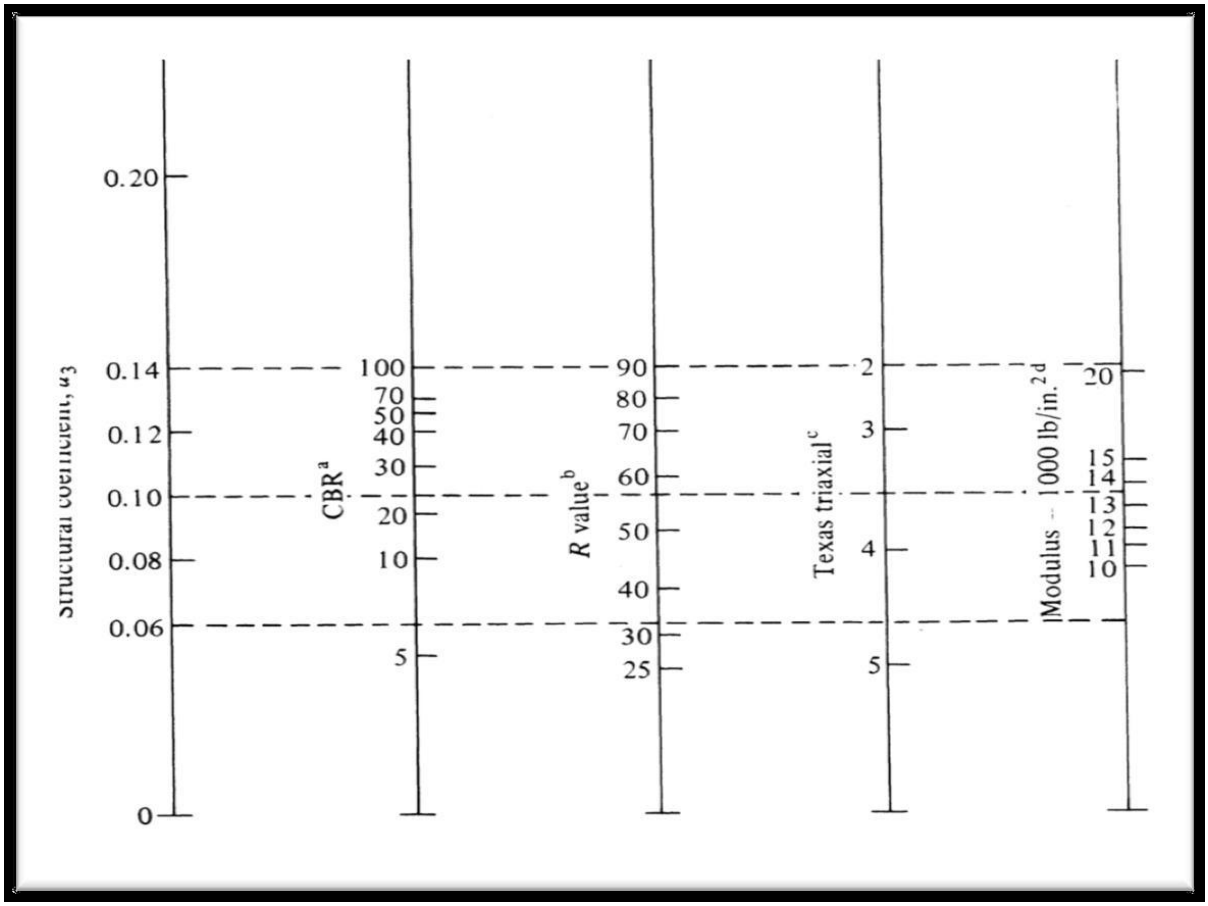
على اعتبار ان الطرق شرياني وبالتالي فان مستوى الموثوقية يساوي 99

والشكل التالي يبين معامل طبقة (Base course) وطبقة الاسفلت (Asphalt)



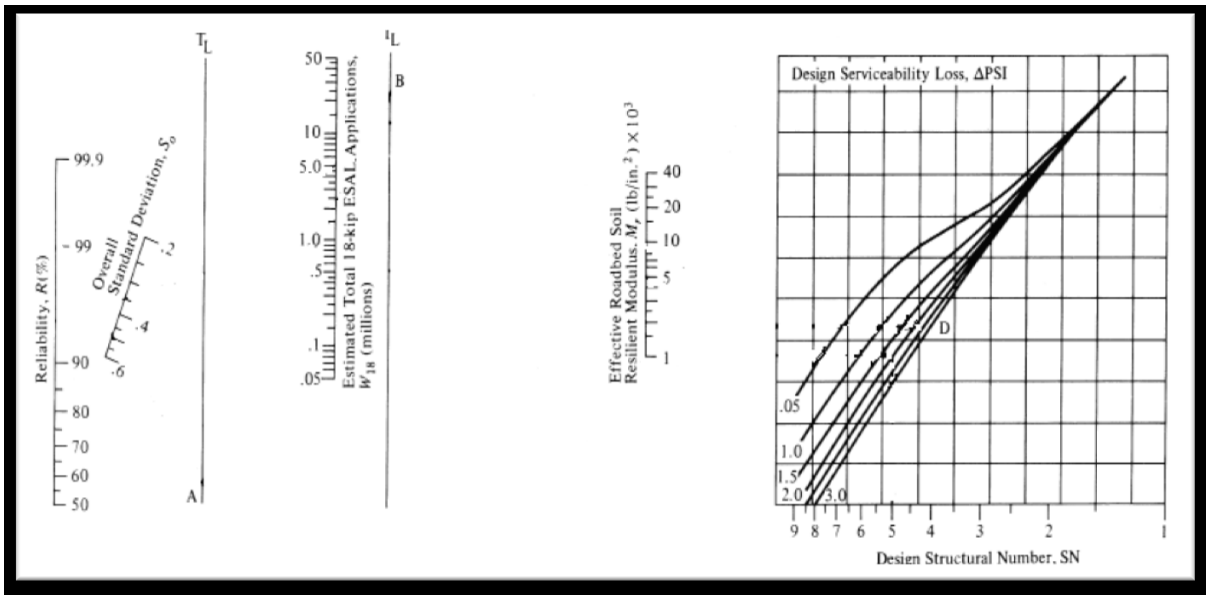
شكل (6-2) منحنى معامل طبقة الاسفلت السطحية (a1)

حيث ان قيمة (Modulas of Elastic) عند درجة حرارة 20 درجة سلسيوس أو 68 فهرنهايت تساوي(lb/In^2) 500000 وبالتالي من الشكل السابق تبلغ قيمة **0.46 (a1)**



شكل (3-6) a2 معامل طبقة (Base course)

وبما ان قيمة (CBR) تساوي 102 فإن قيمة a2 تساوي 0.143



الشكل (6-4) منحنى لايجاد الرقم الانشائي SN لطبقات الرصفة المرنة

- يتم العمل على الشكل السابق عن طريق توقيع مقدار الموثوقية (R) المساوي 99% ، يتم مد خط مستقيم يصل بين مدى الثقة وقيمة الانحراف المعياري المساوي 0.5 ليقطع الخط TL في النقطة A ، ثم يتم مد خط من النقطة A ليقطع النقطة B عند قيمة ESAL المحسوبة سابقاً والمساوية ($1.2*10^6$) ، ثم نمد خط من B ليقطع SN ويمر في قيمة Mr للطبقات والتي تم الحصول عليها من CBR ، ثم يتم مد خط مستقيم ليقطع منحنى (2) وهو عبارة عن قيمة ΔPSI والتي تساوي 2 ، ثم يتم قراءة قيمة CBR .

إيجاد (SN) لطبقة (Base) :

R= 99

S_0 = 0.5

ESAL = $1.2*10^6$

CBR = 102 ومن الجدول السابق يتم ايجاد قيمة Mr حيث ان :

CBR at (70) = 27000

CBR at (100) = 30000

CBR at (102) = Mr

يتم ايجاد قيمة Mr at (CBR = 102) عن طريق عمل (Interpolation) كما يلي :

$$\frac{100-70}{30000-27000}=\frac{102-100}{Mr-30000}$$

وبالتالي فان قيمة Mr الناتجة لطبقة Base course تساوي Psi 30200 .

من الشكل يتضح ان قيمة **SN1=2.2**

إيجاد (SN) لطبقة (Sub-Base) :

R =99

S_0 = 0.5

ESAL = $1.2*10^6$

CBR = 44 ومن الجدول السابق يتم ايجاد قيمة Mr حيث ان :

CBR at (40) = 21000

CBR at (44) = Mr

CBR at (55) =25000

يتم ايجاد قيمة Mr at (CBR = 102) عن طريق عمل (Interpolation) كما يلي :

$$\frac{55-40}{25000-21000}=\frac{44-40}{Mr-21000}$$

وبالتالي فان قيمة Mr الناتجة لطبقة Base course تساوي 22066 Psi .

من الشكل يتضح ان قيمة **3.1=SN2**

$D1 = SN_1/a_1$

$D1=\frac{2.2}{0.46}$ =4.78 in

$D1^*$= 5 in→5*2.54

D1=14 cm

$SN1^* = a1*D1^*$

SN1=0.46*5 →2.3 in

$SN_2 = SN_1 + a2\ m\ D2$…….5.5

$D2 = \frac{SN2-SN1*}{a2m2}$

$D2 = \frac{3.1-2.3}{0.143*0.8}$

D2= 7 in.

D2=7*2.54

D2=20cm.

$SN2^*$= (a2*m*$D2^*$) + $SN1^*$

$SN2^*$=(0.143*0.8*20) + (2.3)

$SN2^*$=3.2 ≥ SN2

جدول (6-10) سماكة طبقات الرصف

اسم الطبقة	سماكة الطبقة
Asphalt	14 سم
Base course	20 سم

الفصل السابع: عيوب الطريق وأساليب معالجتها

1-7 المقدمة

2-7 تعريف بالمشاكل

3-7 عيوب الرصفة الإسفلتية

4-7 تجمع مياه الأمطار

5-7 مشكلة الإضاءة الغير كافية على الطريق

6-7 مشكله عدم توفر موقف لسيارات النقل العام وعدم توفر خط للمشاة:

1-7 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 أبو كتيلة 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.

2-7 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.

3-7 عيوب الرصفة الإسفلتية

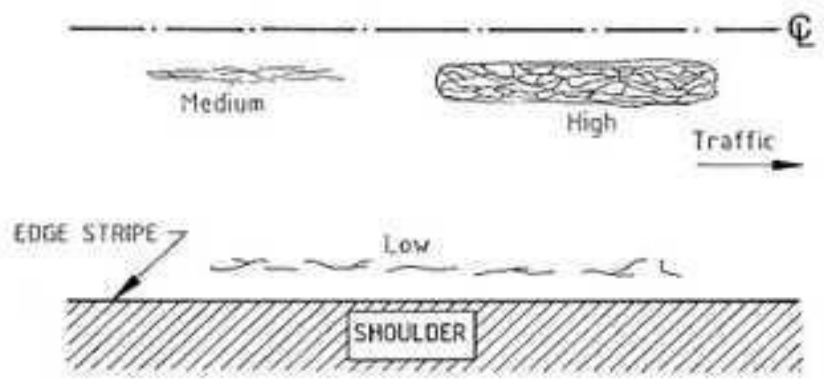
1-3-7 الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل Alligator/Fatigue Cracking:-

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 (7- 1) رسماً لهذه الشقوق ومستويات الشدة وموقعها من الطريق.



الشكل رقم (7- 1) رسمة الشقوق التمساحية.

الشكل رقم (7- 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 (6- 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

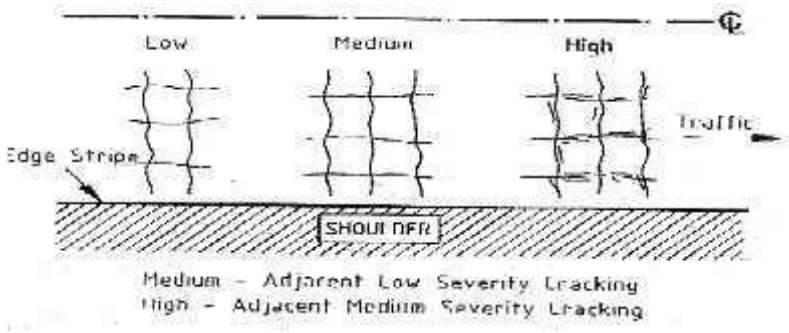
(*) في حالة تبين أن سبب الشقوق التمساحية هو ارتفاع منسوب المياه تحت السطحية (الجوفية)، فإنه يجب إصلاح الطبقات الترابية (الأساس وما تحت الأساس) كما يجب عمل تصريف جيد للمياه حتى لا تصل إلى طبقات الرصف حسب البند الخاص بذلك في مواصفات الصيانة.

[1] دليل عيوب رصفات الطرق - وزارة الشئون البلدية والقروية

2-3-7 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 (7- 3) رسمة الشقوق الشبكية.

الشكل رقم (7- 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 (7- 2) صيانة الشقوق الشبكية .[٢]

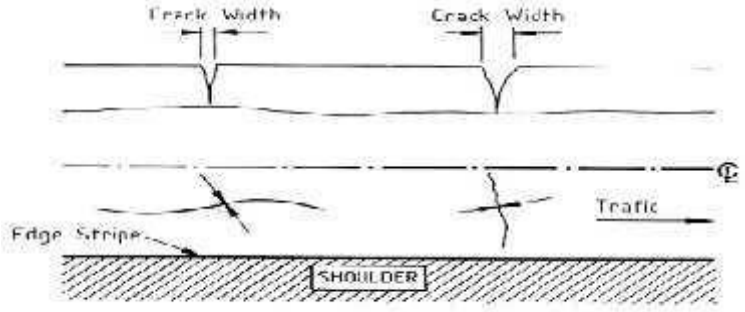
الشقوق الشبكية Block cracking			
الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين 11%-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing	لا تفعل شيئا Do Nothing
متوسطة	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing	ملاط إسفلتي* Slurry Seal
عالية	ملاط إسفلتي* Slurry Seal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

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

3-3-7 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 (7- 5) رسمة الشقوق الطولية والعرضية

[٢] دليل عيوب رصفات الطرق - وزارة الشئون البلدية والقروية

الشكل رقم (7- 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.

[٣] دليل عيوب رصفات الطرق - وزارة الشئون البلدية والقروية

جدول رقم (7- 3) صيانة الشقوق الطولية والعرضية .٣

الشقوق الطولية والعرضية

Longitudinal and Transverse Cracks

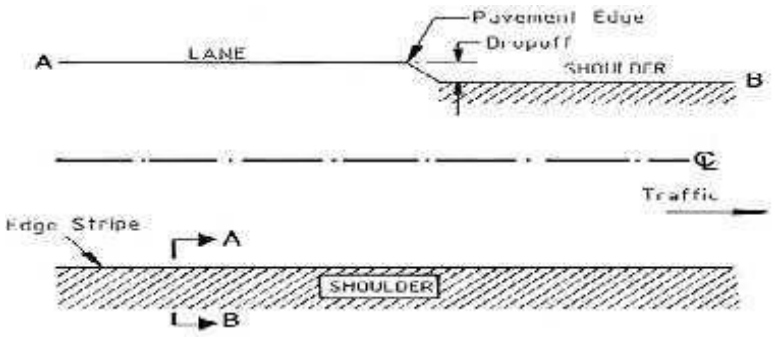
الكثافة / الشدة	منخفضة	متوسطة	عالية
	أقل من 10%	مابين 11%-50%	أكثر من 50%
منخفضة	لا تفعل شيئا (Do Nothing)	لا تفعل شيئا (Do Nothing)	لا تفعل شيئا (Do Nothing)
متوسطة	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing	تعبئة الشقوق Crack Sealing
عالية	ملاط إسفلتي Slurry Seal	ملاط إسفلتي Slurry Seal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

4-3-7 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 (8-6) رسمة لهبوط الأكتاف.



الشكل رقم (7- 8) هبوط 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 (7- 4) صيانة هبوط الأكتاف .[٤]

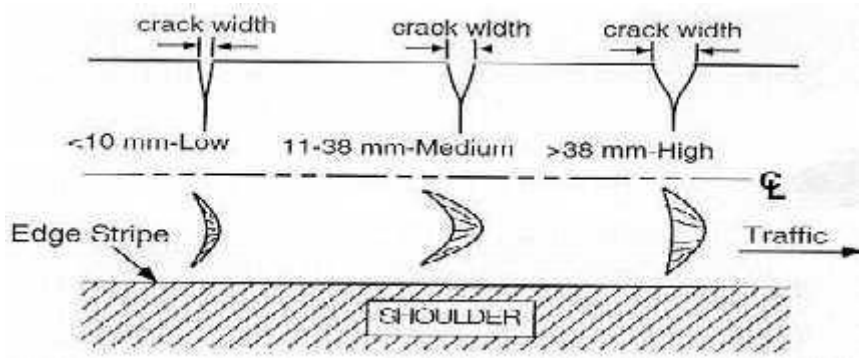
Lane Shoulder Drop هبوط الأكتاف			
الكثافة / الشدة	منخفضة أقل من 10%	متوسطة مابين 11%-50%	عالية أكثر من 50%
منخفضة	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder
متوسطة	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder	تسوية الأكتاف* Refill Shoulder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

5-3-7 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.

[٤] دليل عيوب رصفات الطرق - وزارة الشئون البلدية والقروية



الشكل رقم (7- 9) الشقوق الإنزلاقية.

الشكل رقم (7- 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 .

° دليل عيوب رصفات الطرق - وزارة الشئون البلدية والقروية

جدول رقم (7- 5) صيانة الشقوق الإنزلاقية .°

Slippage Cracks الشقوق الإنزلاقية			
الكثافة / الشدة	منخفضة	متوسطة	عالية
	أقل من 10%	مابين 11%-50%	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

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(7- 10) إقامة مجاري المياه تحت الأرصفة.

5-6 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.

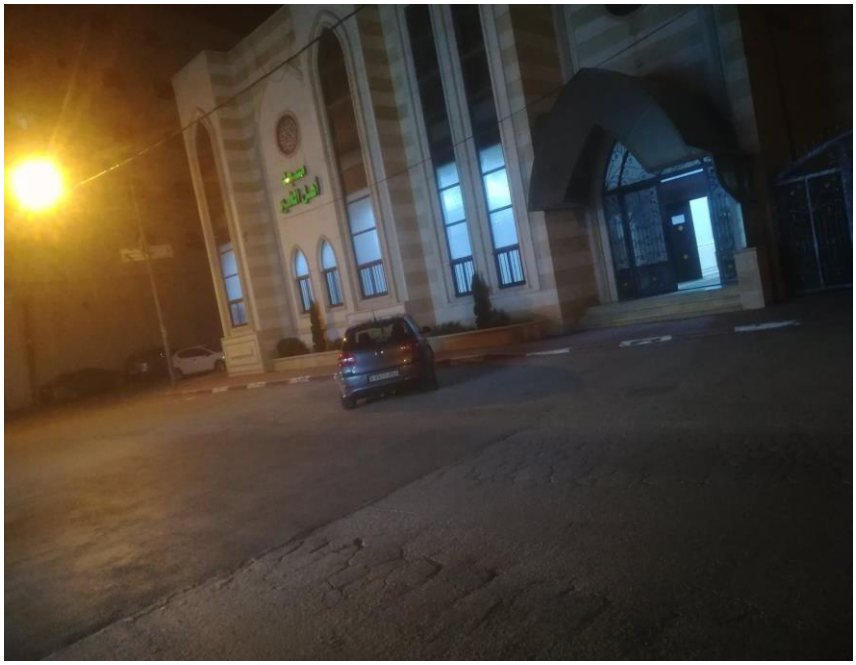
الشكل(7- 11) إضاءة الطريق.

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 .

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

الشكل (7- 12)عدم توفر خط مشاة



الشكل(7-13) عدم توفر موقف

الفصل الثامن: التكلفة و العطاء

1-8 المقدمة

1-1-8 التكلفة النهائية للمشروع

2-1-8 ملخص التكلفة الكلية للمشروع

2-8 العطاء

3-8 الوثائق المكونة للعقد

1-3-8 خطاب الدعوة

2-3-8 تعليمات الى المقاولين

3-3-8 العرض او صيغة المناقصة

4-3-8 الإتفاقية

5-3-8 شروط العقد

6-3-8 الجداول الملحقة بشروط العقد

7-3-8 المواصفات

8-3-8 الرسومات

9-3-8 جداول الكميات

10-3-8 تقرير عن حالة التربة

1-8 المقدمة:

إن موضوع التكلفة والعطاء بالغ الأهمية , لتأثيره على تنفيذ المشاريع الهندسية حيث ان هدفه الأساسي هو وضع القواعد التعاقدية والقيام بالأعمال الهندسية وفقاً لهذه القواعد , الأمر الذي يساعد كثيراً على انجاح تنفيذ المشاريع الهندسية ضمن المدة والكلفة والجودة المطلوبة والإبتعاد عن المنازعات والخلافات بين أطراف العقد.

1-1-8 التكلفة النهائية للمشروع:

تعتبر عملية حساب المشروع ضرورية , حيث يتم معرفة مقدار التكلفة لأي مشروع وذلك لأن التكلفة تعتبر مهمة للتعرف على المبلغ المطلوب لتنفيذ هذا المشروع وكذلك تزويد الجانب الممول بكافة التكاليف الواجب تغطيتها للمشروع.

وفي هذا الفصل سوف يتم حساب كل طبقة من طبقات الرصف على طول الطريق وكما سيتم حساب الحفر والردم والعناصر الانشائية للطريق.

2-1-8 ملخص التكلفة الكلية للمشروع:

و الجدول (10-1) يبين التكاليف التقديرية للمشروع:

جدول (8-1): التكلفة الكلية التقديرية للمشروع

الصنف	الكمية	الوحدة	السعر في السوق الفلسطيني($)	التكلفة
حفر	22073	متر مكعب	6.8	150096
ردم	1572	متر مكعب	5	7860
أسفلت (الطبقة الأولى)	1425	متر مكعب	15	21375
أسفلت (الطبقة الثانية)	1451	متر مكعب	15	21775
طبقة الاساس	4295	متر مكعب	4.5	19327
جبهه	5160	متر طولي	20	103200
التكلفة الكلية				

2-8 العطاء:

يتم اعداد العقود الهندسية بصيغ مختلفة حسب نوع العمل المتعاقد عليه وظروفه , وتختلق تلك العقود في درجة تعقيدها من اتفاقية بسيطة يتم فيها عرض وقبول الى عقد طويل معقد يتكون من عدد كبير من الوثائق , تحدد تفاصيل العلاقة التعاقدية من النواحي القانونية والمالية والفنية .

وكلما كان العقد وشروطه ومواصفاته ورسوماته وبقية وثائقه واضحة ودقيقة في تحديدها لواجبات ومسؤوليات وحقوق الأطراف المتعاقدة , كلما قلت احتمالات الاختلاف في وجهات النظر ازاء تفسير تلك الوثائق

3-8 الوثائق المكونة للعقد:

تختلف الوثائق لأي عقد هندسي كماً وكيفاً من مشروع لآخر تبعاً لعدة عوامل , كما تختلف وثائق العقد تبعاً لحجم المشروع فكلما صغر حجم المشروع , كلما كان نوع العلاقة بين المالك والمقاول أسهل والعكس صحيح فالغرض الأساسي من وجود وثائق العقد هو تحديد العلاقة بين الطرفين أو الأطراف المتعاقدة بصورة دقيقة تحدد حقوق وواجبات كل طرف منهما بموجب العقد وبشكل عام لا بد من وجود الوثائق التالية:

1-3-8 خطاب الدعوة:

وهي عبارة عن رسالة موجهة من صاحب العمل تصف العمل المراد انشاؤه بشكل مختصر وتدعو المقاول الموجهة اليه الدعوة لتقديم عطائه لتكلفة المشروع.

2-3-8 تعليمات الى المقاولين:

وهذه تعطي معلومات أكثر تفصيلاً الى المقاولين بغرض تمكينهم من تقديم عطاءاتهم على أسس سليمة .

3-3-8 العرض او صيغة المناقصة:

وتحدد هذه الوثيقة رغبة المقاول واستعداده لتنفيذ المشروع بسعر معين وفي وقت محدد ويوقع عليها المقاول , تختم بختمه الرسمي والعرض من هذه الوثيقة توحيد صيغ العقود.

4-3-8 الإتفاقية :

وهذه وثيقة قانونية (تسمى أحياناً صيغة العقد) تلزم كل من المالك والمقاول بالتزامات معينة وتحدد عادةً نوع الإلتزام وقيمة العقد وزمن تنفيذه بالإضافة الى عدد آخر من البنود الهامة.

5-3-8 شروط العقد:

1-5-3-8 الشروط الخاصة وتشمل :

1-أسماء طرفي العقد وتاريخ تعاقدهما.

2-محل العقد.

3-المبلغ الأسمى للعقد: وهو المبلغ المحدد بالاستناد الى الكميات المقدرة في جدول الكميات بالإستناد الى جدول الأعمال المنفذة فعلاً.

4- مدة العمل.

5- جزاء التأخير.

6-التأمينات.

7-طريقة الدفع.

8-التوقيفات(النسبة المئوية التي تستقطع من المستخلصات).

9-الإستلام (وتشمل المؤقت والنهائي).

10-نظام العقود.

8-3-5-2 الشروط العامة وتشمل:

1-الإلتزامات العامة للمتعهد.

2-الضمانات.

3-العمال ووكلاء المقاول والإدارة.

4-تنفيذ العمل.

5-التأخير والقصور في القيام بالإلتزامات.

6-التنازل عن العقد.

7-حل الخلافات.

8-أحكام متفرقة.

8-3-6 الجداول الملحقة بشروط العقد :

وهذه في الغالب تصف بعض الصيغ التي يتم بموجبها تقديم طلب ما او إرسال اشعار من طرف الى آخر وكذا صيغة القبول او الرفض.

8-3-7 المواصفات:

وهذه الوثيقة تصف الجانب الهندسي او الفني من المشروع وكيفية تنفيذه , حيث يكون هناك تحليل ووصف تفصيلي لكافة مواد البناء التي تلزم للمشروع وتكون ملزمة للمقاول.

8-3-8 الرسومات:

تصف الرسومات الأبعاد الحقيقية وكذلك التفصيلات كما وتشمل الطريقة الفنية التي سيقام بموجبها المشروع.

8-3-9 جداول الكميات:

يسرد في هذه الوثيقة جميع أنواع المواد أو الوحدات القياسية لكل جزء من أجزاء المشروع وتسعيرة كل منها بالوحدة أو حسب القيام الطولي او المربع أو المكعب , ويعتبر جدول الكميات من أهم وثائق العقد.

8-3-10 تقرير عن حالة التربة:

يتم إعداد هذا التقرير عادةً بواسطة شركة متخصصة في شؤون التربة والجيوتكنلوجيا ويعطي هذا التقرير وصفاً لنوع التربة في موقع العمل وقوة تحملها وغير ذلك من المعلومات الهامة عنها .

الفصل التاسع : النتائج والتوصيات

11-1 مقدمة

11-2 النتائج

11-3 التوصيات

1-9 مقدمة:

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.

2-9 النتائج:

بعد المسح التفصيلي والتصميم الهندسي والانشائي للطريق فقد تم التوصل الى مجموعة من النتائج ، أهمها :

1. هذا الطريق له اهمية في ربط مدينة الخليل وبيت كاحل وجامعة القدس المفتوحة وفي خدمة المنطقة وجعلها اكثر حيوية.
2. كانت النتيجة تصميم هندسي بالاعتماد على مواصفات AASHTO 2004 بسرعة تصميمية تساوي 50 كم/ساعة لمراعاة سبل الامان والراحة على الطريق.
3. كانت نتيجة التصميم بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة مع الاخذ بعين الاعتبار الزيادة السكانية المتوقعة وفترة عمر للطريق تساوي 20 عام :

جدول (9-1) ملخص سماكة الطبقات

الرصفة	السمك (سم)
أسفلت(Wearing Course)	7
اسفلت (Binder Course)	7
الاساس (Base Cource)	20

بالنسبة لطبقة الأسفلت (Binder Course) تكون بحجم حبيبي 1 انش وطبقة الاسفلت (Wearing Course) بحجم حبيبي 3\4 انش .

وبالنسبة لمواد الردم فيجب استخدام مواد مختارة قريبة من تكوين طبقة الاساس عبارة عن مزيج من الصخور والتربة غير العضوية (الحمراء) ولا تقل نسبة تحمل كاليفورنيا لها عن 35.

4- تم حساب كميات الحفر والردم والكميات الخاصة بعناصر الطريق كما ورد في فصل الكميات والعطاء

5. تم وضع جميع الاشارات المرورية وفي موقعها المناسب .

6. تم حساب التكلفة الكلية التقديرية للمشروع وكانت : 323633$.

3-9 التوصيات:

1. يجب اخذ جميع اجراءات الامن والسلامة طوال فترة تنفيذ المشروع .
2. يجب ان يتم توريد مواد الردم حسب المواصفات سابقة الذكر والمتبعة في عملية التصميم.
3. يجب استخدام الجدران الساندة الخرسانة عند الحاجة , وتصمم حسب تعليمات المهندس الانشائي.
4. يجب ان يتم دمك طبقة الاساس جيداً.
5. يجب رش مادة البيتومين (Prime Coat) فوق طبقة الاساس وقبل وضع الطبقة الاولى من الاسفلت.
6. يجب رش مادة البيتومين (Tack Coat) فوق طبقة الاسفلت الاولى وقبل وضع الطبقة الثانية من الاسفلت.
7. التواصل مع بلدية الخليل أثناء تنفيذ المشروع لأي استشارة تطلبها.

ملحق(1) المصادر والمراجع

1. روحي الشريف، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الأردن، ١٩٨٦
2. يوسف صيام، عبد الله القرني ، سعد القاضي ، تغطية مساحية للطرق،دار مجدلاوي للنشر ، عمان ، الأردن ، ١٩٩٩.
3. سالم ،محمود توفيق ،هندسة الطرق (١) ، دار الراتب الجامعية ،بيروت- لبنان،١٩٨٥.
4. يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان،١٩٧٨ .
5. الخليل عربية إسلامية. محمد ذياب،٢٠١٠،مركز السنابل، بتصرف.
6. المركز الجغرافي الفلسطيني، مجله المركز عدد ٣٠٤، .١٩٩٨

7. Paul R. Wolf, Adjustment Computations Statistics and Least Squares in Surveying and GIS, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997.

8. Mr. Thomas Hicks, Roundabout Design Guidelines, Department of Transportation State Highway Administration, State of Maryland, 1995.

9. Michael F. Trentacoste, Roundabouts An Informational Guide, US department of transportation Federal Highway Administration.

10. John Horsley, Highway Engineering,Washington,2004

11. Surveying for civil engineers, Dr najeh tamim

12. 2001 ، Policy on Geometric Design of Highways and Streets

13. http://www.transportation.org/Pages/default.aspx

14. http://www.aashtojournal.org/Pages/Default.aspx

ملحق(2) كميات الحفر والردم

Client:
Client
Client Company
Address 1

Prepared by:
Preparer
Your Company Name
123 Main Street

Date: 12/15/2019 12:46:06 PM

Aignment: 1
Sample Line Group: X SECTINN
Start Sta: 0+000.00
End Sta: 1+297.97

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Reusable Volume (Cu.M.)	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
0+030.00	5.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+060.00	4.83	151.84	151.84	0.00	0.00	151.84	0.00	0.00	151.84
0+080.00	28.21	334.75	334.75	0.00	0.00	486.58	0.00	0.00	486.58
0+120.00	47.19	1,507.25	1,507.25	0.00	0.00	1,993.84	0.00	0.00	1,993.84
0+140.00	24.55	715.67	715.67	0.00	0.00	2,709.50	0.00	0.00	2,709.50
0+150.00	20.73	227.02	227.02	0.00	0.00	2,936.53	0.00	0.00	2,936.53
0+180.00	21.45	632.68	632.68	0.00	0.00	3,569.21	0.00	0.00	3,569.21
0+210.00	24.37	687.33	687.33	0.00	0.00	4,256.54	0.00	0.00	4,256.54
0+240.00	15.48	597.81	597.81	0.00	0.00	4,854.35	0.00	0.00	4,854.35
0+270.00	0.17	234.76	234.76	2.04	30.60	5,089.11	30.60	30.60	5,058.50
0+300.00	4.17	65.06	65.06	0.02	30.83	5,154.16	61.44	61.44	5,092.73
0+330.00	14.99	287.34	287.34	0.00	0.23	5,441.50	61.67	61.67	5,379.83
0+340.00	17.84	164.12	164.12	0.46	2.30	5,605.62	63.97	63.97	5,541.65
0+360.00	6.10	236.79	236.79	2.58	31.61	5,842.41	95.58	95.58	5,746.84
0+380.00	0.00	60.02	60.02	8.42	113.29	5,902.44	208.86	208.86	5,693.57
0+400.0	2.55	24.60	24.60	5.86	146.78	5,927.04	355.64	355.64	5,571.4

0									0
0+420.00	7.65	98.97	98.97	1.37	74.47	6,026.01	430.11	430.11	5,595.90
0+440.00	17.01	242.12	242.12	0.00	14.19	6,268.13	444.30	444.30	5,823.82
0+460.00	28.19	448.02	448.02	0.00	0.00	6,716.15	444.30	444.30	6,271.85
0+480.00	38.47	668.16	668.16	0.00	0.00	7,384.31	444.30	444.30	6,940.01
0+510.00	3.62	631.67	631.67	0.00	0.00	8,015.98	444.30	444.30	7,571.68
0+540.00	0.00	56.30	56.30	4.52	68.25	8,072.28	512.55	512.55	7,559.73
0+560.00	0.00	0.00	0.00	4.25	89.79	8,072.28	602.35	602.35	7,469.93
0+570.00	0.00	0.00	0.00	4.27	43.13	8,072.28	645.48	645.48	7,426.80
0+600.00	5.01	74.95	74.95	0.00	64.33	8,147.23	709.81	709.81	7,437.41
0+620.00	6.92	119.41	119.41	0.63	6.11	8,266.64	715.93	715.93	7,550.71
0+630.00	18.40	126.97	126.97	0.00	3.06	8,393.60	718.98	718.98	7,674.62
0+660.00	31.53	748.96	748.96	0.00	0.00	9,142.56	718.98	718.98	8,423.58
0+680.00	15.51	469.31	469.31	0.00	0.00	9,611.87	718.98	718.98	8,892.89
0+700.00	11.69	275.91	275.91	0.00	0.00	9,887.78	718.98	718.98	9,168.80
0+720.00	7.73	196.05	196.05	0.09	0.96	10,083.84	719.94	719.94	9,363.89
0+740.00	10.69	183.43	183.43	0.35	4.62	10,267.26	724.56	724.56	9,542.70
0+780.00	18.81	582.41	582.41	0.00	7.56	10,849.68	732.12	732.12	10,117.55
0+810.00	16.48	529.23	529.23	0.00	0.00	11,378.90	732.12	732.12	10,646.78
0+840.00	31.84	724.76	724.76	0.00	0.00	12,103.67	732.12	732.12	11,371.54
0+870.00	20.13	779.53	779.53	0.00	0.00	12,883.20	732.12	732.12	12,151.08
0+900.00	12.13	483.92	483.92	0.00	0.00	13,367.11	732.12	732.12	12,634.99
0+920.00	5.94	181.48	181.48	0.00	0.00	13,548.60	732.12	732.12	12,816.48
0+940.00	5.83	118.81	118.81	0.00	0.00	13,667.41	732.12	732.12	12,935.28

0+960.00	31.78	377.86	377.86	0.00	0.00	14,045.27	732.12	732.12	13,313.15
0+990.00	5.19	554.52	554.52	0.00	0.00	14,599.79	732.12	732.12	13,867.67
1+020.00	29.55	518.73	518.73	0.00	0.00	15,118.52	732.12	732.12	14,386.40
1+040.00	17.51	457.26	457.26	2.08	21.43	15,575.78	753.55	753.55	14,822.23
1+060.00	30.50	470.98	470.98	4.80	70.91	16,046.76	824.45	824.45	15,222.31
1+080.00	34.92	652.05	652.05	5.55	104.52	16,698.81	928.97	928.97	15,769.84
1+100.00	9.51	439.96	439.96	11.07	170.41	17,138.77	1,099.39	1,099.39	16,039.38
1+120.00	6.95	161.78	161.78	7.00	184.40	17,300.54	1,283.78	1,283.78	16,016.76
1+140.00	1.53	83.11	83.11	8.57	158.21	17,383.66	1,441.99	1,441.99	15,941.66
1+170.00	43.72	683.91	683.91	0.00	130.02	18,067.56	1,572.01	1,572.01	16,495.56
1+200.00	69.09	1,688.98	1,688.98	0.00	0.00	19,756.54	1,572.01	1,572.01	18,184.53
1+220.00	29.49	937.37	937.37	0.00	0.00	20,693.92	1,572.01	1,572.01	19,121.91
1+240.00	60.60	859.19	859.19	0.00	0.00	21,553.11	1,572.01	1,572.01	19,981.10
1+260.00	38.77	969.99	969.99	0.00	0.00	22,523.09	1,572.01	1,572.01	20,951.08
1+290.00	36.08	1,122.72	1,122.72	0.00	0.00	23,645.81	1,572.01	1,572.01	22,073.81

ملحق(3) كميات الاسفلت والبيس كورس

Project:
Alignment: 1
Sample Line Group: X SECTINN
Start Sta: 0+030.000
End Sta: 1+290.000

	Area Type	Area	Inc.Vol.	Cum.Vol.
		Sq.m.	Cu.m.	Cu.m.
Station: 0+030.000				
	Ground Removed	5.31	0.00	0.00
	Ground Fill	0.00	0.00	0.00
Station: 0+060.000				
	Ground Removed	4.83	151.84	151.84
	Ground Fill	0.00	0.00	0.00
Station: 0+080.000				
	Ground Removed	28.21	334.75	486.58
	Ground Fill	0.00	0.00	0.00
Station: 0+120.000				
	Ground Removed	47.19	1507.25	1993.84
	Ground Fill	0.00	0.00	0.00
Station: 0+140.000				
	Ground Removed	24.55	715.67	2709.50
	Ground Fill	0.00	0.00	0.00
Station: 0+150.000				
	Ground Removed	20.73	227.02	2936.53
	Ground Fill	0.00	0.00	0.00
Station: 0+180.000				
	Ground Removed	21.45	632.68	3569.21
	Ground Fill	0.00	0.00	0.00
Station: 0+210.000				
	Ground Removed	24.37	687.33	4256.54
	Ground Fill	0.00	0.00	0.00
Station: 0+240.000				
	Ground Removed	15.48	597.81	4854.35
	Ground Fill	0.00	0.00	0.00
Station: 0+270.000				
	Ground Removed	0.17	234.76	5089.11
	Ground Fill	2.04	30.60	30.60
Station: 0+300.000				
	Ground Removed	4.17	65.06	5154.16
	Ground Fill	0.02	30.83	61.44
Station: 0+330.000				
	Ground Removed	14.99	287.34	5441.50
	Ground Fill	0.00	0.23	61.67
Station: 0+340.000				

	Ground Removed	17.84	164.12	5605.62
	Ground Fill	0.46	2.30	63.97
Station: 0+360.000				
	Ground Removed	6.10	236.79	5842.41
	Ground Fill	2.58	31.61	95.58
Station: 0+380.000				
	Ground Removed	0.00	60.02	5902.44
	Ground Fill	8.42	113.29	208.86
Station: 0+400.000				
	Ground Removed	2.55	24.60	5927.04
	Ground Fill	5.86	146.78	355.64
Station: 0+420.000				
	Ground Removed	7.65	98.97	6026.01
	Ground Fill	1.37	74.47	430.11
Station: 0+440.000				
	Ground Removed	17.01	242.12	6268.13
	Ground Fill	0.00	14.19	444.30
Station: 0+460.000				
	Ground Removed	28.19	448.02	6716.15
	Ground Fill	0.00	0.00	444.30
Station: 0+480.000				
	Ground Removed	38.47	668.16	7384.31
	Ground Fill	0.00	0.00	444.30
Station: 0+510.000				
	Ground Removed	3.62	631.67	8015.98
	Ground Fill	0.00	0.00	444.30
Station: 0+540.000				
	Ground Removed	0.00	56.30	8072.28
	Ground Fill	4.52	68.25	512.55
Station: 0+560.000				
	Ground Removed	0.00	0.00	8072.28
	Ground Fill	4.25	89.79	602.35
Station: 0+570.000				
	Ground Removed	0.00	0.00	8072.28
	Ground Fill	4.27	43.13	645.48
Station: 0+600.000				
	Ground Removed	5.01	74.95	8147.23
	Ground Fill	0.00	64.33	709.81
Station: 0+620.000				
	Ground Removed	6.92	119.41	8266.64
	Ground Fill	0.63	6.11	715.93
Station: 0+630.000				
	Ground Removed	18.40	126.97	8393.60
	Ground Fill	0.00	3.06	718.98

Station: 0+660.000				
	Ground Removed	31.53	748.96	9142.56
	Ground Fill	0.00	0.00	718.98
Station: 0+680.000				
	Ground Removed	15.51	469.31	9611.87
	Ground Fill	0.00	0.00	718.98
Station: 0+700.000				
	Ground Removed	11.69	275.91	9887.78
	Ground Fill	0.00	0.00	718.98
Station: 0+720.000				
	Ground Removed	7.73	196.05	10083.84
	Ground Fill	0.09	0.96	719.94
Station: 0+740.000				
	Ground Removed	10.69	183.43	10267.26
	Ground Fill	0.35	4.62	724.56
Station: 0+780.000				
	Ground Removed	18.81	582.41	10849.68
	Ground Fill	0.00	7.56	732.12
Station: 0+810.000				
	Ground Removed	16.48	529.23	11378.90
	Ground Fill	0.00	0.00	732.12
Station: 0+840.000				
	Ground Removed	31.84	724.76	12103.67
	Ground Fill	0.00	0.00	732.12
Station: 0+870.000				
	Ground Removed	20.13	779.53	12883.20
	Ground Fill	0.00	0.00	732.12
Station: 0+900.000				
	Ground Removed	12.13	483.92	13367.11
	Ground Fill	0.00	0.00	732.12
Station: 0+920.000				
	Ground Removed	5.94	181.48	13548.60
	Ground Fill	0.00	0.00	732.12
Station: 0+940.000				
	Ground Removed	5.83	118.81	13667.41
	Ground Fill	0.00	0.00	732.12
Station: 0+960.000				
	Ground Removed	31.78	377.86	14045.27
	Ground Fill	0.00	0.00	732.12
Station: 0+990.000				
	Ground Removed	5.19	554.52	14599.79
	Ground Fill	0.00	0.00	732.12
Station: 1+020.000				
	Ground Removed	29.55	518.73	15118.52

	Ground Fill	0.00	0.00	732.12
Station: 1+040.000				
	Ground Removed	17.51	457.26	15575.78
	Ground Fill	2.08	21.43	753.55
Station: 1+060.000				
	Ground Removed	30.50	470.98	16046.76
	Ground Fill	4.80	70.91	824.45
Station: 1+080.000				
	Ground Removed	34.92	652.05	16698.81
	Ground Fill	5.55	104.52	928.97
Station: 1+100.000				
	Ground Removed	9.51	439.96	17138.77
	Ground Fill	11.07	170.41	1099.39
Station: 1+120.000				
	Ground Removed	6.95	161.78	17300.54
	Ground Fill	7.00	184.40	1283.78
Station: 1+140.000				
	Ground Removed	1.53	83.11	17383.66
	Ground Fill	8.57	158.21	1441.99
Station: 1+170.000				
	Ground Removed	43.72	683.91	18067.56
	Ground Fill	0.00	130.02	1572.01
Station: 1+200.000				
	Ground Removed	69.09	1688.98	19756.54
	Ground Fill	0.00	0.00	1572.01
Station: 1+220.000				
	Ground Removed	29.49	937.37	20693.92
	Ground Fill	0.00	0.00	1572.01
Station: 1+240.000				
	Ground Removed	60.60	859.19	21553.11
	Ground Fill	0.00	0.00	1572.01
Station: 1+260.000				
	Ground Removed	38.77	969.99	22523.09
	Ground Fill	0.00	0.00	1572.01
Station: 1+290.000				
	Ground Removed	36.08	1122.72	23645.81
	Ground Fill	0.00	0.00	1572.01