

بسم الله الرحمن الرحيم  
جامعة بوليتكنك فلسطين  
كلية الهندسة



مشروع تخرج بعنوان  
تصميم وإعادة تأهيل شارع يطا - قلقس

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية في كلية الهندسة  
لوفاء بجزء من متطلبات الحصول على  
درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص الهندسة المدنية والبنى التحتية

إعداد: -

عيسى محمد الهليس

إشراف: -

د. فيضي شبانة.

د. معتز قفيشة.

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل - فلسطين

2022م

عنوان المشروع  
تصميم وإعادة تأهيل شارع يطا - قلقس

اسم الطالب: -

عيسى الهليس

المشرف: -

د. فيضي التميمي

د. معتز قفيشة.

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

إعداد:-

عيسى الهليس

توقيع رئيس الدائرة:

توقيع مشرف المشروع:

توقيع اللجنة الممتحنة

## الإهداء

إلى مخرج البشرية من الظلمات إلى النور، النبي محمد صلى الله عليه وسلم

إلى كل من كان لنا نورا في نفق العلم، ومن علمه لنا قدم

إلى الأمهات التي جعلت أنفسها لنا جسورا على شوك الحياة لتتقدم

إلى كل عاشق للعلم و به متيم

إلى كل من قدم لنا نصيحة أو عبارة من العلم منها نلهم

إلى هؤلاء نقدم هذا العمل المتواضع الذي بحمد الله متمم

## الشكر و التقدير

إلى كل من كان لنا ناصحا

إلى الاستاذ الذي فضل علينا بمعرفته

إلى الاستاذ فيضي شبانة

إلى كل من قدم لنا المساعدة العلمية أو سهل العمل من أجل اتمام هذا العمل المتواضع

إلى الجامعة التي اعطتنا الفرصة ان نكون من روادها

إلى هؤلاء نقدم الشكر و التقدير

## المخلص

يهدف المشروع إلى تصميم وإعادة تأهيل لطريق يمر بين مدينة يطا وقلقس حيث يعتبر هذا الشارع هو الشارع الرئيسي الذي يربط منطقة يطا بمنطقة قلقس ويسهل عملية الانتقال بين منطقتين وبطول يقارب 800 م وعرض الأسفلت لا يزيد عن 5 أمتار حيث أنه سيتم إعادة تصميم الشارع بعرض 12 متر .

حيث يعد الشارع من أحد الشوارع المهمة في المدينة وبحاجة الى إعادة تأهيل بما يحتويه من احياء سكنية ومؤسسات حكومية ومناطق زراعية تابعة للسكان.

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

## **Abstract**

**Project name**

**Redesign and rehabilitation of Yatta Street - Qelqis**

**Student name: -**

**Issa Hales**

**Supervisor: -**

**Dr. Faydi shabaneh.**

### **Abstract:**

The project aims to design and rehabilitate a road that passes between Yatta city and the Qelqis area, as this street is considered.

It is the main street that connects Yatta city to the Qelqis area and facilitates the transportation process between the two areas

the street length is about 800 m and the width of the asphalt is not more than 5 m.

The street is one of the important streets in the city and needs rehabilitation with its contents: residential neighborhoods, government institutions, and agricultural areas belonging to the population.

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

## فهرس المحتويات

### الصفحات التمهيدية

I.....	: الغلاف
II.....	: شهادة تقديم المشروع
III.....	: الإهداء
IV.....	: الشكر والتقدير
V.....	: الملخص
VI.....	: الملخص باللغة الانجليزية
VIII.....	: فهرس المحتويات
XI.....	: قائمة الأشكال
XII.....	: قائمة الجداول
XIV.....	: قائمة الملاحق

# الفهرس

الفصل الأول: Error! Bookmark not defined.....

المقدمة..... 2

1-1 نظرة عامة:..... 2

2-1 لمحة عن مدينة يطا:..... 4

1-2-1 تاريخ المدينة واثارها:..... 4

2-2-1 السكان والمناخ:..... 4

3-1 الدراسات السابقة:..... 5

4-1 أهداف وأهمية المشروع:..... 5

5-1 منطقة المشروع:..... 6

6-1 طريقة عمل المشروع :..... 7

1-6-1 مراحل التصميم:..... 7

1-1-6-1 المرحلة الاستكشافية:..... 7

2-1-6-1 التصميم الابتدائي:..... 8

7-1 البرامج والأدوات المساحية المستخدمة:..... 9

8-1 العوائق والصعوبات:..... 9

9-1 نطاق عمل المشروع:..... 9

10-1 الجدول الزمني:..... 10

الفصل الثاني..... 11

الأعمال المساحية والمضلعات (Traverses)..... 11

1-2 الأعمال المساحية:..... 12

1-1-2 مقدمة:..... 12

2-1-2 دراسة الخرائط:..... 12

3-1-2 المساحة الاستطلاعية الأولية (Reconnaissance studies)..... 12

4-1-2 المسح الابتدائي الأولي ( preliminary survey )..... 13

5-1-2 الاعمال المساحية النهائية:..... 13

2-2 المضلعات (Traverses):..... 14

1-2-2 المقدمة:..... 14

2-2-2 أنواع المضلعات..... 14

1-2-2-2 المضلع المفتوح (Open Traverse):..... 14

2-2-2-2 المضلع المغلق (Closed Traverses)..... 15

## 16 ..... الفصل الثالث.....

### 16 ..... نظام التموضع العالمي ومشاكل الطريق وحلولها.....

17 ..... 1-3 نظام التموضع العالمي:.....

17 ..... 2-3 طرق وأساليب الرصد المساحي باستخدام جهاز ال GPS:

18 ..... 3-3 طرق الرصد المساحي :

18 ..... 1-3-3 الرصد الثابت (Static):.....

18 ..... 2-3-3 الرصد الثابت السريع (Rapid Static):.....

19 ..... 3-3-3 الرصد المتحرك (Kinematic).....

19 ..... 4-3-3 اعمال الملاحة والتوجيه.....

21 ..... 4-3 تعريف بالمشاكل والعوائق وطرق حلها.....

22 ..... 1-4-3 عرض الطريق قليل:.....

22 ..... 2-4-3 عدم وجود نظام لتصريف مياه الأمطار:.....

22 ..... 3-4-3 عدم وجود إنارة على الطريق:.....

23 ..... 4-4-3 السير المختلط على الطريق:.....

23 ..... 5-4-3 عدم وجود مواقف للسيارات في الطريق:.....

## 24 ..... الفصل الرابع.....

### 24 ..... التصميم الهندسي للطرق.....

25 ..... 1-4 مقدمة:.....

25 ..... 2-4 اسس التصميم الهندسي لطريق:.....

25 ..... 1-2-4 حجم المرور:.....

30 ..... 2-2-4 اشارات المرور المستخدمة:.....

34 ..... 3-2-4 السرعة التصميمية:.....

35 ..... 4-2-4 قطاع الطرق:.....

23 ..... 5-2-4 عرض المسارب والطريق:.....

37 ..... 6-2-4 الميول العرضية:.....

37 ..... 7-2-4 الميول الطولية:.....

37 ..... 8-2-4 اكتاف الطريق:.....

39 ..... 9-2-4 الأتاريف:.....

40 ..... 10-2-4 الأرصفة:.....

41 ..... 11-2-4 الجزر الفاصلة:.....

42 ..... 12-2-4 الجدر الأستنادية:.....

43 ..... 3-4 المنحنيات:.....

43 ..... 1-3-4 المنحنيات الأفقية:.....

46 ..... 2-3-4 المنحنيات الرأسية:.....

49 ..... 4-4 تصريف مياه الأمطار:.....

50 ..... 5-4 عوامل التصميم:.....

51 ..... الفصل الخامس

51 ..... التصميم الانشائي للطريق والفحوصات المخبرية

52 ..... 1-5 المقدمة:

52 ..... 2-5 الأنواع الرئيسية للرصف:

52 ..... 1-2-5 الرصف الصلب:

52 ..... 2-2-5 الرصف المرن:

54 ..... 3-2-5 الرصف المركب:

55 ..... 3-5 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة:

55 ..... 1-3-5 تجربة بروكتور المعدلة:

60 ..... 2-3-5 نسبة تحمل كاليفورنيا:

66 ..... 4-5 تصميم الرصفة المرنة:

66 ..... 1-4-5 حساب قيمة (ESAL):

66 ..... 1-1-4-5: الحمل المكافئ لمحور مفرد

66 ..... 2-1-4-5 معامل حمل المحور المكافئ:

71 ..... 2-4-5 حساب سماكة طبقات الرصفة:

76 ..... الفصل السادس

76 ..... حساب الكميات والنتائج والتوصيات

77 ..... 1-6 المقدمة :

77 ..... 2-6 النتائج :

78 ..... 3-6 حساب تكلفة الطريق :

78 ..... 1-3-6 حساب تكلفة الحفر والردم :

78 ..... 2-3-6 حساب تكلفة طبقات الرصفة:

79 ..... 3-3-6 حساب تكلفة الجبة الحجرية :

80 ..... 4-3-6 حساب التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق:

81 ..... 4-6 النتائج:

81 ..... 5-6 التوصيات :

82 ..... 6-6 قائمة المصادر والمراجع :

83 ..... 7-6 قائمة الملاحق :

## قائمة الأشكال

- شكل رقم (1-1) صورة جوية لموقع الشارع..... 6
- شكل رقم (1-2) صورة اثناء عملية الرصد ..... 13
- شكل رقم (2-2) (Link Traverse)..... 14
- شكل رقم (3-2) المضلع المغلق ..... 15
- شكل رقم (1-3) صورة توضح طرق الرصد المساحي ..... 17
- شكل رقم (2-3) صورة توضح الرصد الثابت السريع ..... 18
- شكل رقم (3-3) صورة توضح عرض طريق ..... 21
- شكل رقم (4-3) صورة توضح عدم وجود نظام تصريف الامطار ..... 22
- شكل رقم (5-3) صورة توضح عدم وجود انارة على الطريق ..... 22
- شكل رقم (1-4) القراءات الخاصة بالعد المروري ..... 27
- شكل رقم (2-4) إشارات المنع المستخدمة في الطريق..... 31
- شكل رقم (3-4): بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق حسب وزارة المواصلات..... 31
- شكل رقم (4-4):: بعض إشارات الأوامر المستخدمة في الطريق..... 32
- شكل رقم (5-4) مقطع عرضي لطريق من حارتين..... 36
- شكل رقم (6-4) الميول الطولية..... 37
- شكل رقم (7-4) كتف الطريق..... 38
- شكل رقم (8-4) الأتاريف..... 39
- شكل رقم (9-4) الأرصفة..... 40
- شكل رقم (10-4) الجزر الفاصلة..... 41
- شكل رقم (11-4) الجدران الاستنادية..... 42
- شكل رقم (12-4) عناصر المنحنى الدائري البسيط..... 43
- شكل رقم (13-4) المنحنى الانتقالي..... 45
- شكل رقم (14-4) المنحنى الرأسي المحذب..... 46
- شكل رقم (15-4) المنحنى الرأسي المقعر..... 46
- شكل رقم (16-4) عناصر المنحنى الرأسي..... 47
- شكل رقم (1-5) طبقات الرصفة المرنة..... 54
- شكل رقم (2-5) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة (base course)..... 58

- شكل رقم (3-5) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة (sub grade course).....59
- شكل رقم (4-5) الجهاز المستخدم في تجربة (CBR).....61
- شكل رقم (5-5) العلاقة الغرز والمقاومة عند 65 ضربات لطبقة (Base Course).....64
- شكل رقم (6-5) العلاقة بين المقاومة والغرز عند 30 ضربات لعينة (Sub grade):.....65
- شكل رقم (7-5) S-soil support value: .....72
- شكل رقم (8-5): قيمة المعامل SN.....73

## قائمة الجداول

- جدول (1-1) الجدول الزمني لمقدمة المشروع.....10
- جدول (1-4) جدول متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع.....28
- جدول (2-4) معاملات أنواع المركبات وفقا للمواصفات الأردنية.....28
- جدول (3-4): قيم K و D العامة.....29
- جدول (4-4) حجم المرور لكل فترة 15 دقيقة بساعة الذروة.....30
- الجدول (5-4) المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة.....33
- جدول (6-4) السرعة التصميمية للطرق الحضرية.....35
- جدول (7-4) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق.....44
- جدول (8-4) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى.....45
- جدول (9-4) قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية.....48
- جدول (1-5) الكثافة الرطبة لعينة base course.....57
- جدول (2-5) الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة Base course.....57
- جدول (3-5) الكثافة الرطبة لعينة (sub grade course).....58
- جدول (4-5) الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة (sub grade course).....59
- جدول رقم (5-5) يوضح بعض قيم نسبة التحمل (CBR).....60
- جدول (6-5) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن.....61
- جدول (7-5) حساب نسبة التحمل (CBR).....61
- جدول (8-5) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65 ضربة لطبقة (Base course).....63
- جدول (9-5) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65 ضربات لطبقة (sub grade).....65
- جدول (10-5) نسبة كاليفورنيا لكل طبقة.....66
- جدول (11-5) نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية (fd).....67
- جدول (12-5) معامل النمو (Gf).....68
- جدول (13-5) تحويل أوزان المركبات الى أحمال قياسية (Load Equivalency factor).....13
- جدول (14-5) قيمة ال CBR لكل طبقة.....71
- جدول (15-5) : قيمة المعامل المناخي.....71
- جدول (16-5) قيمة المعامل (a1).....74
- جدول (17-5) قيمة المعامل (a2).....74
- جدول (18-5) سماكة الطبقات.....75
- جدول (1-6) حساب الكميات.....77

## قائمة الملاحق

- 84.....ملحق رقم 1 منطقة الدراسات
- 85.....ملحق رقم 2 صور اثناء الرصد
- 86.....ملحق رقم 3 جداول العد المروري
- 87.....ملحق رقم 4 اشارات المرور

## المقدمة

- 1-1 نظرة عامة
- 2-1 لمحة عن مدينة يطا
- 1-2-1 تاريخ المدينة و آثارها
- 2-2-1 السكان و المناخ
- 3-1 الدراسات السابقة
- 4-1 أهداف وأهمية المشروع
- 5-1 منطقة المشروع
- 6-1 طريقة عمل المشروع
- 1-6-1 مراحل التصميم
- 7-1 البرامج و الادوات المساحية المستخدمة
- 8-1 العوائق و الصعوبات
- 9-1 نطاق عمل المشروع
- 10-1 الجدول الزمني

## المقدمة

### 1-1 نظرة عامة:ـ

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المراد إنشاء الطريق فيها، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا، وإعداد 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 أيضاً بواسطة برامج خاصة تعمل على الاستفادة من البيانات الحالية والبيانات التاريخية وبعض القيم الأخرى مثل نوع التغير الذي يتوقع أن يحدث في المنطقة مستقبلياً "مثل إنشاء مركز تجاري أو مدرسة.. الخ" ويقوم الحاسوب بتقدير القيم المستقبلية بدقة أفضل من كل الطرق السابقة.
- بعد معرفة حجم المرور ونوعية المركبات، يتم حساب قيم خاصة مبنية على اوزان المركبات المتوقعة وعددها بحيث نحصل على قيمة تسمى وزن المحور المكافئ الذي يعتبر ذو قيمة كبيرة في مرحلة التصميم الإنشائي للطريق.
- بعد معرفة عدد مستخدمي الطريق وتكلفة إنشائه، يمكن عمل دراسة الجدوى "بناءً على نسبة التكلفة لعدد المستخدمين" التي بها يتخذ المسؤولون 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 أن 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 المرورية 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 وقد تختلف هذه الأزمان قليلا حسب ظروف كل بلد ومواعيد الدوام والمدارس.

**2-1 لمحة عن مدينة يطا:**

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

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

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

**1-2-1 تاريخ المدينة واثارها:**

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

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

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

**2-2-1 السكان والمناخ:**

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

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

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

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

**3-1 الدراسات السابقة:**

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

كما تم الرجوع إلى مكتبة الجامعة التي زودتني بالكتب والمراجع اللازمة، بالإضافة إلى ذلك تم التوجه إلى أساتذة القسم للاستفادة من مرجعهم وخبراتهم وساعل جاهداً 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 المر 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 هندسية.
- معالجة مشكلة الأسفلت المتكسر والمتشقق.
- معالجة مشاكل المنحنيات من حيث التعلية ومقدار الكشف.
- مراعاة سبل الأمان

**5-1 منطقة المشروع:**

يربط هذا الشارع بين مدينة يطا وقرية قلقس ما يقارب طوله 800 متر.

شارع يطا - قلقس

شكل (1-1) صورة جوية لموقع الشارع



**6-1 طريقة عمل المشروع:**

- القيام بتحديد موضوع البحث (إعادة تصميم وتأهيل شارع يطا - قلقس) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية يطا.
- 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 يطا من أجل التعرف على القوانين المتبعة في التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والارتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.
- البدء بكتابة مقدمة المشروع مراعيًا الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة مع مراعاة مراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.

**1-6-1 مراحل التصميم:****1-1-6-1 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 لأمر 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 وتعرض مسار الطريق المقترح مثل الوديان، المستنقعات، والمرتفعات،.... الخ.
- نوع وطبيعة التربة للموقع المقترح للمسار، ومعرفة الأماكن التي يمكن تحدث فيها الإنزلاقات والانهيارات.
- مصادر المواد الإنشائية وكيفية الحصول عليها.

**2-1-6-1 التصميم الابتدائي:**

حيث تم القيام بعدة أعمال وهي:

- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار سلاسل وغيرها من التفاصيل.
- اخذ مقاطع عرضية للطريق عند كل 20 م أو حسب الحاجة، وذلك لحساب كميات الحفر والردم.
- المسح الميداني للطريق: باستخدام جهاز GBS
- التصميم النهائي للمشروع:

تتضمن هذه الدراسة عادة رسم المقاطع الطولية لعدة مسارات لغايات تقدير كمية الأعمال الترابية من حفر وردم وتحديد 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 مناسب على خط المحور كما يتم اخذ مناسب عرضية على مقاطع عرضية تؤخذ كل ٢٠ 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 المناسب الطولية والعرضية إلى المكتب ويتم تصميم الطريق بالمستوى الراسي أي تحديد انحداراتها وتصميم منحنياتها الراسية ويتم تحديد عرض سطح الطريق والميول 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 10.4).
3. برنامج civil 3d.
4. برنامج AutoCAD201.

**8-1 العوائق والصعوبات:**

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

**9-1 نطاق عمل المشروع:**

- تم الاتفاق بين مشرف المشروع والطالب على أن تكون هيكلية مقدمة المشروع موزعة كما يلي:
- الفصل الأول: مقدمة عامة حيث تشمل نبذة تاريخية وفكرة المشروع وأهدافه وأهميته ومنطقة المشروع.
  - الفصل الثاني: المضلعات و الأعمال المساحية ويتضمن تعريف المضلعات وأنواعه وتصحيح المضلعات.
  - الفصل الثالث: نظام التموضع العالمي ومشاكل الطريق وحلولها و طرق الرصد .

10-1 الجدول الزمني:

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

جدول (1-1) الجدول الزمني لمقدمة المشروع

## 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

**1-2 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 وتحديد سرعة السيارات عليها وأنصاف أقطار منحنياتها الأفقية وأطوال منحنياتها الرأسية وميول سطحها ويجب اخذها بعين الإعتبار أثناء تصميم الطريق.

وبعد ذلك لا بد من القيام أعمال مساحية متعددة، ودراسة للمنطقة على الواقع وعمل مسح تفصيلي على الأرض ومن ثم تثبيت محور الطريق النهائي على الأرض وعمل مسح مناسب طولية وعرضية وعمل التصميم الراسي والأفقي للطريق ومن ثم القيام بالمشح الإنشائي حتى يكتمل تصميم الطريق أفقيا وراسيا.

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

دراسة المخططات

▪ أعمال استطلاعية (استكشافية) Reconnaissance

▪ أعمال مساحية أولية preliminary survey

▪ المسح التثبيتي location survey

▪ المسح الإنشائي construction survey

▪ 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 (Reconnaissance studies)**

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 المنشآت اللازمة لتصريف مياه الامطار والمياه السطحية ونوع طبيعة التربة والاسفلت في الموقع من تشققات وانهبان الاسفلت.

### 4-1-2 المسح الابتدائي الأولي ( preliminary survey )

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.

شكل (1-2) صورة اثناء عملية الرصد



- 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.

### 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 إنجاز المخططات الأولية حتى يصبح بوسع الفريق المصمم من إستخدام هذه المخططات والمعلومات المساحية المختلفة في دراسة مختلف المسارات الممكنة بهدف إختيار المسار الأمثل والأفضل.

## 2-2 المضلعات (Traverses):

## 1-2-2 المقدمة:

المضلع هو عبارة عن مجموعة خطوط متصلة ببعضها 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 والزوايا الأفقية بين المحطات وتمتد باتجاهات مختلفة للإحاطة بالمباني والطرق والساحات أو أي معلم.

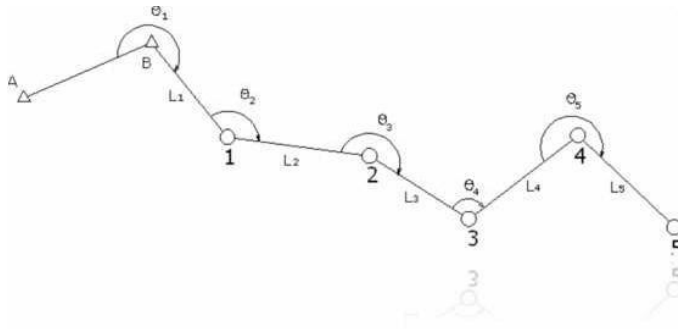
إن الهدف الرئيسي من عمل المضلع هو تعيين محطات جديدة للقيام بعملية الرفع أو الرصد انطلاقاً من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو نقاط يتم وضعها بواسطة (GPS) وهو من الأجهزة الحديثة وهو جهاز يستخدم لإيجاد إحداثيات نقطة ما أو أي طريقة أخرى.

## 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 معلومتين والإحداثيات وينتهي بنقطتين أخريين غير معلومتين الإحداثيات.

شكل رقم (2-2) Link traverse



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

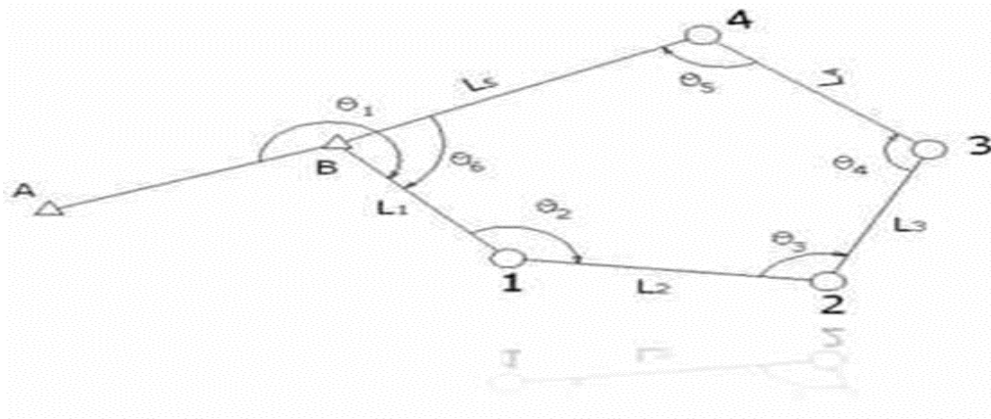
هذا النوع من المضلعات، يكون المضلع مغلقاً من حيث عدد الأضلاع أو الشكل الخارجي، حيث يبدأ بنقطتين معلومتين الإحداثيات وينتهي بنقطتين معلومتين الإحداثيات. وهو نوعين:

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

2. إذا بدأ في نقطتين معلومتين الإحداثيات وانتهى بنقطتين جديدتين معلومتين الإحداثيات أيضاً يسمى

(Closed traverses) وهذا النوع الذي قمنا باستخدامه في هذا المشروع.

الشكل (3-2) المضلع المغلق



## نظام التموضع العالمي ومشاكل الطريق وحلولها

1-3 نظام التموضع العالمي

2-3 طرق وأساليب الرصد المساحي باستخدام جهاز ال GPS

3-3 طرق الرصد المساحي

4-3 تعريف بالمشاكل والعوائق وطرق حلها

1-4-3 عرض الطريق قليل

2-4-3 عدم وجود نظام لتصريف مياه الأمطار:

3-4-3 عدم وجود إنارة على الطريق:

4-4-3 السير المختلط على الطريق:

5-4-3 عدم وجود مواقف للسيارات في الطريق

**1-3 نظام التموضع العالمي:**

نظام التموضع العالمي هو نظام أمريكي للملاحة اللاسلكية يتخذ من الفضاء قاعدة له، وهو نظام يوفر لجميع مستخدمي المدنيين في جميع أنحاء العالم على نحو مستمر ودون انقطاع خدمات مجانية لتحديد الموقع وتحديد الوقت والملاحة، إذ باستطاعة أي شخص لديه جهاز استقبال لنظام التموضع العالمي أن يحصل على معلومات تحدد له الموقع والتوقيت، حيث يوفر هذا النظام لعدد غير محدد من الأشخاص معلومات دقيقة عن الموقع والوقت، ويوفر النظام هذه المعلومات ليلاً ونهاراً في أي مكان من العالم وبغض النظر عن الظروف الجوي.

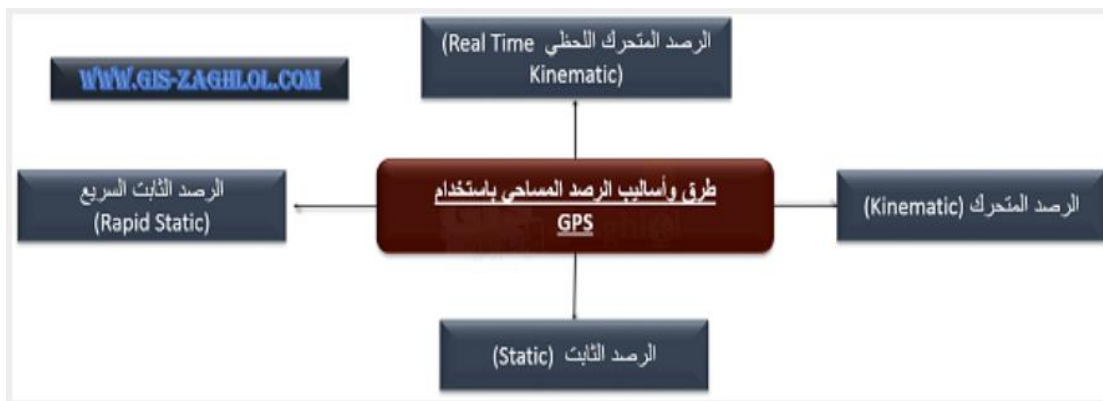
**2-3 طرق وأساليب الرصد المساحي باستخدام جهاز ال GPS:**

يقصد بطريقة الرصد هي الطريقة التي يتبعها المساح في استخدامه للجهاز، والمساح وحده هو الذي يقرر الطريقة التي يتبعها

في الرصد تبعاً للعوامل التالية:

- (1) إمكانية الجهاز المستخدم .
- (2) عدد الأجهزة المتوفرة .
- (3) الدقة المطلوبة في العمل .
- (4) العدد المتوفر من المساحين .
- (5) برنامج الحاسب الآلي المستخدم لمعالجة الأرصاد .
- (6) الوقت اللازم لإنجاز المشروع .

شكل رقم (1-3) صورة توضح طرق الرصد المساحي



**3-3 طرق الرصد المساحي :**

**1-3-3 الرصد الثابت (Static):** في هذه الطريقة يتم وضع جهاز GPS الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة بضع ساعات وتختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدة الرصد المرجعي (Reference) و وحدة الرصد المتحركة (Rover)

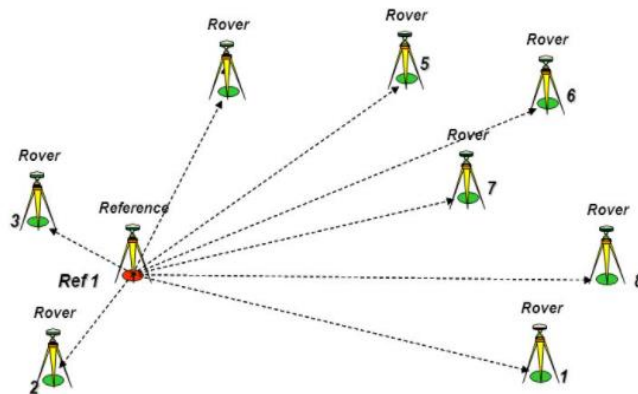
وهذه الطريقة تعطي دقة عالية جدا، وتستخدم في التالي:

- ❖ رصد الشبكات الجيوديسية .
- ❖ شبكات المثلثات من الدرجة الأولى.
- ❖ رصد الخطوط الطويلة .

**2-3-3 الرصد الثابت السريع (Rapid Static):** تختلف هذه الطريقة عن طريقة الرصد الثابت في الفترة الزمنية اللازمة للرصد، وفيها يتم وضع جهاز GPS الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة (أقل من ساعة) وتختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدتي الرصد وهذه الطريقة تعطي أيضا دقة عالية، وتستخدم في:

- ❖ إنشاء شبكات المثلثات.
- ❖ تكثيف نقاط شبكات المثلثات.
- ❖ قياس خطوط القواعد بشرط ألا تزيد المسافة بين الوحدتين عن 20 كم

شكل (2-3) توضح الرصد الثابت السريع



**3-3-3 الرصد المتحرك (Kinematic):** في هذه الطريقة يتم وضع جهاز GPS استقبال وحدة المرجع (Reference) فوق النقطة المعلوم احداثياتها ويتم التحرك على النقاط المراد رصدها بالوحدة الثانية. (Rover) بعد وضع هوائي الاستقبال على حامل أو عصا (Pole)

• ويوجد نوعان من هذه الطريقة:

❖ الثبات والحركة (Stop & Go):

وفيها يحتل الراصد النقط المجهولة بالجهاز (Rover) ويشغل الجهاز لفترة زمنية بسيطة من (8 - 20 دقيقة) تختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدة الرصد الثابت ووحدة الرصد المتحرك ثم يغلق الجهاز وينتقل إلى النقطة التالية، أي أن الجهاز في خلال الحركة من نقطة إلى أخرى يكون مغلقاً، وتسجل أرساد كل نقطة تحت رقم معين وتتم معالجة الأرساد للحصول على احداثيات النقط المرصودة باستخدام برنامج الحساب الآلي الخاص بالجهاز.

❖ الرصد المستمر (Continuous):

وفيها ينتقل الراصد من نقطة إلى أخرى دون إغلاق الجهاز، بمعنى أن الجهاز مستمر في الرصد على الأقمار الصناعية ويسجل أرسادها أثناء حركة الجهاز في مساره وتتم معالجة الأرساد للحصول على إحداثيات النقط باستخدام برنامج الحاسب الآلي الخاص بالجهاز. ويمكن بهذه الطريقة عمل خريطة كنتورية لمنطقة عن طريق تثبيت جهاز GPS على سطح سيارة مثلاً والتحرك في منطقة العمل كما في الشكل التالي، وهذا النوع من الرصد المتحرك أقل دقة من الرصد الثابت إلا أنه يعطي نتائج جيدة إذا ما قورن بأعمال الرفع العادية. وتستخدم طريقة الرصد المتحرك في الأعمال التالية: -

- يستخدم في أعمال المضلعات.
- يستخدم في عمل نقاط الربط الأرضي لأعمال المسح الجوي.
- إيجاد مساحة الأراضي الكبيرة.

**3-3-4 أعمال الملاحة والتوجيه:** يمكن استخدام الجهاز في أعمال الملاحة بوضع جهاز GPS الاستقبال فوق السيارة وادخال إحداثيات النقطة المطلوب الوصول إليها للجهاز، فيقوم الجهاز بحساب المسافة المتبقية على الهدف المراد الوصول إليه وكذلك الاتجاه. وهذه الطريقة تستخدم في الآتية:

- في أعمال الملاحة البرية.
- في توجيه السفن والطائرات.
- لإيجاد اتجاه معين (مثل اتجاه الشمال واتجاه القبلة).

ويلاحظ في كل الطرق أن زمن الرصد من العوامل المهمة في تحديد دقة الرصد، وفيما يلي نحدد العوامل المؤثرة في الرصد كالتالي:

- الدقة المطلوبة من العمل فكلما زادت الدقة يزداد الزمن اللازم للرصد.
- المسافة بين النقطتين فكلما زادت المسافة بين نقطة المرجع والنقطة المرصودة زاد الزمن اللازم للرصد.
- عدد الأقمار المرصود فكلما زاد عدد الأقمار المتاح قل الزمن اللازم للرصد.
- التوزيع الهندسي للأقمار فكلما كان التوزيع الهندسي للأقمار جيد قل الزمن اللازم للرصد.

وتم الرصد في منطقة المشروع بطريقة الرصد المتحرك اللحظي (RTK) (Real Time Kinematic).

#### ❖ الرصد المتحرك اللحظي (Real Time Kinematic).

هذه الطريقة يتم تزويدهما بوحدتي إرسال لاسلكي فتقوم وحدة المرجع (Reference) باستقبال إشارات الأقمار الصناعية ومعالجتها لاستخلاص قيمة الخطأ في إحداثيات النقطة وإرسال هذه البيانات إلى الوحدة المتحركة (Rover). ومن خلال البرنامج الحاسوبي بجهاز الوحدة المتحركة (Rover) يتم حساب إحداثيات النقط المرصودة تبعاً للنقطة الموجود عليها النقطة المرجعية (Reference)، مما يمكن المساح من إيجاد إحداثيات النقطة المرفوعة فور الانتهاء من عملية الرصد.

وهذه الطريقة مناسبة جداً لأعمال الرفع إلا أنه يعيب هذه الطريقة تأثر موجات اللاسلكي بين الوحدتين بإشارات البث اللاسلكي الأخرى، ويوجد أيضاً نوعان من هذه الطريقة:

- الثبات والحركة (Stop & Go).
- المستمر (Continuous).

#### احتياجات نظام الرصد المتحرك اللحظي (RTK)

- الوحدة (المحطة) الثابتة (Reference Unit) : وهي عبارة عن جهاز (GPS) مثبت فوق نقطة معلومة الإحداثيات .
- الوحدات المتحركة (Rover Units) : عبارة عن جهاز (GPS) أو أكثر يتنقل فوق النقاط المراد رصدها ميدانياً .
- خدمة ال (GPRS) أو Data Call أو إشارات راديو : هي عبارة عن أداة لنقل الإشارات المصححة من الجهاز الثابت إلى الأجهزة المتحركة .
- معاملات التحويل (Transformation Parameters) للمنطقة المرصودة : هي عبارة عن معاملات للتحويل من النظام العالمي WGS84 إلى النظام المحلي سواء كان Cassini أو JTM ليتم الحصول على الإحداثيات بالنظام المحلي لحظياً في الميدان .

#### الآلية عمل طريقة الرصد المتحرك اللحظي (RTK)

يوضع جهاز ثابت فوق نقطة مرجعية معلوم إحداثياتها يكون مزود بجهاز مرسل إشارات راديو أو (GPRS) أو Data Call، ويتم إدخال إحداثيات النقطة بالجهاز مباشرة. يقوم الجهاز بحساب التصحيح بين القيم المسجلة من الأقمار وبين الإحداثيات الفعلية للنقطة بالإضافة للتصحيات الأخرى ومن ثم يرسل مقدار التصحيح إلى الجهاز المتحرك فوق النقاط. يقوم الجهاز المتحرك باستقبال التصحيحات المرسلة من المحطة المرجعية ليتم الحصول على إحداثيات مصححة بنظام WGS84 وعن طريق معاملات التحويل (Transformation Parameters) يقوم الجهاز بتحويل الإحداثيات للنظام المحلي لحظياً وخلال ثوانٍ.

**فوائد نظام الرصد المتحرك اللحظي (RTK) :**

- توفير الوقت.
- يمتاز نظام الرصد المتحرك اللحظي بالسرعة مقارنة مع طرق الرصد الاخرى حيث اننا لا نحتاج العودة للمكتب للقيام بمعالجة الرصد .
- توفير المصاريف .
- إعطاء دقة عالية وبوقت قليل
- 1- الاماكن التي يتجه اليها السائق.
- 2- تحديد جانبي الطريق.
- 3- اعطاء تعليمات ومعلومات الى السائق بكلمات مثل: اتجه الى اليمين، توقف، اعط اولوية وغير. ذلك.

**4-3 تعريف بالمشاكل والعوائق وطرق حلها**

يعاني الشارع من بعض المشاكل والعوائق التي تعيق عملية التصميم للطريق وتنعكس على التخطيط الهيكلي والتنظيمي للطريق , لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل والعوائق في الشارع والعمل جاهدين على إيجاد الحلول لها حيث تمت عملية دراسة وإيجاد الحلول لعوائق التصميم للطريق من جميع النواحي الفنية والإنشائية والمرورية وضمان خدمة المنطقة لأطول فترة زمنية ممكنة , فبعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودراسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سوف نعرض هذه العوائق والمشاكل مع شرح لكل منها والاقتراحات الممكنة لحلها.

شكل (3-3) صورة توضح عرض الطريق

**3-4-1 عرض الطريق قليل**

المشكلة الاولى في الطريق هي ان عرض الطريق غير كافي حيث يبلغ عرض الطريق 5 متر فقط وهو غير كافي لمرور المركبات بأمان بالاتجاهين المتقابلين وايضا يعتبر طريق غير آمن حيث لا يترك مساحة للمشاة ولا يوجد عرض كافي للرصيف وهذه تعتبر مشكلة كبيرة حيث ان هذه المنطقة تعتبر حيوية بالسكان المحليين.

**3-4-2 عدم وجود نظام لتصريف مياه الأمطار:**

إحدى المشاكل الرئيسية في الطريق هي مشكلة تجمع مياه الأمطار في عدة مناطق على الشارع حيث يشكل الماء خطراً كبيراً

على الطريق سواء إذا سقط عليها مباشرة والشارع الموجود غير مهيأ لاستقبال الأمطار وتصريفها بشكل صحيح وهندسي ولا يوجد مصارف للمياه في المناطق المنخفضة التي يتشكل فيها سيول في الشتاء التي قد تؤدي لانجراف التربة والطريق وايضا قد تؤدي الى نزول المواد الترابية والاحجار المجانبة للشارع الى الطريق وتشكل خطر على المركبات والمشاة.

شكل (3-4) صورة توضح عدم وجود نظام تصريف الامطار

**3-4-3 عدم وجود إنارة على الطريق:**

شكل (3-5) صورة توضح عدم وجود انارة على الطريق



يفتقد الشارع الى الخدمات الرئيسية مثل اضاءة الشارع بشكل كامل والاشارات التنبيهية والتحذيرية وهذا يصنف الشارع على انه غير آمن حيث يكون مدى الرؤية متدني جداً ويشكل خطر على المركبات والمشاة والحيوانات بالإضافة انه لا يوجد اشارات تحذيرية للسائقين مثل المنعطفات او الاماكن الضيقة او اشارة تحديد السرعة.

**3-4-4 السير المختلط على الطريق:**

الشارع لا يوجد فيه رصيف ولا مساحة مخصصة للمشاة وهي مشكلة كبيرة كما ذكرنا لان الشارع يستعمله عدد كبير من المشاة ويضطر المشاة للمشي في الشارع الضيق اصلا على السيارات اذ انه يمشي على الشارع المشاة والسيارات.

**3-4-5 عدم وجود مواقف للسيارات في الطريق:**

إن الطريق المستهدف لا يحتوي على مواقف سيارات ويكون عرض الطريق القائم قليل مما يجعل ان يضطروا السائقين إلى إيقاف سياراتهم على جوانب الطريق بشكل غير منتظم مما يؤثر على حركة السيارات والمشاة في الطريق وبدوره يؤدي إلى خلق الأزمات على طول الطريق وحركه غير امنة.

التصميم الهندسي للطرق

1-4 مقدمة

2-4 أسس التصميم الهندسي للطريق

3-4 المنحنيات

1-3-4 المنحنيات الأفقية

2-3-4 المنحنيات الرأسية

4-4 تصريف المياه

5-4 عوامل التصميم (Design Factors)

**1-4 مقدمة :**

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

تتمثل عميلة 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 (cross section).
- 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.

**2-4 أسس التصميم الهندسي للطريق :**

من أهم أسس التصميم الهندسي للطريق ما يلي:

**1-2-4 حجم المرور :**

هو عدد المركبات المارة عند نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة وهو يختلف عن سعة أو كثافة الطريق والتي تعرف بانها عدد المركبات التي تسير على مسافة معينة في وقت محدد ويعتبر حجم المرور من الأسس الرئيسية التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم الطريق على أن تشمل دراسة حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلاً والذي يعبر عنه بحجم المرور اليومي المتوسط هذا بالإضافة إلى حجم مرور الساعي التصميمي (DHV) في الاتجاهين كما يجب تحديد نسبة حجم المرور لكل اتجاه خلال ساعة الذروة وخاصة الاتجاه السائد الذي يتراوح عادة ما بين (50-60) % من حجم المرور الكلي للاتجاهين، ويعبر عن حجم المرور عادة بالمرور المختلط والذي يشمل جميع أنواع المركبات. وفي كثير من الأحوال يتم تحويل المرور المختلط إلى وحدات مرور مكافئة لعربة التصميم (equivalent passenger car) بحيث يتم التصميم الهندسي للطريق على أساسها وعادة يكون لهذه المركبة عدد محاور واوزان محدده، ولمعرفة حجم المرور لا بد من القيام بتعداد المركبات حيث أن العدد يختلف من ساعة إلى ساعة ومن يوم لآخر ومن شهر إلى آخر خلال السنة لذلك لا بد من عمل التعداد على مدار ساعات النهار خلال اليوم الواحد على مدار العام للتوصل إلى المعلومات المطلوبة وتتم معرفة حجم المرور عن طريق إتباع طرق إحصائية مختلفة للمركبات على الطريق.

يقاس حجم المرور على أي طريق بعدد المركبات التي تمر بنقطة معينة أو محطة على الطريق خلال فترة زمنية معينة، ويعبر عنه بمتوسط حجم المرور اليومي (ADT) أو معدل السير اليومي السنوي (AADT).

$$\text{Traffic volume} = \frac{\text{vehicle}}{\text{time}}$$

ADT: متوسط الحركة اليومية أو ADT ، وأحياناً يعني أيضاً حركة المرور اليومية ، هو متوسط عدد المركبات التي تمر في اتجاهين نقطة محددة خلال فترة 24 ساعة ، ويتم قياسها عادةً على مدار العام.

AADT: المتوسط السنوي للحركة اليومية ، مختصر AADT ، هو مقياس يستخدم في المقام الأول في التخطيط و هندسة النقل. وهو إجمالي حجم حركة مرور السيارات على الطريق السريع أو الطريق لمدة عام مقسوماً على 365 يوماً.

#### الغرض من العد المروري:

- قياس حجم وتركيب المرور في الوقت الحالي وتحديد حجم المرور المنتظر مستقبلاً والذي يستطيع الطريق استيعابه.
- تحديد أهمية الطريق.
- من المكونات الأساسية المستخدمة لتصميم طبقات الرصف.
- معرفة الزيادة السنوية على الشوارع الرئيسية وذلك لإمكانية التنبؤ بحجم الحركة مستقبلاً.
- إعطاء صورة واضحة لضرورة اختيار مسارات بديلة منعدمه.

#### العد المروري قد يكون لأحد الأسباب التالية:

- أ- العد لتحسين طريق موجود:  
إذا كان هناك طريق موجود ويتطلب تحسينه فإنه يتم العد عليه .

#### ب- العد لفتح طرق جديدة:

إما أن يتم تحديد بداية ونهاية الطريق المراد إنشاؤه ، ونرى إن كان هناك مركبات تتحرك من نقطة البداية، ثم يتم العد في طرق لها نفس نقطة النهاية والذي قد تكون طويلة وصعبة ومنه نعرف حجم المركبات التي تتحرك من نقطة البداية يضاف إلى ذلك دراسة عامة للمركبات التي تستعمل طرقاً لها نفس النهاية ويتوقع أنها ستغير طريقها وتتحول إلى الطريق الجديد. أو يتم العد في منطقة مشابهة للمنطقة من حيث التضاريس وعرض الطريق وعدد حاراته ووظيفته.

#### طرق العد المروري:

هنالك ثلاثة طرق رئيسية لإتمام عملية العد وهي:

#### ● العد اليدوي:

حيث يقوم فريق من الأشخاص بتسجيل الوقت وعدد السيارات مع تحديد أنواعها ( شاحن ، سيارة عائلية ، سيارة أجرة ، تراكور ، دراجة نارية ، حافلة وغيرها ) وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة والدقة وتحديد عدد المحاور للمركبات ولكنها مكلفة وتحتاج إلى فريق عمل كبير خاصة إذا كان العد سيستمر خلال الليل والنهار.

● **العد الميكانيكي:**

يتم بواسطة اللاقط المغناطيسي ، أو التصوير، والرادار، والخراطيم التي تثبت على الطرق وتمر فوقه السيارات وتسجل العدد بواسطة جهاز مثبت على جانب الطريق ، ومن فوائد هذه الطريقة أنها رخيصة ولكن من مسائها أنها تحتاج إلى صيانة دائمة ولا تقوم بتصنيف أنواع السيارات أو عد محاورها.

● **العد بطريقة المشاهد المتحرك:**

وهو شخص يقوم بالعد أثناء تحركه في سيارة تسير مع السيارات حيث تسبق بعضها وتقوم البعض بتجاوزها ويتم عد السيارات باتجاه سيارة المشاهد وعد السيارات المقابلة لسيارة المشاهد ومن ثم تستخدم معادلة إحصائية لإيجاد عدد السيارات الكلي.

**فترات العد:**

إن إجراء التعداد على فترات مختلفة أمر في غاية الأهمية، وذلك من أجل الحصول على معلومات دقيقة يتم على أساسها التصميم. ويمكن وضع فترات للتعداد كما يلي:

- تعداد في ساعات الازدحام.
- تعداد في ساعات مختلفة من اليوم.
- تعداد في أيام العطل.
- تعداد أثناء إغلاق بعض الشوارع.

يتم النزول الى الطريق المطلوب وإجراء العد المروري على الطريق وتسجيل القراءات، عدد المركبات بجميع أنواعها كل 15 دقائق، حيث تم إجراء العد المروري للطريق من الساعة 8 صباحاً الى الساعة 2 ظهراً وكانت النتائج كما يلي:

شكل رقم (1-4) القراءات الخاصة بالعد المروري

الزمن	PC	HV
8.00-8.15	24	5
8.15-8.30	20	0
8.30-8.45	35	6
8.45-9.00	10	4
9.00-9.15	16	3
9.15-9.30	12	4
9.30-9.45	20	0
9:45-10:00	34	2
12:00-12:15	25	4
12:15-12:30	33	8
12:30-12:45	27	8
12:45-1:00	26	6
1:00-1:15	39	2
1:15-1:30	33	5
1:30-1:45	21	3
1:45-2:00	27	4
<b>TOTAL VOLUME</b>	<b>402</b>	<b>64</b>

متوسط عدد المركبات لكل ساعة		الأيام
HV	PC	
16	101	الأحد

جدول (1-4) جدول متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع

Type of care	Factor
Passenger	1
2-axle	2.5
3-axle	3

جدول (2-4) معاملات أنواع المركبات وفقا للمواصفات الأردنية.

- ❖ عدد المركبات الكلي = (عدد السيارات الصغيرة × 1 + عدد الشاحنات × 3) ..... (1)
- ❖ سيارات PC = سيارة 101 = 1\*(101).....(2)
- ❖ سيارات HV = 3\* (16) = 48..... (3)
- ❖ متوسط عدد المركبات الكلي = 48+101 = 149 مركبة..... (5)
- ❖ معدل المرور اليومي ADT = 24 × 149 = 3576 = سيارة / يوم ..... (6)
- ❖ 490 = 3576\*50/365=AADT

عند حساب عدد المسارب يتم حسابها وفقا لحجم المرور الحالي والمستقبلي ويكون المستقبل في العادة خلال عشرين سنة حيث يتم ضرب معدل المرور اليومي بمعامل يساوي 2.5

- ❖ معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة = 3576 \* 2.5 = 8940 سيارة / يوم ..... (7)

بسبب عدم توفر معلومات دقيقة عن عدد المركبات في ساعات الذروة فإنه تم اعتبار حجم المرور للتصميم يساوي نسبة من معدل المرور اليومي وهذه النسبة تساوي ( 0.07 – 0.12 ) ويرمز لها بالرمز k ، لذلك فإن معدل مرور المركبات للساعة التي يتم أخذها بالتصميم يمكن إيجاده من المعادلة (8):

- ❖ عدد المركبات في الساعة التصميمية  $D.H.V \min = D \times k \times \text{معدل المرور اليومي} \dots\dots\dots (8)$
- $3576 \times 0.07 \times 0.55 =$
- $138 = \text{سيارة/ ساعة}$
- $3576 \times 0.12 \times 0.6 = D.H.V \max$
- $257 = \text{سيارة/ ساعة}$

Facility Type	Normal Rang of values	
	K-Factor	D-Factor
Rural	0.15-0.25	0.65-0.80
Suburban	0.12-0.15	0.55-0.65
Urban: Radial Route	0.07-0.12	0.55-0.60
Circumferential Route	0.07-0.12	0.50-0.55

جدول (3-4): قيم K و D العامة

بما أن الطرق في فلسطين هي طرق من الدرجة الثالثة فإنه تم اعتماد السعة التصميمية للطريق تساوي 250 سيارة/ساعة ، حيث أن السعة التصميمية عبارة عن أقصى عدد من المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال ساعة تحت الظروف السائدة.

إن عدد المسارات المطلوبة لاستيعاب المركبات خلال العشرين سنة القادمة (N20) تعطى بالعلاقة رقم (10):

$$\text{السعة التصميمية} \leftarrow \text{مسرب لكل اتجاه} = N20 = \frac{138}{257} \dots\dots\dots (10)$$

إن العلاقة بين حجم المرور في الساعة التصميمية وأعلى معدل تدفق يسمى ب (peak hour factor) حيث يعطى بالعلاقة الموضحة في المعادلة رقم (11).

$$PHF = \frac{\text{hourly volume}}{\text{max. rate of flow}} \dots\dots\dots (11)$$

أن ساعة الذروة تكون في الفترة ( 1:00-12:00 ) عند أعلى عدد مركبات في الساعة .

لكل فترة 15-دقيقة , تصبح :-

$$PHF = \frac{v}{4 * v_{m15}} \dots\dots\dots (12)$$

$$(0.25 \leq PHF \leq 1)$$

$$PHF = \frac{137}{4*41} = 0.835$$

Time Interval	Volume for Time Interval (vehs)
12:00-12:15	29
12:15-12:30	41
12:30-12:45	35
12:45-1:00	32
12:00-1:00	$\Sigma=137$

جدول (4-4) حجم المرور لكل فترة 15 دقيقة بساعة الذروة

**السير الحالي والمستقبلي:**

إن حجم السير يزداد يوماً بعد يوم ، وعند التخطيط المستقبلي للطريق يجب أن يؤخذ حجم السير المستقبلي على الطريق أثناء التصميم ، تفادياً لحصول اختناقات مرورية مستقبلاً ، ولكي يفي الطريق بالغرض الذي صمم من أجله وهو استيعاب حجم السير الحالي والمستقبلي . لذلك يجب أخذ الأمور التالية بعين الاعتبار:

- السير الحالي: ويتم الحصول عليه بتعداد حجم السير على الطريق أو بتعداد حجم السير على الطرق المؤدية إلى الطريق المراد تصميمه.
- الزيادة الطبيعية في عدد المركبات (Peak Factor) الناتجة عن زيادة عدد السكان وزيادة استخدام المركبات. السير المتطور والناتج عن فتح وتحسين الطريق في المنطقة مما يؤدي إلى تطور الصناعة والسياحة في المنطقة إن جميع أنواع الزيادة في عدد المركبات كما ذكر يؤدي إلى مضاعفة حجم السير الحالي على الطريق على مدى 15 أو 20 عاماً.

**تركيب المرور :**

يتمثل تركيب المرور في تحديد نسبة عربات النقل و سيارات 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 ) .

**4-2-2 إشارات المرور المستخدمة:**

نظراً لأهمية تنظيم وتوحيد أساليب المرور في جميع دول العالم حتى يفهمها الناس جميعاً فقد اجتمعت الدول على توحيد وتنظيم علامات المرور وإشارات المرور عام 1949 م، والغرض منها وضع سياسة موحدة لهذه العلامات حتى يمكن لسائقي السيارات إتباعها في جميع أنحاء العالم. وقد أدخلت تحسينات على الاتفاقية دعت الأمم المتحدة خبراء النقل والمرور في الدول الأعضاء إلى الاجتماع وأسفر عنها الوصول إلى اتفاقية جديدة على ضوء ما يصحب النقل والمرور من تطوير وتقديم وزيادة في الحجم المروري. تستعمل الإشارات المرورية لتوصيل المعلومات للسائق والراجل وتتألف من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الاثنان معا بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق.

أنواع الإشارات:

- 1- إشارات المنع: وهي الإشارات التي تأمر السائق بالعمل بها وإلا يعرض لعقوبة القانون وتتميز باللون الأحمر، على سبيل المثال ممنوع المرور، وتكون مستديرة الشكل كما هي موضحة في الشكل (2-4).

الشكل (2-4) إشارات المنع المستخدمة في الطريق

			الإشارة
ممنوع الدخول	ممنوع تجاوز المركبات	ممنوع الدوران والرجوع للخلف	معنى الإشارة

- 2- إشارات التعليمات (التوجيه): مثل مكان وقوف، استراحة، وتكون مربعة أو مستطيلة الشكل.

- 3- إشارات إرشادية: يجب استعمالها على التقاطعات كما في المثال التالي: -



- 4- إشارات التحذير: كإشارة إنحدارحاد أو منعطف خطر وتكون هذه الإشارات مثلثة الشكل . والجدول التالي يبين بعض هذه الإشارات .

الشكل (3-4): بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق حسب وزارة المواصلات

						الإشارة
انعطاف إلى اليمين	انعطاف حاد نحو اليسار	احذر منعطف مزدوج يسار	أمامك ممر مشاة	أولاد على الشارع	مفترق طرق أمامك (تفرع T)	معنى الإشارة

5- إشارات الأوامر: على سبيل المثال (قف، هدئ السرعة، وغير ذلك) وتكون مستديرة الشكل أو مسدسه الشكل كما في المثال التالي:

الشكل (4-4): بعض إشارات الأوامر المستخدمة في الطريق

الإشارة	معنى الإشارة
	قف
	لا يجوز السير بسرعة تزيد عن السرعة المحددة في الشاخصة
	سرعة خاصة

6- إشارات الطوارئ: توضع إشارات مؤقتة عند وقوع حوادث أو تعطل سيارات أو وجود ضباب وهذه الإشارات تكون متنقلة ويؤمن لها إضاءة كافية من بطاريات خاصة.

❖ وسيتم استخدام إشارات المرور المناسبة للطريق ووضعها على المخططات.

#### مواصفات الإشارات:

يجب أن يكون للإشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها فالإشارة يجب أن تكون واضحة للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة كما يجب أن تكون الكتابة على الإشارة واضحة ومفهومة للسائق لكي يتصرف طبقاً للإشارة بدون أن ينصرف للانتباه عن الطريق.

❖ وحتى يتحقق ذلك لابد من الانتباه إلى الأمور الرئيسية التالية في الإشارة:

- أبعاد الإشارة:
- كلما كبرت الإشارة ضمن حدود معقولة، تحسنت رؤية السائق لها.
- تباين الألوان في الإشارة:
- من المهم جداً أن تكون الألوان في الإشارة متباينة لكي تكون مميزة بالنسبة للمنطقة المحيطة بها وكذلك كي تكون الكتابة أو أي رمز واضح ومميز بالنسبة للإشارة، ويتم الحفاظ على هذا العنصر باستخدام خصائص الألوان كأن تكون الكتابة على اللوحة فاتحة وخلفية اللوحة بلون غامق على أن تختلف أيضاً لون اللوحة عن البيئة المحيطة حتى تكون واضحة ( التباين باستعمال ألوان مختلفة ذات لمعان مختلف ).

- **الشكل:** يجب أن تكون الإشارات منتظمة الشكل تتناسب مع الهدف الذي وضعت من أجله.
- **الكتابة:** تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل منها نوع الكتابة وحجم الأحرف ، وسماكة الخط ، والفراغات بين الكلمات والأسطر ، وعرض الهامش ، ويجب أن نختار الكتابة التي تناسب ذلك.
- ❖ **والجدول (4-6)** يبين المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة: -

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

**الجدول (4-5)** المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة

#### علامات المرور (Traffic Marking):

يشمل علم الطرق هندسة الطرق وهندسة المرور. وعند تصميم الطرق وإنشائها وفتحها للسيارات لا بد من وجود أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لتضمن حسن الأداء ولتجنب وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشأت من أجله الطريق وعلم المرور يتطرق إلى أمور عدة كالاتجاهات والمسارب والتقاطعات والانعطاف إلى اليمين أو اليسار والمسافات والوقوف وغير ذلك، وهذه الأمور لا تقل أهمية عن الطريق نفسه ولذلك يجب تنفيذها عند فتح الطريق.

#### أهداف علامات المرور:

إن علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة أو متقطعة ، مفردة أو مزدوجة ، يمكن أن تحمل اللون الأبيض أو الأسود أو الأصفر ، كما يمكن أن تكون أسهما أو كتابة كلمات.

#### ❖ والهدف من وراء وضع هذه العلامات هو:-

1. تحديد المسارب وتقسيمها.
2. فصل السير الذاهب عن القادم.
3. منع التجاوز في المناطق الخطرة.
4. منع الوقوف في المناطق التي لا يجوز فيها ذلك.
5. تحديد أماكن عبور المشاة.
6. تحديد أولوية المرور على التقاطعات.
7. تحديد مواقف السيارات.
8. تعيين الاتجاهات بالأسهم لتحديد الأماكن التي يتجه إليها السائق.
9. تحديد جانبي الطريق.

#### الشروط الواجب توفرها في العلامات:

- إن علامات المرور تنتظم حركة السير للسائق والمشاة وتنقل التعليمات لهم، هذا ويراعى في هذه العلامات ما يلي:
1. أن يتمكن السائق من رؤيتها في كافة الظروف سواء كانت ليلاً أو نهاراً
  2. أن تكون فيها الألوان منسجمة مع بعضها البعض وملفتة للانتباه.
  3. أن تخدم الطريق أطول فترة ممكنة وتكون من مواد جيدة مقاومة للعوامل البيئية.
  4. أن يتمكن كافة مستخدميها من فهمها مع اختلاف مستواهم العلمي "سهولة الفهم".
  5. أن تكون هذه العلامات مرئية وواضحة من مسافة كافية حتى تحمي مستخدميها.

**أنواع علامات المرور في الطريق:****• الخطوط:**

تكون الخطوط بعرض 10cm ، وهي إما متصلة أو متقطعة ، حيث أن المتقطعة تستخدم لفصل المسارب وفصل السير في الاتجاهين ، أما المتصلة تستخدم لفصل السير ومنع التجاوز في آن واحد . على سبيل المثال: إذا كان التجاوز خطراً على السير الذاهب ، يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب ، والمتقطع من جهة السير القادم. توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة ، كما توضع خطوط صفراء متقطعة في المناطق التي يحظر فيها على السيارات المرور فوقها حيث تقوم هذه الخطوط مقام الجزر أو قد تكون موضوعة على أماكن متغيرة المستوى كالموجودة لشد انتباه السائق على المطبان خوفاً من المفاجئة .

**• الكلمات:**

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف أو اتجه يمينا وغير ذلك . ويجب أن تكون الكلمة كبيرة ليتسنى قراءتها ، وألا تزيد عن كلمة أو كلمتين حتى لا يفقد السائق السيطرة على المركبة نتيجة انتباهه لقراءة اللافتة ، كما يجب أن تكون الأحرف مناسبة لموقع السائق.

**• الأسهم:**

قد تستعمل الأسهم بدلا من الكلمات أو مع الكلمات كسهم يتجه رأسه لليمين مع كلمة اتجه لليمين ، ويمكن أن تستعمل بدلا من الكلمات .

**• اللون:**

يستعمل اللون الأبيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الأصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات ، إلا أنه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الطريق .

**• المواد العاكسة:**

تستعمل بعض المواد التي تساعد على انعكاس الضوء خاصة في أيام الضباب ، حيث يوضع مع الدهان بلورات زجاجية خاصة ، ويمكن الاستفادة من بعض أنواع الركام وخاصة على الأكتاف لتأمين لون مخالف للون مسرب الطريق ، وهذا ضروري في الليل لكي يبين حدود المسرب.

**3-2-4 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 مقياساً 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 بناء على درجة الطريق المخططة و طبيعة التضاريس و حجم المرور و الاعتبارات الاقتصادية، و الجدول التالي يبين السرعة التصميمية للطرق الحضرية :

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
طريق سريع (Expressway)	90	120

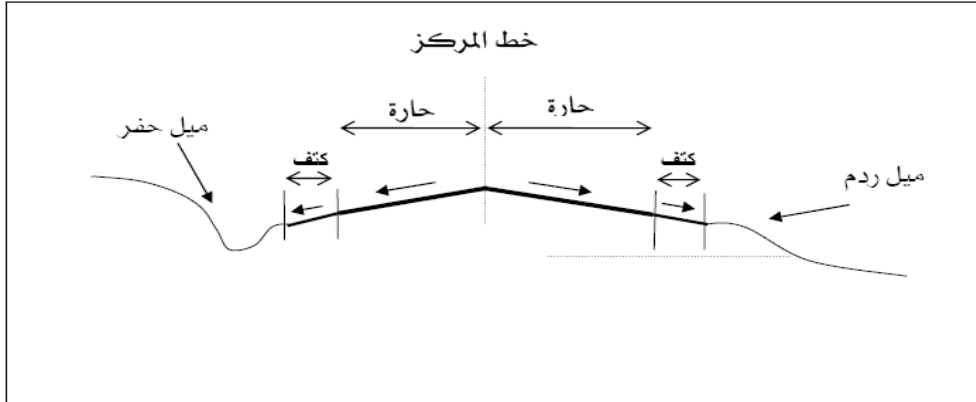
جدول (6-4) السرعة التصميمية للطرق الحضرية

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 بناء 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.

#### 4-2-4 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 نسبياً مقارنة مع الطرق التي يمر عليها قليل من المركبات عند سرعات صغيرة ، ففي الحالة الأولى يجب الاهتمام بأكتاف الطريق و عمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي المرور مع تخصيص مسارات إضافية عند مناطق الدوران.

شكل (5-4) مقطع عرضي لطريق من حارتين



#### 5-2-4 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 (3m) في جميع الأحوال. و في حالة الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض الحارة (3.75m) 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 ل سرعة 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.
- وفي مشروعاتنا تم اعتماد عرض المسرب الواحد (4m) ، وذلك لان 4m هي عرض كافي لسير المركبات بحرية تامة وبدون اعاقاة .

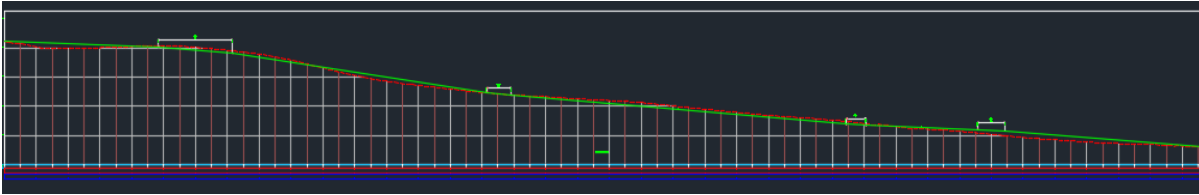
**6-2-4 الميول العرضية :**

إن الميول العرضية يتم عملها للطريق من أجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق و قد يعمل هذا الميل منتظماً أو منحنيًا على هيئة قطع مكافئ، و في حالة وجود جزر وسطى فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كان من حارتين منفصلتين. تم اعتماد ميول جانبية بمقدار 2% وذلك لتصريف مياه الأمطار .

**7-2-4 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 (0.5m) على الأقل، و في المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكنتف الطريق أعلى من منسوب الصخر بـ (0.3m) على الأقل، و هذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري غير الضروري، و يعتبر الميل (0.25%) هو اقل ميل لصرف الأمطار في الاتجاه الطولي للطريق، و الشكل التالي يوضح الميول الطولية للطريق.

شكل (6-4) الميول الطولية

**8-2-4 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 الكنتف بين (1.25-3.6m) للطرق السريعة و ( 2.5-3.6m ) 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 اسفلتية و يختلف نوع سطحها حسب سطح الطريق الرئيسي.

شكل (7-4) كتف الطريق



## فوائد الأكتاف للطريق:-

1. تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ .
2. شعور السائق بالأمان و حماية السيارات عندما تنجح 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

**9-2-4 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 لتحديد الرصف الخاص للمشاة.

شكل (8-4) الأطاريف



أما أنواعها هي:

1- الأطاريف الحاجزة: هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبيا وهي مصممة لمنع المركبات من الخروج عن الرصف ، ويكون ارتفاعها (15-23) cm ، وتستخدم في الطرق التي تكون سرعة المركبات فيها قليلة لحماية المشاة ومنع اصطدام المركبات بالمنشآت المجاورة للشارع في حال خروجها عن مسارها.

2- الأتاريف الغاطسة: وهي مصممة بحيث يسهل على المركبات تجاوزها دون ارتجاج أو إخلال بالقيادة ، ويكون ارتفاعها (10-15)cm وميل الوجه 1:1 أو 1:2 ، وتستخدم في الغالب في الجزر الوسطية وفي التقسيم القنواطي في التقاطعات.

#### 4-2-10 الأرصفة :

تتم أهمية هذا البند في المدن وفي بعض المناطق التي تكون فيها الإضاءة الخافتة وسرعة المركبات قد تتسبب بأذى للمشاة. وتنبع أهمية الأرصفة في توفير الأمان لأحد مستخدمي الطريق (المشاة) ، حيث تزداد الحاجة لها بالقرب من المدارس والمستشفيات والأسواق والأماكن العامة، ويتراوح عرض الرصيف (1.5-3m) و يتوقف ذلك على عدة أمور منها توفر المساحة على جانبي الطريق و وجود أشجار مزروعة على الأرصفة وتم اختيار رصيف للمشاه بعرض 1.5m على جانبي الطريق .

شكل (4-9) الأرصفة



**11-2-4 الجزر الفاصلة :**

يتم عمل الجزر الفاصلة لفصل الحركة بالاتجاه المعاكس وذلك لتقليل الأخطار وإمكانية حصول الحوادث ، وتقليل تأثير الضوء المنبعث من الاتجاه الآخر ليلاً. ومن الواضح أن معظم الطرق في أيامنا هذه تحتوي على جزر فاصلة ، ويكون عرضها متر فما أكثره ولكن عرض الشارع لا يسمح باستخدام مثل هذا النوع في مشروعنا.

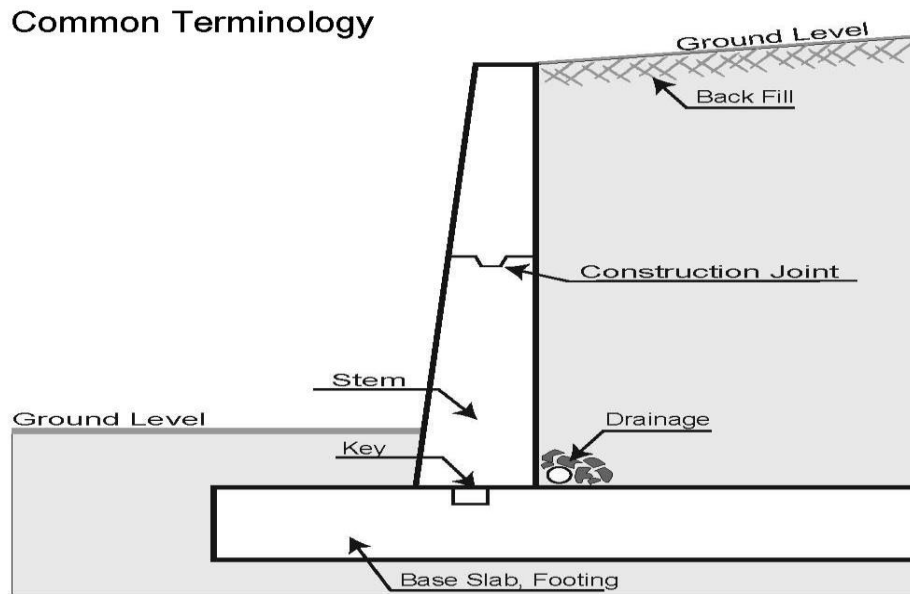
شكل (10-4) الجزر الفاصلة



**12-2-4 الجدر الاستنادية :**

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

شكل (11-4) الجدران الاستنادية



**3-4 المنحنيات :**

في الوضع الطبيعي يجب أن تكون الطريق مستقيمة قدر الإمكان والابتعاد عن المنحنيات ، لكن هذا الأمر واقعا 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

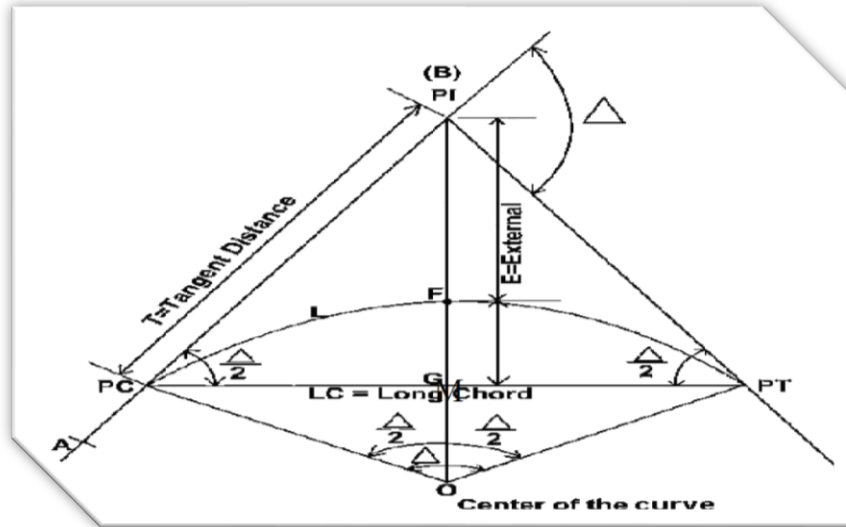
**1-3-4 المنحنيات الأفقية :**

هي تلك المنحنيات التي تقوم بربط ووصل الأجزاء المستقيمة مع بعضها البعض بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة والتي تتسبب بمشاكل على الطريق ، ويجب تحديد بدايتها ونهايتها وأطوالها وزواياها ونقاط التقاطع فيها ، أما بالنسبة لأنواع المنحنيات الأفقية فهي :

**(1) المنحنى الدائري البسيط:**

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط

شكل (12-4) عناصر المنحنى الدائري البسيط



- PI: نقطة تقاطع المماسين.
  - $\Delta$ : 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 وتسمى سهم القوس.
  - O: مركز المنحنى.
- أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2} \dots\dots\dots 3.1$$

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

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

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

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

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب (AASHTO 2004):

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

جدول (7-4) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق

أما الحد الأدنى لأنصاف الأقطار فهي:

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

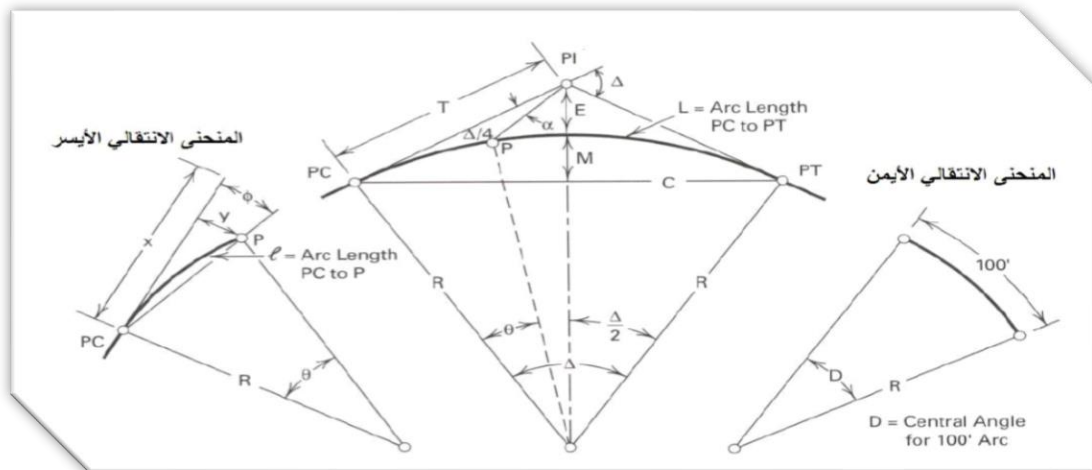
جدول (8-4) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحني

## 2) المنحني الانتقالي:

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

$$L = \left( \frac{V^3}{a \cdot R} \right) \dots \dots \dots 3.6$$

بشكل (4-13) المنحني الانتقالي



### 2-3-4 المنحنيات الرأسية :

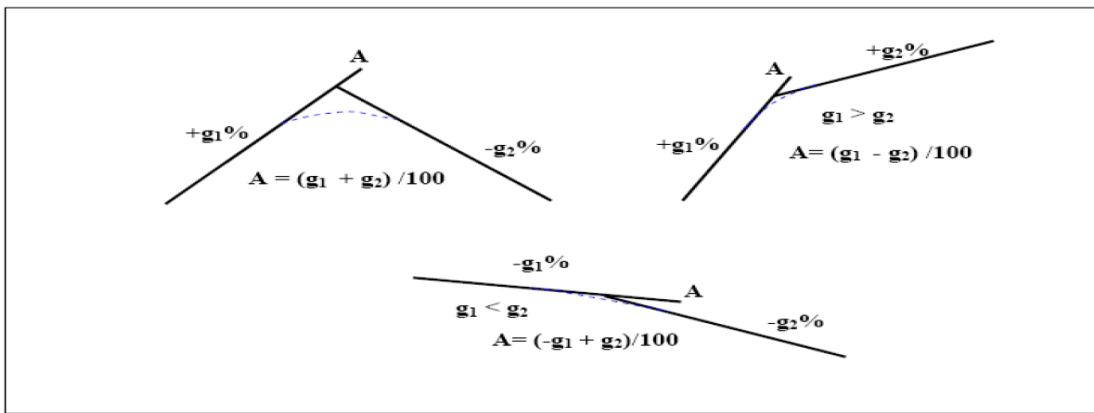
هي تلك المنحنيات التي من خلالها يتم الانتقال من منسوب إلى منسوب آخر ، حيث يتم تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية والميل الجديد المطلوب إنشاءه ، وعند عمل وإنشاء المنحنى الرأسي يجب مراعاة تحقيق هذه الشروط:

1- تحقيق شرط الرؤية ، بحيث يستطيع السائق رؤية السيارات أو العوائق التي أمامه.

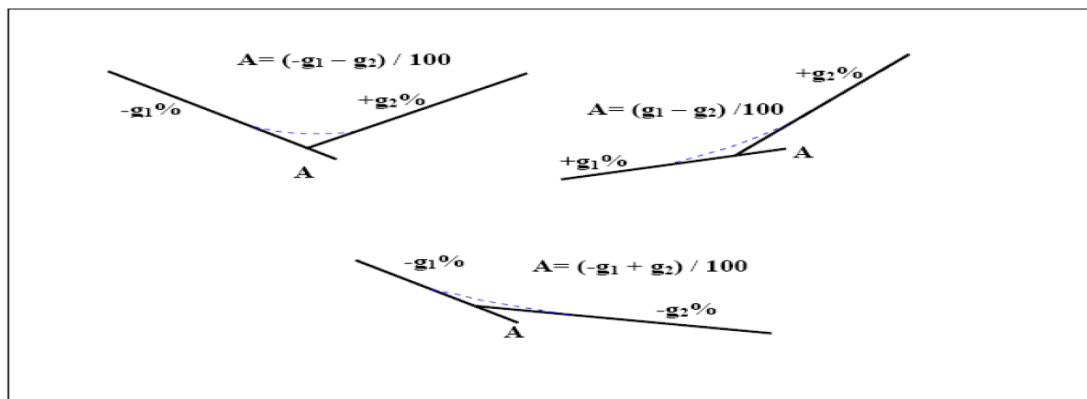
2- أن يكون تدريجياً وسهلاً.

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

شكل (14-4) المنحنى الرأسي المحدب

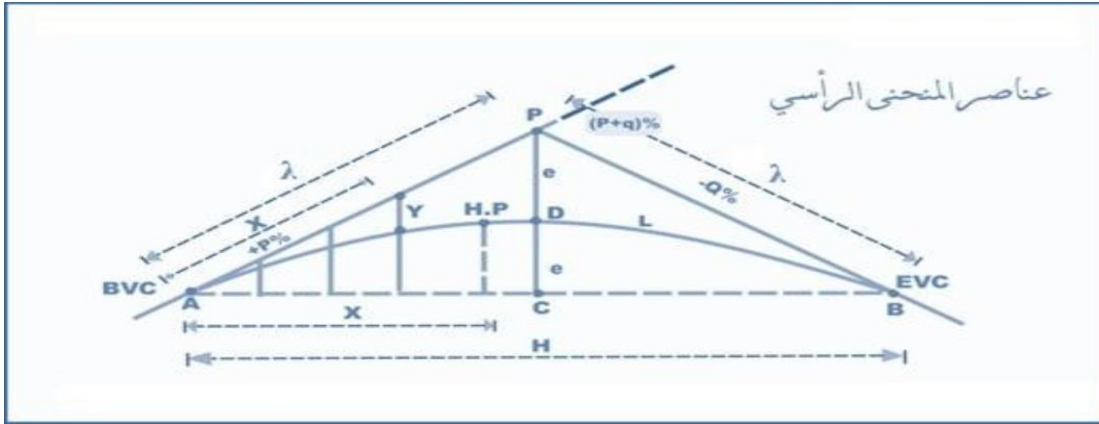


شكل (15-4) المنحنى الرأسي المقعرج



أما بالنسبة لأجزاء وعناصر المنحنى الرأسي:

شكل (4-16) عناصر المنحنى الرأسي



- BVC: بداية المنحنى الرأسي.
- q ، -p : 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  $l_2$

$$L = l_1 + l_2 \dots \dots \dots 3.7$$

2- الخط الرأسي المار من نقطة تقاطع المماسين ينصف الوتر AB ويكون PD ، بحيث أن  $PD = e = DC$  ، حيث

C نقطة منتصف الوتر و D نقطة تقاطع الخط الرأسي من المنحنى وهذه النقطة أعلى أو أخفض نقطة في المنحنى في حالة المنحنيات المتناظرة.

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

$$AB = H = 2 * l = L \dots \dots \dots 3.8$$

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):

$$y = ax^2 \dots\dots\dots 3.9$$

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين:

$$a = \frac{p+q}{400} x^2 \dots\dots\dots 3.10$$

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد:

$$a = \frac{p-q}{400} x^2 \dots\dots\dots 3.11$$

أما بدلالة e :

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين:

$$e = \frac{p+q}{400} l \dots\dots\dots 3.12$$

عندما يكون المماس في اتجاه واحد:

$$e = \frac{p-q}{400} l \dots\dots\dots 3.13$$

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

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

جدول (9-4) قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية

$$K = \frac{\text{length}}{|p - q|} \dots \dots \dots 3.15$$

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

#### 4-4 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 المياه فوق سطح الطريق يشكل خطرا كبيرا سواء على حياة الناس (حيث يؤدي إلى حوادث بسبب عدم السيطرة على السيارات) أو على بنية الطريق (حيث إن بقاء الماء على سطح طريق يؤدي إلى تفكك جزيئات الإسفلت وتصبح سهلة الاقتلاع ومع مرور المركبات فوق هذا السطح سيؤدي ذلك إلى اقتلاع الإسفلت وتعمل التربة على امتصاص الماء الأمر الذي يؤدي إلى اضعاف التربة وهي التي تشكل طبقة الأساس للأسفلت حيث إن التربة تكون قوية جدا وهي جافة وضعيفة وهي رطبة. الأمر الذي يؤدي إلى دمار طبقة الأساس وبالتالي انهيار الشارع والذي يصبح غير صالح للاستعمال). وبذلك تظهر أهمية تصريف المياه في المحافظة على حياة الناس وبنية الطريق واستمراريته لمدة أطول. وفي هذا المشروع سوف يتم تصريف المياه من خلال وضع عبارة لتصريف المياه عن الطريق.

**5-4 عوامل التصميم (Design Factors):****أ- الحجم 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 بازياد 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 90cm 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 الخامس

## 5

## التصميم الإنشائي للطريق و الفحوصات المخبرية

1-5 مقدمة .

2-5 الانواع الرئيسية للرصف.

1- 2- 5 الرصف الصلب.

2- 2- 5 الرصف المرن.

3- 2- 5 الرصف المركب.

3-5 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة .

1-3-5 تجربة بروكتور المعدلة (Modify proctor Test) .

2-3-5نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio) .

4-5تصميم الرصفة المرنة.

1-4-5حساب قيمة (ESAL)Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load.

1-1-4-5الحمل المكافئ لمحور مفرد.

2-1-4-5معامل حمل المحور المكافئ.

2-4-5حساب سماكة طبقات الرصف.

**1-5 مقدمة:-**

تعتبر عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سمكات طبقات الرصف ومكوناتها ومواصفاتها حتى تتمكن من تحمل أوزان المركبات التي تسير على هذه الطرق ويوجد ثلاثة أنواع رئيسية للرصف وهي الرصف المرن والرصف الصلب والرصف المركب.

**2-5 الأنواع الرئيسية للرصف:**

يوجد ثلاثة أنواع رئيسية للرصف المستعمل في الطرق وهما الرصف الصلب أو القاسي (Rigid Pavement) والرصف المركب ( Composite Pavement, والرصف المرن. (Flexible Pavement).

**1- 2- 5 الرصف الصلب.**

يتم وضع بلاطة خرسانية توضع فوق طبقة الأساس, يتراوح سمكها بين ( 15-30) سننيمترات ,وقد تكون هذه الطبقة مسلحة أو غير مسلحة حسب الأحجام المرورية ونسبة الشاحنات الثقيلة وممكن أن يتم صبها بشكل كامل أو جزئي على شكل قطع بحيث يكون طول كل قطعة ما بين (20-50) متر للخرسانة الغير مسلحة وقد يصل هذا الطول إلى300 متر للخرسانة المسلحة وذلك حسب طبيعة الطريق وينتشر هذا النوع من الرصف في المناطق الباردة (أوروبا وأمريكا الشمالية وروسيا) حيث تقاوم الفواصل الموجودة بين بلاطات الرصف التغيرات الحرارية الكبيرة بين الصيف والشتاء وكذلك بين الليل والنهار وتعتبر صلابة البلاطة الخرسانية العامل الأهم في التصميم ومن الضروري عمل طبقة أساس في حالة الرصف الصلب وذلك بسبب:

- التحكم بتسرب الأتربة والمياه الجوفية وذلك من خلال الفواصل الموجودة في البلاطة الخرسانية.
- التحكم في تأثير الصقيع في البلاد الباردة .
- تحسين تصريف مياه الامطار.
- تقليل حدوث الانكماش ( Shrinkage ) والانتفاخ (Swell).
- تسريع عملية الانشاء.

**2- 2- 5 الرصف المرن.**

ويتكون من مجموعة من الطبقات وهي:

- طبقة التربة الأصلية (Sub grad).
- طبقة ما تحت الأساس. (Sub base course) .
- طبقة الأساس ( Base course) .
- الطبقة الإسفلتية أو السطحية.(Surface course).

تتكون الطبقة السطحية من البيتومين وطبقة الأساس من الحصى المكسر والخائض الحصوية الرملية وينتقل تأثير الأحمال المرورية من خلال هذه الطبقات إلى التربة الطبيعية التي يفترض أن تكون قدرتها على التحمل عالية نسبيا بحيث يتم دمكها بشكل جيد وذلك لتحسين مواصفاتها ( Compacted sub grade ) وهذا النوع من الرصف تم استخدامه في مشروعنا.

## طبقات الرصف المرن:

1- طبقة التربة الأصلية (Sub grade): وهي طبقة الأرض الطبيعية التي يتم وضع طبقات الرصف عليها بعد تهيئتها وتسويتها. وتعتبر التربة الأصلية الأساس الحقيقي لجسم الطريق التي تتركز عليها جميع طبقات الرصف.

2- طبقة ما تحت الأساس (Sub base course) : وهي الطبقة التي تفرض مباشرة فوق السطح الترابي وتتألف من الحصى أو من الحصى المكسر المدكوك أو من الرمل الترابي وقد يكون السطح الترابي قويا أو ممكن أن يكون من تربة غير مستقرة تثبت بواسطة بعض مواد التثبيت ثم توضع وتفرش عليها طبقة ما تحت الأساس ويكمن الهدف من هذه الطبقة فيما يلي.

- عدم تأثر طبقة السطح الترابي بأي مؤثرات كالمياه والرطوبة والثلج... من الوصول الى السطح الترابي الذي قد يؤدي الى خرابه .
- توزيع الاحمال التي يتعرض لها سطح الطريق.
- تهيئة السطح لاستقبال الطبقات العلوية من الطريق.
- لتوفير في تكاليف مواد الرصف حيث ان المواد المستخدمة في طبقات تحت الاساس هي اقل جودة وارخص ثمنها من المواد التي تلوها .
- تمنع امتزاج مواد السطح الترابية مع طبقة الاساس.
- تعطي قوة اكبر للسطح الترابي بعد دحله جيدا .
- المواد المستخدمة في هذه الطبقة تكون رديئة للتوصيل بشكل عام .

ويجب أن تتوفر فيها المواصفات التالية:

1. أن تكون نسبة المواد الناعمة والمواد اللينة فيها قليلة.
2. ان تحتوي على تدرج حبيبي مناسب بحيث تبقى مستقرة
3. أن لا تتجاوز نسبة التآكل لحبيباتها 50% .
4. أن لا يتجاوز حد الميوعة 25% ومعامل اللدونة 6%.

## 3- طبقة الاساس (Base course).

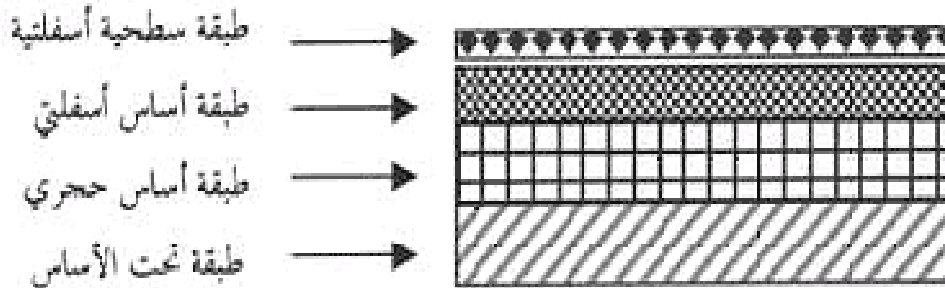
وهي الطبقة التي توضع فوق طبقة ما تحت الأساس أو على السطح الترابي مباشرة في حال كونه صلبا، وتقوم هذه الطبقة بتحمل وتوزيع الأحمال على الطبقات الأدنى منها ويعتمد هذا على نوع المواد المستعملة المكونة من الحصى أو الدبش المكسر أو مخلطات الأفران المكسرة (حصمة صناعية) مع وجود مادة الرمل أو مجموعة متنوعة من المواد بدون تثبيت أو مع تثبيت ب مواد مثبتة خاصة مثل الجير حيث أن الأساس يفرض على طبقة واحدة أو مجموعة من الطبقات حسب تصميم الطريق وتكون المواد الأقل جودة في الأسفل والأكثر جودة في الأعلى.

#### 4- الطبقة الإسفلتية أو السطحية (Surface course).

وهي عبارة عن خليط من الحصى والإسفلت السائل توضع فوق طبقة الأساس وتتكون من طبقة واحدة أو أكثر من الخلطات الإسفلتية الساخنة وتصمم هذه الخلطات حسب معايير معينه تأخذ بعين الاعتبار قوة الخلطة وثباتها ونسبه الفراغات فيها وتدرج الحصى المستعملة (تفضل التدرج الكثيف المحتوى على حبيبات ذات حجم أقصى مقداره 25ملم بالإضافة لتدرجات أخرى في خلطات الإسفلت الرملي) ويجب أن تتناسب مواد الرصفة مع متطلبات التصميم مثلا مقاومتها للتشققات المساحية وأيضا يجب أن تكون مقاومة للتشوه الثابت الناتج عن زيادة الأحمال المرورية، وتفرش الطبقة الإسفلتية بحيث يكون وجه تأسيسي (Prime coat) ووجه لاصق (Tack Coat) وذلك من أجل زيادة التثبيت ومقاومه تأثير الحت والبري والاهتراء وتأمين مقاومة التزحلق الكافية والثابتة للربط بين السطح والأساس ولمساعدته كطبقة إنشائية واحده في توزيع الأحمال.

والشكل التالي يبين طبقات الرصف المرن:

الشكل (1-5) طبقات الرصفة المرنة.



#### 5- 2- 3 الرصف المركب (Composite Pavement).

يحتوي هذا النوع من الرصفات على طبقات إسفلتية وخرسانية وتكون الطبقة الإسفلتية فوق البلاطة الخرسانية كطبقة إكساء (Overlay) بغية إعادة تأهيل أو إصلاح الرصفة وتستخدم الرصفات المركبة عند إعادة الإنشاء لمقاومة الحمولات المرورية العالية في الطرق الاستراتيجية.

**3-5 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة .**

قمنا بأجراء هذه التجارب في مختبر التربة في جامعة بوليتكنك فلسطين وتتضمن التجارب التالي:

**1-3-5 تجربة بروكتور المعدلة (Modify proctor Test) :**

إن كثافة التربة تعتبر دليلا لأغلب صفاتها , ومن أجل تحسين خصائص التربة يجب زيادة كثافتها وتثبيتها بعملية الرص بالراتر المختلفة، ونسبة الماء الموجودة في التربة أثناء رصها لها تأثير كبير على الكثافة المطلوبة حيث وجد انه بزيادة نسبة الماء في التربة الجافة تدريجيا و رصها فإن الكثافة تزداد تدريجيا حتى تصل إلى نقطة تبدأ بعدها الكثافة بالنقصان عند زيادة كمية الماء وتسمى الكثافة عند هذه النقطة بالكثافة العظمى (Maximum Density) ونسبة الماء التي تعطي هذه الكثافة تسمى نسبة الماء المثالية (Optimum Moisture Content) حيث أنه في هذه التجربة تكون التربة خالية تماما من الهواء ومشبعة بالماء وبالتالي فإن الهدف الرئيسي من هذه التجربة هو تحديد نسبة الكثافة القصوى الجافة (d) ونسبة الماء المثالية (OM) .

قمنا بإجراء هذه التجربة مرتين مرة على طبقة (Sub grade) ومرة على طبقة (Base Course) وأثناء إجراء التجربة قمنا باستخدام الأدوات التالية:

1. قالب بروكتور المعدل مع الغطاء المتحرك.

2. مطرقة بروكتور المعدلة والتي يساوي وزنها ( 10 ) باوند ويتم إسقاط هذه المطرقة عن ارتفاع 18 إنش.

3. وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء ومسطرة.

4. منخل رقم 4 و 3/4".

5. جففات صغيرة.

6. ميزان وفرن للتجفيف.

وتم عمل هذه التجربة بناء على المواصفات الفنية (ASTMD-698-78.....AASHTOT-99) باستخدام الخطوات التالية:

1. تجهز حوالي 5 كيلو غرام من التربة المارة من منخل رقم 4 والي يتم تحديد نسبة الرطوبة الطبيعية لها , ثم يضاف لها

الماء للحصول على محتوى مائي (4% ) ثم نخلط التربة جيدا.

2. نقوم بقياس وزن قالب الدمك مع القاعدة.

3. نقوم بدمك التربة على خمس طبقات, وندمك كل طبقة 10 ضربة وأثناء تجهيز الطبقات نقوم بتشير سطح كل طبقة

باستخدام المسطرة الحديدية وذلك حتى تتماسك الطبقات مع بعضها البعض.

4. افصل الحلقة عن القالب وباستخدام المسطرة أزل التربة الزائدة لتساوي مع سطح القالب ، وفي حالة وجود فجوات

أضف مواد ناعمة أو خشنة لملء الفراغات.

5. نقيس وزن القالب القياسي مع القاعدة والتربة المدموكة.

6. نفصل القاعدة ثم أستخرج عينة التربة.

7. نأخذ عينة من التربة المدكوكة من أسفل ووسط وأعلى القالب (حوالي 100 غرام) لتحديد المحتوى المائي.
8. أمزج التربة مع التربة المتبقية وأضف % 2 من الماء وأخلطها جيدا".
9. أكرر الخطوات من (4-8) عدة مرات حتى الأخط أن وزن القالب مع القاعدة والتربة بدأ يقل رغم زيادة الماء ثم أسجل بعدها محاولتين.
10. بعد حساب الكثافة الجافة للتربة نقوم برسم منحنى العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى المائي على رسم بياني والكثافة الجافة القصوى تمثل أعلى نقطة من المنحنى ويمثل المحتوى المائي لهذه النقطة المحتوى الرطوبة الأمثل.

وتضمنت هذه التجربة القوانين والحسابات التالية:

$$W_c = \text{نسبة الماء}$$

$$\checkmark \text{وزن القالب فارغ} = 7747 \text{ غرام.}$$

$$\checkmark \text{نسبة الماء} = \frac{\text{وزن الماء}}$$

وزن العينة الجافة

$$\checkmark \text{الكثافة الرطبة} = \frac{\text{وزن العينة الرطبة}}$$

حجم القالب

$$\checkmark \text{الكثافة الجافة} = \frac{\text{الكثافة الرطبة}}$$

$$1 + (\text{نسبة الماء}/100)$$

$$\checkmark \text{وزن الماء} = (\text{وزن العينة الرطبة مع القالب} - \text{وزن العينة الجافة مع القالب}).$$

$$\checkmark \text{وزن العينة الجافة} = (\text{وزن العينة الجافة مع القالب} - \text{وزن القالب}).$$

$$\checkmark \text{قطر القالب} = 15.2 \text{ cm.}$$

$$\checkmark \text{ارتفاع القالب} = 11.58 \text{ cm.}$$

$$\checkmark \text{حجم القالب} = (\text{نصف القطر})^2 * \pi * \text{الارتفاع وبالتالي فإن حجم القالب يساوي}$$

$$= 11.58 * \pi * 2^{(7.6)} = 2101.28 \text{ cm}$$

✓ تجربة بروكتور المعدلة عند 11 ضربة للبيزكورس

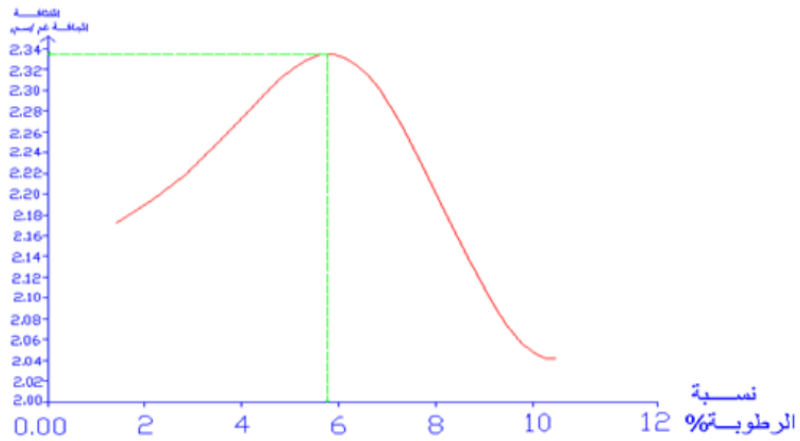
وزن العينة + القالب (غم)	وزن العينة رطبة (غم)	وزن القالب (غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم <sup>3</sup> )
12396	4550	2101.28	2.213
12556	4810	2101.28	2.289
12930	5184	2101.28	2.467
12558	4812	2101.28	2.29
12495	4749	2101.28	2.26

جدول ( 1-5 ) الكثافة الرطبة لعينة base course .

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة والتربة الرطبة (غم)	وزن الجفنة +التربة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	وزن الكثافة الرطبة (غم/سم <sup>3</sup> )	وزن التربة الجافة	نسبة الرطوبة Wc	الكثافة الجافة (غم/سم <sup>3</sup> )
1	B-5	31.23	228.37	224.96	3.41	2.213	193.73	1.76	2.17
2	B-6	31.65	285.9	278.25	7.65	2.289	246.6	3.1	2.22
3	A-6	31.2	280.73	267.14	13.59	2.467	235.94	5.76	2.33
4	D-13	31.78	269.26	248.73	20.53	2.29	216.95	9.46	2.09
5	E-13	30.77	328.65	299.95	28.7	2.26	269.18	10.66	2.04

جدول (2-5)الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينةBase course.

الشكل (2-5) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة (base course).



ومن الشكل السابق يتبين أن نسبة الرطوبة المثالية = 5.76%  
 ✓ تجربة بروكتور المعدلة عند 11 ضربة لعينة Sub grad:

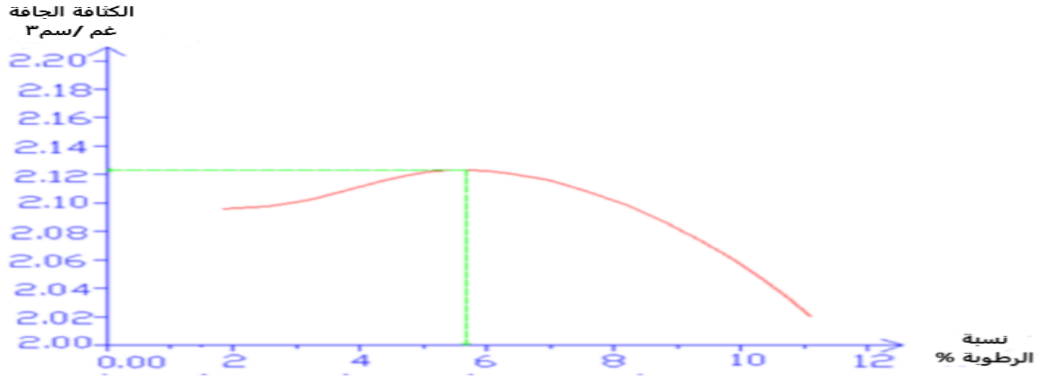
الكثافة الرطبة (غم/سم <sup>3</sup> )	وزن القالب (غم)	وزن العينة رطبة (غم)	وزن العينة + القالب (غم)
2.149	2101.28	4516	<b>12262</b>
2.18	2101.28	4581	<b>12327</b>
2.24	2101.28	4707	<b>12453</b>
2.267	2101.28	4764	<b>12510</b>
2.259	2101.28	4747	<b>12493</b>

جدول (3-5) الكثافة الرطبة لعينة (sub grade course).

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة والتربة الرطبة (غم)	وزن الجفنة +التربة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	وزن الرطبة (غم/سم <sup>3</sup> )	وزن التربة الجافة	نسبة الرطوبة Wc	الكثافة الجافة (غم/سم <sup>3</sup> )
1	B-5	31.23	240.97	235.69	5.24	2.15	204.46	2.56	2.10
2	B-6	31.65	277.65	268.86	8.79	2.18	237.21	3.71	2.10
3	A-6	31.2	292.21	278.21	14.00	2.24	247.01	5.67	2.12
4	D-13	31.78	299.27	271.65	27.62	2.28	239.87	11.52	2.03
5	E-13	30.77	335.87	303.53	32.34	2.26	272.76	11.86	2.02

جدول (4-5)الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة(sub grade course) .

الشكل (3-5) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(sub grade course) .



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

وهو عبارة عن قياس الحمل اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة معينة في عينة التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة، وحساب نسبة هذا الحمل أو الضغط إلى الحمل أو الضغط القياسي عند الغرز للإبرة مقدار 2.5 ملم أو 5 ملم ويعطي هذا الاختبار معلومات عن مدى انتفاخ التربة ومقدار القوة المفقودة للتربة عندما تكون التربة مشبعة بالماء ، كما تعطي نسبة التحمل لكاليفورنيا تصوراً عن تصرف التربة تحت الإسفلت (مواد الأساس) ، ويمكن عمل الاختبار في الحقل أو المعمل، ويوضح الجدول التالي بعض القيم لنسبة التحمل.

ويوضح الجدول التالي بعض قيم نسبة تحمل كاليفورنيا بناء على النظام الموحد (USC) ونظام الاشتو (AASHTO):

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

جدول رقم (5-5) يوضح بعض قيم نسبة التحمل (CBR).

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

الطبقة	نسبة تحمل كاليفورنيا (%)
طبقة التأسيس (Sub grade)	8 كحد أدنى
أساس مساعد (Sub –base course)	40 كحد أدنى
أساس (Base course)	80 كحد أدنى

جدول (5-6) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن .

وتستخدم القيم القياسية الموضحة في الجدول التالي لحساب نسبة التحمل:

وحدة الوزن القياسية (ميغا باسكال)	مقدار الاختراق (مم)
6.9	2.5
10.3	5.00
13.00	7.5
16.00	10
18.00	12.7

جدول (5-7) حساب نسبة التحمل (CBR).

والشكل التالي يبين الجهاز المستخدم في إجراء هذه التجربة:

شكل (5-4) الجهاز المستخدم في تجربة (CBR).



لقد تم إجراء الاختبار بناء على المواصفات الفنية (ASTM D – 1883 - 87) و (AASHTO T – 193- 81) وباستخدام الأدوات التالية:

- 1- قالب الدمك الأسطواني (Mold) المستخدم في اختبار الدمك المعدل.
- 2- حلقة Collar وقاعدة Base plate.
- 3- مطرقة الدك Rammer اليدوية.
- 4- آلة قياس الضغط مثبت عليها إبرة الاختراق.
- 5- ميزان وفرن تجفيف.

تم عمل الاختبار بناء على الطريقة التالية:

- 1- تجهز حوالي 1 كيلو غرام من التربة المارة من منخل رقم 4 ونخلطها جيداً مع كمية الماء المناسبة تبعاً للمحتوى المائي المطلوب.
- 2- نأخذ عينات من التربة لتحديد المحتوى المائي.
- 3- نحسب وزن القالب الاسطواني (Mold) بدون الحلقة والقاعدة.
- 4- نربط القاعدة والحلقة المعدنية والأسطوانة مع القالب ثم نضع ورقة الترشيح.
- 5- ندمك التربة حسب طريقة الدمك المعدلة التي تم إجراؤها في اختبار الدمك المعدل السابق.
- 6- نفصل الحلقة المعدنية عن القالب الاسطواني ثم نزل التربة الزائدة ليتساوى سطح التربة مع سطح القالب وفي حالة وجود فجوات نضيف تربة لسدها من نفس التربة.
- 7- نفصل القاعدة والاسطوانة ثم نحسب وزن القالب الأسطواني مع التربة ، ومنه نحدد وزن وكثافة التربة.
- 8- نضع ورقة ترشيح على القاعدة ثم أقلب العينة وأربط القالب مع القاعدة.
- 9- نضع العينة في آلة قياس الضغط ثم نضع أوزاناً لا تزيد عن 4.1 كيلو جرام ونصفر مؤشر الضغط وكذلك مؤشر الاختراق.
- 10- نقوم بزيادة قيمة الضغط والاختراق للعينة.
- 11- بعد انتهاء الاختبار نستخرج عينة التربة ثم نأخذ عينات من الثلث الأول والوسط والأخير لتحديد المحتوى المائي للتربة المدموكة.
- 12- نرسم منحنى الضغط (كيلو باسكال) مع الاختراق (ملم) ثم نسجل مقدار الاختراق عند 2.5 ملم و 5 ملم ثم نحدد قيمة التحمل باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)} = \frac{\text{مقدار الضغط في الاختبار}}{100\%} *$$

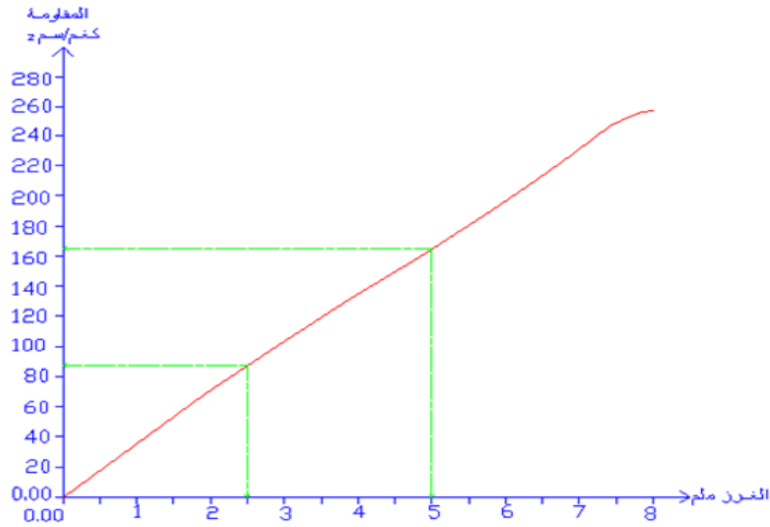
مقدار الضغط القياسي

✓ الجداول والأشكال التالية تم الحصول عليها بعد إجراء التجربة:

المقاومة بعد تعديل المنحنى (kg/cm <sup>2</sup> )	Load(kg)	الغرز (mm)
19.144	370.44	0.5
36.205	700.56	1
53.395	1033.2	1.5
65.122	1389.24	2
86.271	1669.23	2.5
83.561	2032.83	3
120.335	2328.48	3.5
136.223	2635.92	4
185.331	2917.44	4.5
167.088	3233.16	5
180.453	3751.56	5.5
201.674	4057.2	6
219.253	4161.24	6.5
232.465	4498.2	7
258.723	4838.58	7.5
260.860	4989.6	8

الجدول ( 5-8) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65ضربة لطبقة (Base course).

شكل (5-5) العلاقة الغرز والمقاومة عند 65 ضربات لطبقة (Base Course).



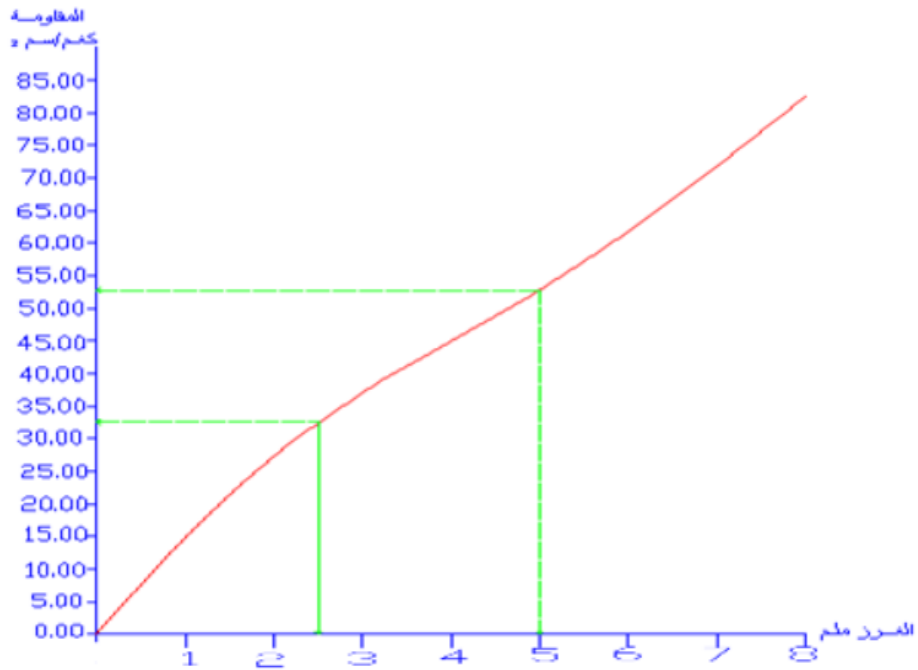
يتم حساب قيمة CBR عند كثافة 95% من أعلى قيمة للكثافة الجافة أي عند 55 ضربة وتساوي 2.21 وذلك حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي.

المقاومة بعد تعديل المنحنى (kg/cm <sup>2</sup> )	Load(kg)	الغرز (mm)
7.509	145.291	0.5
15.008	290.143	1
22.007	425.832	1.5
27.510	532.313	2
33.037	639.267	2.5
37.5056	725.735	3
41.486	802.751	3.5
45.003	870.799	4
49.080	949.730	4.5

53.481	1034.847	5
57.568	1113.94	5.5
62.541	1210.163	6
66.501	1286.749	6.5
72.270	1398.424	7
76.403	1478.394	7.5
82.506	1596.485	8

الجدول (9-5) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65 ضربات لطبقة (sub grade).

شكل (6-5) العلاقة بين المقاومة والغرز عند 30 ضربات لعينة (Sub grade):



✓ يتم حساب قيمة CBR عند كثافة 51% ممن أعلى قيمة للكثافة الجافة عند 55 ضربة = 2.01 وذلك حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي

الطبقة	CBR
Base course	100
Sub grade	35

جدول (5-10) نسبة كاليفورنيا لكل طبقة.

#### 5-4 تصميم الرصفة المرنة.

تم تصميم الرصفة المرنة بناء على نظام AASHTO:

(American Association of State Highway and Transportation Officials)

#### 5-4-1 حساب قيمة (ESAL) Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load.

عند تصميم أي طريق يجب أن تكون بيانات أحجام وأحمال المرور المتوقعة متوفرة لعملية التصميم الإنشائي للطريق وقد تم أخذ أحجام المرور الواقعة على طريق المشروع من الفصل السابق (حجم المرور).

#### 5-4-1-1 الحمل المكافئ لمحور مفرد:

يعرف الحمل المكافئ لمحور مفرد على أنه حمل قياسي على محور مفرد يسبب أثراً في الرصف عند موضع محدد فيه مساوياً لما يسببه حمل المحور المعني في نفس الموضع المحدد.

#### 5-4-1-2 معامل حمل المحور المكافئ:

المعامل المكافئ لحمل المحور لمركبة ما هو نسبة التأثير لكل مرة تمر فيها المركبة على رصف معين إلى التأثير الذي يحدثه مرور الحمل المحوري المفرد القياسي على نفس الرصف. ويتم التعبير عن عدد مرات تكرار الحمل الذي يؤدي إلى وصول الرصف لنهايته المقبولة بصلابة طبقة الرصف، ويتم التعبير عن صلابة طبقات الرصف بالرقم الإنشائي (SN) ويكون مستوى الخدمة النهائي (PT) للطرق الرئيسية (ذات المرور الثقيل) مساوياً 2.5 والطرق المحلية والثانوية (ذات المرور المتوسط) مساوياً 2.00. بينما القيمة الابتدائية لدليل مستوى حالة الرصف بعد الانتهاء من تنفيذ الرصف مباشرة تتراوح قيمتها بين 4.2 إلى 4.5 تبعاً لجودة التنفيذ.

القيمة النهائية هي أقل مستوى حالة يسمح به في نهاية فترة التحليل وذلك قبل اللجوء لعمل أي نوع من أنواع الصيانة الجسيمة كالتغطية أو إعادة الإنشاء حيث ان:

PSI= present Serviceability index

وتتراوح قيمتها من 0 إلى 5, وتشتمل على الآتي:

Initial serviceability index ( $p_i$ ) & terminal serviceability index ( $p_t$ ).

$P_t = 4.5$  للظروف الجيدة.

$P_t = 2.5$  للطرق الرئيسية و 2 للطرق متدني المستوى.

$$\Delta PSI = p_i - p_t = 4.5 - 2.5 \rightarrow 2$$

أما المحور القياسي فمقداره 18000 رطل ( 80000 كيلو نيوتن) وباستخدام قيم المعاملات المكافئة لأحمال المحاور التي تمر على الطريق خلال الفترة التصميمية وتبعاً لمعامل النمو وحجم المرور اليومي مصنفاً حسب نوع المركبات ونسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية يتم حساب قيمة الحمل التصميمي المكافئ على الطريق من العلاقة التالية:

$$ESAL = f_d * G_f * AADT * 365 * N_i * f_E$$

حيث ان:

ESAL=Equivalent Accumulated 18000 Single Axle 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.

✓ يتم الحصول على قيمة ( $f_d$ ) من الجدول التالي:

نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية من حجم مركبات النقل الكلي	عدد حارات الطريق في الاتجاهين
50%	2
45%	4
40%	6 أو أكثر

الجدول (11-5) نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية ( $f_d$ ).

الطريق المراد تصميمها تحتوي على مسرب في كل اتجاه, وبالتالي فإن قيمة ( $f_d$ ) تكون المقابلة للرقم 2 من الجدول السابق أي (50%).

✓ أما قيمة (Gf) فيتم الحصول عليها من الجدول التالي:

Annual growth rate (%)								Design Period years
10	8	7	6	5	4	2	No. growth	
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2.1	2.08	2.07	2.06	2.05	2.04	2.02	2	2
3.31	3.25	3.21	3.18	3.15	3.12	3.06	3	3
4.64	4.51	4.44	4.37	4.31	4.25	4.12	4	4
6.11	5.87	5.75	5.64	5.53	5.42	5.2	5	5
7.72	7.34	7.15	6.98	6.8	6.63	6.31	6	6
9.49	8.92	8.65	8.39	8.14	7.9	7.43	7	7
11.44	10.64	10.26	9.9	9.55	9.21	8.58	8	8
13.58	12.49	11.98	11.49	11.03	10.58	9.75	9	9
15.94	14.49	13.82	13.18	12.58	12.01	10.95	10	10
18.53	16.65	15.78	14.97	14.21	13.49	12.17	11	11
21.38	18.98	17.89	16.87	15.92	15.03	13.41	12	12
24.52	21.5	20.14	18.88	17.71	16.63	14.68	13	13
27.97	24.21	22.55	21.01	19.16	18.29	15.97	14	14
31.77	27.15	25.13	23.28	22.58	20.02	17.29	15	15
35.95	30.32	27.89	25.67	23.66	21.82	18.64	16	16
40.55	33.75	30.48	2.21	25.84	23.7	20.01	17	17
45.6	37.45	34	30.91	28.13	25.65	21.41	18	18
51.16	41.45	37.38	33.76	30.54	27.67	22.84	19	19
57.28	45.76	41	36.79	33.06	29.78	24.3	20	20
98.35	73.11	63.25	51.86	47.73	41.65	32.03	25	25
164.49	113.28	94.46	79.05	66.44	56.08	40.57	30	30
271.02	172.32	138.24	111.43	90.32	73.65	49.99	35	35

جدول (5-12) معامل النمو (Gf).

تم أخذ مدة التصميم المستقبلي 20 سنة ونسبة الزيادة المتوقعة في النمو (4%) وبالتالي فإن قيمة (Gf) تكون مساوية (29.78%).

✓ بعد حساب قيمة (Gf) يتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات من الجدول التالي

Cross Axle Load		Load Equivalency Factor		Cross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	lb	Single Axle	Tandem Axel	KN	lb	Single Axle	Tandem Axel
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	<b>2.29</b>
8.9	2,000	0.00018		187	42,000	25.64	<b>2.51</b>
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	<b>2.75</b>
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31	<b>3</b>
22.25	5,000	0.005		200	45,000	34	<b>3.27</b>
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	<b>3.55</b>
31.15	7,000	0.0196		209	47,000	40.74	<b>3.85</b>
35.6	8,000	0.0343		213.5	48,000	44.5	<b>4.17</b>
40	9,000	0.0562		218	49,000	48.54	<b>4.51</b>
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	<b>4.86</b>
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		<b>5.23</b>
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		<b>5.63</b>
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		<b>6.04</b>
62.3	14,000	0.36	0.027	240.2	54,000		<b>6.47</b>
66.7	15,000	0.478	0.036	244.6	55,000		<b>6.93</b>
71.2	16,000	0.623	0.0472	249	56,000		<b>7.41</b>
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		<b>7.92</b>
80	18,000	1	0.0773	258	58,000		<b>8.45</b>
84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		<b>9.01</b>
89	20,000	1.51	0.1206	267	60,000		<b>9.59</b>
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		<b>10.2</b>
97.8	22,000	2.18	0.18	275.8	62,000		<b>10.84</b>
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		<b>11.52</b>
106.8	24,000	3.03	0.26	284.5	64,000		<b>12.22</b>
111.2	25,000	3.53	0.308	289	65,000		<b>12.96</b>
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		<b>13.73</b>
120	27,000	4.71	0.426	298	67,000		<b>14.54</b>
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		<b>15.38</b>
129	29,000	6.14	0.572	307	69,000		<b>16.26</b>
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		<b>17.19</b>
138	31,000	7.88	0.753	316	71,000		<b>18.15</b>
142.3	32,000	8.88	0.857	320	72,000		<b>19.16</b>
146.8	33,000	9.98	0.971	325	73,000		<b>20.22</b>

151.2	34,000	11.18	1.095	329	74,000	<b>21.32</b>
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000	<b>22.47</b>
160	36,000	13.93	1.38	338	76,000	<b>23.66</b>
164.5	37,000	15.5	1.53	342.5	77,000	<b>24.91</b>
169	38,000	12.2	1.7	347	78,000	<b>26.22</b>
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000	<b>27.58</b>
178	40,000	21.08	2.08	365	80,000	<b>28.99</b>

جدول (5-13) تحويل أوزان المركبات الى أحمال قياسية (Load Equivalency factor).

من الجدول السابق تم الحصول على معامل الحمل المكافئ (Load equivalency factor) بناء على أن الحمل الواقع على (Passenger car) مساوي 10 Kn/axle والحمل الواقع على (tow axle single) مساوي 100 Kn/axle وحمل الواقع على (three axle single unit trucks) مساوي 110 Kn/axle وبالتالي فإن قيم معامل الحمل المكافئ التي تم الحصول عليها من الجدول أعلاه كما يلي:

Load equivalency factor for Passenger car ( $f_E$ ) = 0.0003135

Load equivalency factor for tow axle single unit trucks ( $f_E$ ) = 0.1980889

Load equivalency factor for three axle single unit trucks ( $f_E$ ) = 0.29491

ايضا تم الحصول من الفصل السابق (حجم المروري) على معدل المرور اليومي وكان (3576) سيارة/يوم وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة التالية كل على حده ومن ثم تجمع القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) كما في المعادلة:

$$ESAL = f_d * G_f * AADT * 365 * N_i * f_E$$

ESAL (passenger):

ESAL (tow axle single unit trucks):

$$3336.011 = 0.5 * 29.78 * 3576 * 365 * 0.8916 * 2 * 0.0003135$$

$$250602.97 = 0.5 * 29.78 * 3576 * 365 * 0.106 * 2 * 0.1980889$$

ESAL (three axle single unit trucks):

$$8095.38 = 0.5 * 29.78 * 3576 * 365 * 0.0023 * 2 * 0.29491$$

ESAL (total) = 262034.181

2-4-5 حساب سماكة طبقات الرصف :

الهدف من طريقة التصميم المستخدمة هو إيجاد طبقات رصف لها رقم إنشائي (SN) كافي لتحمل الأحمال التي يتعرض لها الطريق.

ولي حساب سماكة كل طبقة يتم الاعتماد على نتائج فحص كاليفورنيا حيث يجب ان لا قل نسبة تحمل فحص كاليفورنيا لكل طبقة عن التالي:

المادة المستخدمة	CBR	الطبقة
Crushed Stone	90	Base Coarse
Clay and Stone Soil	35	Sub Grade

جدول (14-5) قيمة ال CBR لكل طبقة.

ولحساب المعامل المناخي نستخدم المعادلات التالية:

$$R = \frac{N_d}{12} * R_d + \frac{N_s}{12} * R_s$$

حيث أن:

- R : Regional Factor
- Nd: Number of dry months in a year
- Rd: Regional Factor for soils dry
- Ns: Number of saturated months in a year
- Rs: Regional Factor for soils saturate

ولإيجاد قيمة ال (Rd) و (Rs) يتم استخدام الجدول:

case	Suggested Regional Factor
Roadbed soil frozen 5in or more	0.2 – 1.0
Roadbed soils dry	0.3 – 1.5
Roadbed soils saturated	4.0 – 5.0

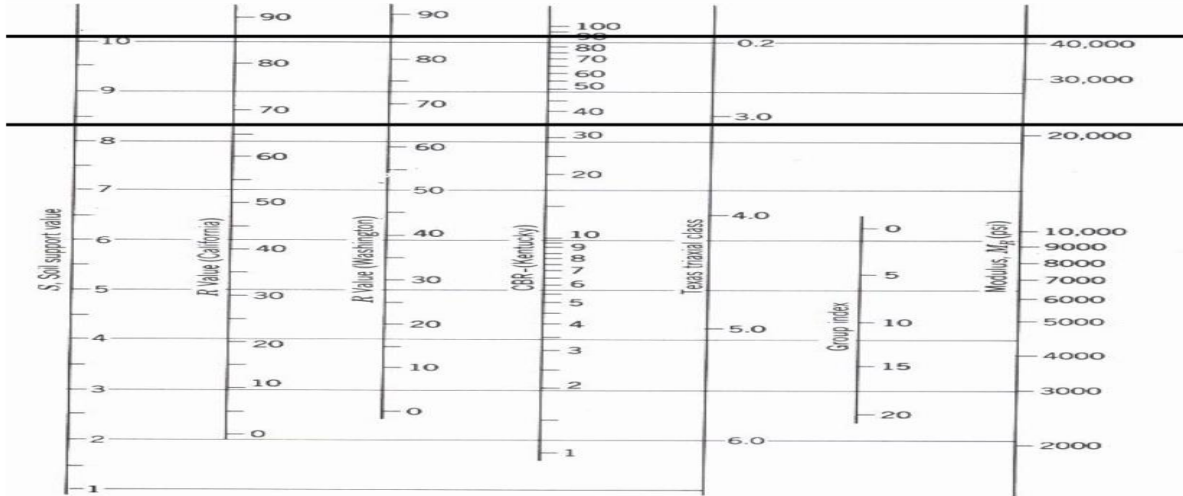
جدول (15-5) : قيمة المعامل المناخي

وبأخذ بعين الاعتبار أن منطقة الخليل يكون فيها 4 أشهر رطبة و 8 أشهر جافة (بشال تقريبي حسب الدراسات):

$$R = \frac{8}{12} * 0.9 + \frac{4}{12} * 4.5 = 2.1$$

بعد ذلك يتم ايجاد قيمة ال S-soil support value من خلال الشكل:

شكل (7-5): S-soil support value



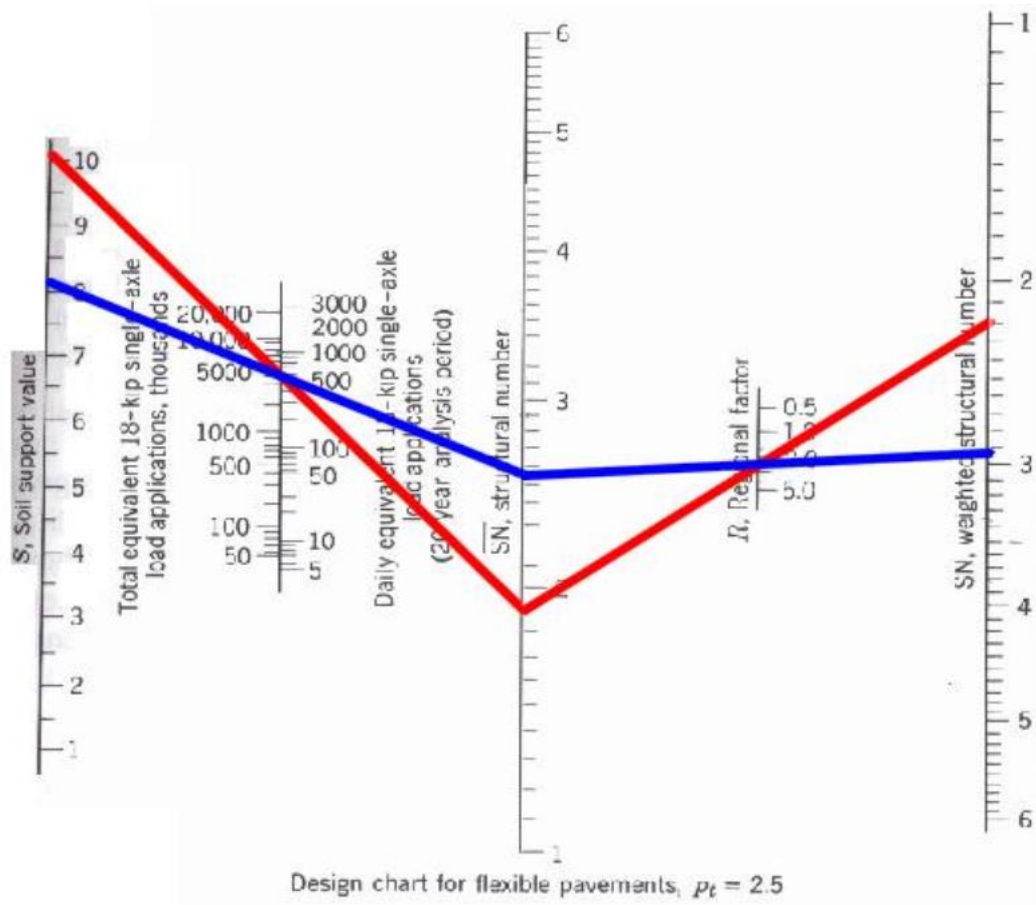
وبالتالي فإن:

(S1-soil support value) = 10.1

(S2-soil support value) = 8.3

بعد ذلك سيتم حساب قيمة ال SN وذلك حسب الشكل

شكل(5-8): قيمة المعامل SN



SN (Asphalt) = 2.2

SN (Base Course)= 2.93

بعد ذلك يتم حساب سمكة كل طبقة وذلك حسب المعادلة:

- SN: Structural Number.
- $a_1, a_2$  : layer coefficients representative of surface, base course respectively.
- $D_1, D_2$ : actual thickness, of surface, base course respectively.
- $M_i$ : drainage coefficient for layer  $i$ .

حيث يتم حساب قيمة ال (a1, a2 ,a3) من الجداول:  
**1) قيمة المعامل a1**

Case of Pavement	a <sub>1</sub> suggested
Road mix ( low stability)	0.20
<u>Plant mix (high stability)</u>	<u>0.44</u>
Sand Asphalt	0.40

جدول (16-5) قيمة المعامل (a1)

\*وبناء على ما سبق فإن قيمة a1 = 0.44.

**2) قيمة المعامل a2**

Case of base course	a <sub>2</sub> suggested
sandy gravel	0.07
<b><u>Crushed stone</u></b>	<b><u>0.14</u></b>
Cement- treated (650psi or more)	0.23
Cement- treated (400-650psi)	0.20
Cement- treated (400psi or less)	0.15
Coarse- graded bituminous-treated	0.34
Sand asphalt	0.30
Lime -treated	0.15-0.30

جدول (17-5) قيمة المعامل (a2)

\*وكما تم الاسلاف فإن قيمة a2 = 0.14

أما بالنسبة لمعامل التصريف عند حد الإشباع (5-25%)، وتصريف ضعيف فإن قيمته تساوي 0.7. وبالتالي فإن سمك الطبقات:

$$1-D1 = 2.20 / 0.44 = 5.0 \text{ in} = 5.0 * 2.54 = 12.7 \text{ cm Select } 13 \text{ cm}$$

$$2- D2 = \frac{(2.93 - 2.20)}{(0.7 * 14)} = 7.4 \text{ in} = 7.4 * 2.54 = 18.8 \text{ cm Select } 20 \text{ cm}$$

وبالتالي فإن سماكة الطبقات تكون كالتالي:

السمك (سم)	الرصفة
6	اسفلت (Wearing Course)
7	اسفلت (Binder Course)
20	الأساس (Base Course)

جدول (5-18) سماكة الطبقات.

بالنسبة لطبقات الأسفلت (Binder Course) تكون بحجم حبيبي 1 انش وطبقة الاسفلت (Wearing Course) بحجم 4/3 انش. وبالنسبة لمواد الردم فيجب استخدام مصاد مختارة قريبة من تكوين طبقة الأساس عبارة عن مزيج من الصخور خالية من التربة العضوية (الحمراء) ولا تقل نسبة تحمل كاليفورنيا لها عن 35.

حساب الكميات و النتائج والتوصيات

1-6 المقدمة

2-6 النتائج

3-6 حساب تكلفة الطريق

1-3-6 تكلفة الحفر والردم

2-3-6 حساب تكلفة طبقات الرصفة

3-3-6 الجبة الحجرية على الارصفة وعلى الجزيرة الوسطية

4-3-6 التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق

4-6 التوصيات

5-6 الملاحق

**1-6 المقدمة :**

النتائج النهائية التي تحدد الأمور المطلوبة والتي لاجلها يتم تنفيذ هذا العمل. ويتم لنقاش في هذا الفصل عن مجموعة النتائج التي تم التوصل إليها في عملية التصميم لهذا الطريق ويحتوي على مجموعة من التوصيات التي من شأنها إعطاء انطباع جيد عند التنفيذ لهذا المشروع والمساعدة في مشاريع أخرى.

**2-6 النتائج :**

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

- 1- رفع الطريق بشكل كامل والحصول على مخططات تفصيلية للطريق.
- 2- تم تجهيز كافة التصميمات الأفقية والرأسية وكافة المعلومات اللازمة لتوقيعها ، وإعداد الخرائط المتعلقة بذلك.
- 3- هذا الطريق سكن زراعي وتنفيذه هام في المدينة حيث انه يربط بين منطقتي يطا وقلقس في مدينة الخليل ويوفر من الوقت على المستخدمين .
- 4- تم التعامل مع مياه الأمطار بصرفها باتجاه الوادي من خلال قنوات على جانب الشارع.
- 5- كانت النتيجة تصميم هندسي بالاعتماد على مواصفات (AASHTO 2011) بسرعة تصميمية 50كم/ساعة.
- 6- كانت نتائج الطبقات بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة كما يلي:
  - طبقة Asphalt : 13 سم
  - طبقة Beas coars : 20سم
- 7- تم عمل التصميم على برنامج الـ (Civil 3D) وإخراج النتائج على المخططات المرفقة، وكانت الكميات كما يلي:

885.7 m <sup>3</sup>	Asphalt
1363.8 m <sup>3</sup>	Base coarse
3437.9 m <sup>3</sup>	Cut
1868.60 m <sup>3</sup>	Fill

جدول (1-6) حساب الكميات

تعتبر عملة حساب تكلفة المشروع ضرورية حيث يتم معرفة مقدار التكلفة لأي مشروع وذلك لان 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 تكلفة كل طبقة من طبقات الرصفة على طول الطريق كما وسيتم حساب الحفر والردم .

**3-6 حساب تكلفة الطريق:****1-3-6 تكلفة الحفر والردم:**

$$\text{حجم الحفر الكلي} = 3437.93m^3$$

$$\text{حجم الردم الكلي} = 1868.60 m^3$$

$$\text{سعر المتر المكعب للحفر} = \$4.8$$

$$\text{سعر المتر المكعب للردم} = \$5.5$$

$$\text{تكلفة الحفر} = \text{حجم الحفر الكلي} * \text{سعر المتر المكعب للحفر} = 3437.9 * 4.8 = \$16501.9$$

$$\text{تكلفة الردم} = \text{حجم الردم الكلي} * \text{سعر المتر المكعب للردم} = 5.5 * 1868.60 = \$10277.3$$

**2-3-6 حساب تكلفة طبقات الرصفة**

يبلغ طول الطريق المراد تأهله وتصممه حوالي 740 m، وهو يتمكن من مسربين عرض كل مسرب 4.5 وكما هو تبين لنا أن الرصفة تتكون من طبقتين.

$$\text{حساب مساحة المسارب} = \text{طول الطريق} * \text{عرض الطريق} = 6813m^2$$

بعد معرفة مساحة المسرب سوف يتم حساب حجم الإسفلت البيسكورس موضحاً كل طبقة على حدة كما يلي:

**(1) الطبقة الأولى : الإسفلت ( Asphalt )**

$$\text{حجم الإسفلت} = \text{مساحة المسارب} * \text{سمك طبقة الإسفلت} =$$

$$0.13 * 6813 = 885.7m^3$$

$$\text{وزن الإسفلت} = \text{حجم الإسفلت} * \text{كثافة الإسفلت}$$

$$2.24 * 885.7 = 1984m^3$$

$$\text{سعر واحد طن من الإسفلت المشغول} = \$35$$

$$\text{تكلفة الإسفلت} = \text{وزن الإسفلت} * \text{سعر الطن الواحد من الإسفلت}$$

$$35 * 1984 = \$69440$$

## (2) الطبقة الثانية : البيسكورس (Base Course)

حجم البيسكورس = مساحة المسارب \* سمك طبقة البيسكورس .

$$0.2 * 6819 = 1363.8 m^3$$

وزن البيسكورس = حجم البيسكورس \* كثافة البيسكورس

$$= 2.14 * 1363.8$$

$$= 2918.53 \text{ طن}$$

سعر واحد طن من البيسكورس المشغول = \$7

تكلفة البيسكورس = وزن البيسكورس \* سعر الطن الواحد من البيسكورس

$$= 7 * 2918.53$$

$$= \$ 20429.7$$

التكلفة الكلية للرصفة = تكلفة الإسفلت + تكلفة البيسكورس.

$$= 69440 \$ + \$ 20429.7$$

$$= \$ 89869.7$$

## 3-3-6 الجبة الحجرية على الأرصفة

حيث تحسب الجبة بالمتري الطولي لذلك تكون كمية الجبة الحجرية اللازمة لهذا المشروع كما يلي :

$$= 4 * 1514$$

$$= \$ 6056$$

## 4-3-6 التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق

بما أن الطبقة الوحيدة التي من الممكن العمل عليها هي طبقة الإسفلت إذا فإن أعمال الصيانة تتم عليها كالتالي :-.

بعد الرجوع إلى البلدية لمعرفة التكلفة لصيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأدوات و الأيدي العاملة فكانت هذه القيمة \$14

التكلفة الكلية للصيانة = مساحة الإسفلت \* سعر صيانة المتر المربع للإسفلت

$$14*6813=$$

$$\$ 95382=$$

$$\text{التكلفة الكلية} = \$191307.7$$

**4-6 النتائج :**

- تم اختيار مسار المشروع بناء على المخطط الهيكلي الخاص بمدينة يطا مع التعديل على المسار للالتزام بمعايير التصميم
- تم رفع التفاصيل والارتفاعات لتكوين السطح الخاص بالمشروع .
- تم تجهيز كافة التصميمات الافقية و الرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها، وإعداد الخرائط المتعلقة بذلك .
- تم رسم المقطع التصميمي للطريق
- . تم وضع الإشارات المرورية.
- تم حساب الكميات الخاصة بالمشروع وتكلفته.

**5-6 التوصيات:**

- 1- يتم رصف طبقة الإسفلت على مرحلة بسماكة 13 سم حسب المواصفات.
- 2- يتم فرد ودمك طبقة الأساس على سمك طبقة 20 سم حسب المواصفات.
- 3- يمنع سير المركبات على طبقة الإسفلت قبل مرور 24 ساعة من وقت فردها لكي لا تنهار هذه الطبقة.
- 4- مراعاة كمية الحفر والردم الناتجة من المشروع بحيث تقلل التكاليف إلى أدنى ما يمكن.
- 5- دعوة الجامعة لعمل دورات تدريبية للطلبة للوصول إلى مستوى أعلى وخاصة من الناحية التكنولوجية والبرامج الحديثة.
- 6- الحرص على وجود مشاريع مشتركة ما بين الأقسام المختلفة في كلية الهندسة للوصول إلى التكامل المناسب.

**6-6 قائمة المصادر والمراجع :**

- 1- تقنية محطات الأمانة الدائمة للنظام العالمي لتحديد المواقع ((GPS)) لتنفيذ أعمال المساحية.
- 2- د. فتحي وراضي المساحة والخرائط، بيروت، 1998.
- 3- روجي الشريف البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، عمان، 1981.
- 4- وزارة الحكم المحلي دليل تخطيط الطرق والمواصلات في المناطق الحضرية فلسطين، 2013
- 5- وزارة النقل والمواصلات، دليل معايير السلامة على الطريق في فلسطين، النشر للدعاية والاعلان، فلسطين، 2013.
- 6- مكتبة جامعة بولتكنيك فيلستين.
- 7- دليل مدينة يطا.
- 8- بلدية يطا.
- 9- موقع دائرة الإحصاء الفلسطينية، وموقع دائرة الأرصاد الجوية الفلسطينية

## 5-6 الملاحق

1- منطقة الدراسة (موقع الطريق)

2- صور اثناء الرصد

3- جدول العد المروري

4- إشارات المرور

ملحق رقم 1

منطقة الدراسة



ملحق رقم 2  
صور اثناء الرصد



## جداول العد المروري

### ملحق رقم 3

الزمن	PC	HV
8.00-8.15	24	5
8.15-8.30	20	0
8.30-8.45	35	6
8.45-9.00	10	4
9.00-9.15	16	3
9.15-9.30	12	4
9.30-9.45	20	0
9:45-10:00	34	2
12:00-12:15	25	4
12:15-12:30	33	8
12:30-12:45	27	8
12:45-1:00	26	6
1:00-1:15	39	2
1:15-1:30	33	5
1:30-1:45	21	3
1:45-2:00	27	4
<b>TOTAL VOLUME</b>	<b>402</b>	<b>64</b>

## ملحق رقم 4

إشارات المرور:

- 1- إشارات المنع: وهي الإشارات التي تأمر السائق بالعمل بها وإلا يعرض لعقوبة القانون وتتميز باللون الأحمر، على سبيل المثال ممنوع المرور، وتكون مستديرة الشكل كما هي موضحة في الشكل (4-2).

الشكل (1-6): إشارات المنع المستخدمة في الطريق

			الإشارة
ممنوع الدخول	ممنوع تجاوز المركبات	ممنوع الدوران والرجوع للخلف	معنى الإشارة

- 2- إشارات التعليمات (التوجيه): مثل مكان وقوف، استراحة ، وتكون مربعة ومستطيلة الشكل.

- 3- إشارات إرشادية: يجب استعمالها على التقاطعات كما في المثال التالي: -



- 4- إشارات التحذير:

الشكل (2-6) :- بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق

						الإشارة
انعطاف إلى اليمين	انعطاف حاد نحو اليسار	احذر منعطف مزدوج يسار	أمامك ممر مشاة	أولاد على الشارع	مفترق طرق أمامك (تفرع T)	معنى الإشارة

5- إشارات الأوامر: على سبيل المثال ( قف ، هدى السرعة ، وغير ذلك) وتكون مستديرة الشكل أو مسدسه الشكل كما في المثال التالي :

الشكل (6-3): بعض إشارات الأوامر المستخدمة في الطريق

معنى الإشارة	الإشارة
أعط حق الأولوية لحركة السير على الجهة المقابلة	قف 
لا يجوز السير بسرعة تزيد عن السرعة المحددة في الشاخصة	سرعة خاصة 