

بسم الله الرحمن الرحيم  
جامعة بوليتكنك فلسطين  
كلية الهندسة



تصميم طريق الواصل بين منطقتي كريسة وطاروسا في مدينة دورا  
مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة  
للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على  
درجة البكالوريوس في هندسة المساحة والجيوماتكس

فريق العمل:

محمد ادعيس مامون نجوم

احمد حمو

إشراف:

م. نضال أبو رجب

جامعة بوليتكنك فلسطين  
فلسطين - الخليل

## الاهداء

الى اللذين جبلو على محبة ابنائهم هذا الاهداء

يستحقونه بأمر من الله دون استفتاء

الى اللذين امر الله ببرهم وبالوالدين احسانا دون استثناء

الى الشعب الجبار الذي اتاخ العدو بعد ان ظن نفسه وصل السماء

الى الخنجر الذي يحمي في قلبه بوابة السماء

اسمحوا لي ان اقدم لكم هذا الاهداء

## الشكر والتقدير

يتقدم فريق العمل بالشكر الجزيل والعميق لكل من :  
بيتنا الثاني جامعة بوليتكنك فلسطين الموقرة ، ودائرة الهندسة المدنية بكافة طاقمها العامل  
على تخريج اجيال الغد .

جميع الاساتذة في جامعة بوليتكنك فلسطين ، ونخص بالذكر الاستاذ نضال أبو رجب والذي  
بذل كل جهد مستطاع للخروج بهذا العمل بالشكل اللائق والدكتور غادي زكارنة والدكتور  
مصعب شاهين والاستاذ احمد الحرباوي لما قدموه لنا من مساعدة في هذا المشروع .

جامعة بوليتكنك فلسطين

فلسطين - الخليل

2022

ملخص المشروع

تصميم الطريق الواصل بين منطقتي كريسة وطاروسا في مدينة دورا

بإشراف المهندس نضال أبو رجب

المشروع عبارة عن تصميم الشارع الواصل بين منطقتي كريسة وطاروسا في مدينة دورا، حيث يبلغ طوله ما يقارب 1700 م تقريبا ، ويعتبر تصنيف هذا الطريق سكن زراعي حيث سنقوم بتصميم هذا الطريق هندسيا 12م بحيث يكون عرض الحارة 4.5 م وذلك بعد اخذ توصيات البلدية والمشرف .

تتلخص اهمية هذا الطريق انه يعتبر ضمن منطقة تشكل مجالا للتوسع السكاني والسياحة الداخلية ويخدم العديد من الاراضي المتواجدة على هذا الطريق .

يشمل مشروع تصميم الطريق على تنفيذ اعمال المساحة اللازمة بالاضافة الى تصميم الطريق هندسيا وانشائيا وكذلك متطلبات تصميم الطريق من حسابات الكميات من حفر وردم وتصريف مياه الامطار وغيرها مع مراعاة قواعد الامان والسلامة لمستخدمي الطريق من مشاة ومركبات .

**Palestine Polytechnic University**

**Palestine-Hebron**

**2022**

## **Project Abstract**

**Design of the road connecting the areas of kreisa and tarusa, located in Hebron /  
Dura**

**Project Supervisor**

**Eng. Nidal Abu Ragab**

**The project is a street design in the Dura /road connecting the areas of kreisa and tarusa, the length of the street is about 1700 m, and the classification of this street is residential and agricultural, and we will design it geometrically by 12 m, so that the width of the lane is 4.5 m after taking the recommendations of the municipality and supervisors.**

**The importance of this road lies in the fact that it is considered an area that constitutes an area for population expansion, domestic tourism and recreation, and it serves many of the lands located on this road.**

**The road design project includes the implementation of the necessary survey works, in addition to the engineering and construction design of the road, as well as the requirements for designing the road from calculating quantities of excavation, backfilling, rainwater drainage and others, taking into account the safety and security rules for road users, including pedestrians and vehicles ,Taking into account the safety and security rules for road users, including pedestrians and vehicles**

## الفهرس

I	الاهداء	.....
II	الشكر والتقدير	.....
III	ملخص المشروع	.....
IV	Project Abstract	.....
V	الفهرس	.....
2	الفصل الأول: المقدمة	.....
2	1.1 نظرة عامة	.....
2	2.1 نبذة تاريخية عن دورا	.....
3	3.1 فكرة المشروع	.....
4	4.1 موقع المشروع	.....
4	5.1 هيكلية المشروع	.....
5	6.1 طريقة البحث	.....
5	7.1 العوائق والصعوبات	.....
5	8.1 الجدول الزمني لمقدمة المشروع	.....
7	الفصل الثاني: الأعمال المساحية	.....
7	1.1 مقدمة	.....
7	2.2 دراسة المخططات	.....
7	3.2 اعمال استطلاعية	.....
9	4.2 اعمال الرفع التفصيلي	.....
14	5.2 العمل الميداني	.....
18	الفصل الثالث: مشاكل الطريق والحلول المقترحة	.....

18	1.1 مقدمة.....
18	2.3 تعريف بالمشاكل والعوائق وطرق حلها.....
22	الفصل الرابع: التحليل المروري للطريق.....
22	1.4 حجم المرور: .....
27	2.4 السير الحالي والمستقبلي:.....
28	3.4 عمر الطريق: .....
28	4.4 سعة الطريق: .....
28	5.4 إشارات المرور المستخدمة:.....
32	6.4 علامات المرور (Traffic Marking):.....
35	الفصل الخامس: الفحوصات المخبرية والتصميم الإنشائي للطريق.....
35	1-5 المقدمة: .....
35	2-5 التصميم الإنشائي للطريق : .....
36	1-3-5 الأنواع الرئيسية للرصف: .....
38	4-5 تصميم الرصفة المرنة: .....
46	5-5 عينات التربة: .....
63	الفصل السادس التصميم الهندسي للطريق.....
63	1-6 المقدمة.....
63	2-6 أسس عملية التصميم:.....
72	3-6 المنحنيات: .....
78	4-6 القوة الطاردة المركزية: - .....
80	5-6 (Super Elevation)التعليق:.....
83	6-6 تصريف مياه الامطار: .....

85.....	الفصل السابع النتائج والتوصيات
85.....	1-7 المقدمة :
85.....	2-7 النتائج :
86.....	3-7 حساب تكلفة الطريق
90.....	4-7 التوصيات:
92.....	الملاحق

## فهرس الجداول:

الصفحة	المحتوى
5	جدول رقم (1-1) الجدول الزمني لمقدمة المشروع
15	جدول رقم (1-2) جدول احداثيات نقاط control point
25	جدول (1-4) جدول متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع
25	جدول (2-4) معاملات أنواع المركبات وفقا للمواصفات الأردنية.
26	جدول (3-4) قيم K و D العامة
27	جدول (4-4) حجم المرور لكل فترة 15 دقيقة بساعة الذروة
28	جدول (5-4) سعة الطريق حسب مواصفات هيئة آشتو (AASHTO).
31	جدول (6-4) المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة
40	الجدول (1-5) قيمة معامل T
41	الجدول (2-5) قيمة معامل Gf
44	جدول (3-5) متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة
44	جدول (4-5) : متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة
44	جدول (5-5) وزن المركبات بالنسبة للسيارة الشخصية
45	جدول (6-5) قيمة تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد ونظام ASSHTO
48	جدول (7-5) قيم الطبقات ونسبة كاليفورنيا لها
52	جدول (8-5) الانحراف المعياري حسب نوع الطريق
53	جدول (9-5) تسميات رموز معادلة الرقم الإنشائي
54	جدول (10-5) تعريف جودة التصريف.
55	جدول (11-5) معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق $m_i$
56	جدول (13-5) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطريق في فلسطين و الأردن.
56	جدول (14-5) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطريق في فلسطين و الأردن
61	جدول (5-15) سماكة الرصافات للمشروع
65	جدول (1-6) السرعة التصميمية
74	جدول (2-6) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق
74	جدول (3-6) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى
78	جدول (4-6) قيمة الثابت للمنحنيات الرأسية .

## فهرس الاشكال :

الصفحة	المحتوى	
3	خريطة دورا	1-1
4	منطقة المشروع	2-1
9	بداية المشروع	1-2
11	طرق واساليب الرصد المساحي	2-2
19	القراءات الخاصة بالعد المروري	1-4
25	إشارات المنع المستخدمة في الطريق	2-4
29	بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق	3-4
30	بعض إشارات الاوامر المستخدمة في الطريق	4-4
30	طبقات الطريق	1-5
36	طبقات الرصفة المرنة	2-5
37	طبقات الرصفة المرنة	3-5
37	صورة لنتائج التجربة	6-5
46	جهاز تجربة الكثافة العظمى	7-5
47	صورة لنتائج التجربة	9-5
48	قيمة الرجوعية لطبقة الأساس	10-5
49	قيمة الرجوعية لطبقة الإسفلت	11-5
51	منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية	12-5
51	معامل طبقة Base ( $a_2$ )	13-5
57	منحنى الإيجاد الرقم الإنشائي SNI	14-5
58	منحنى الإيجاد الرقم الإنشائي	15-5
59	مقطع عرضي لطريق	1-6
60	مسرب التسارع	2-6
66	مسرب التباطئ	3-6
66	مسرب الصعود	4-6
67	المسرب المخصص للنقل العام	5-6
68	مسرب التعطل والخدمات	6-6
69	عناصر الطريق	7-6
69	مسارب الطريق	8-6
73	كتف الطريق	9-6
73	عناصر المنحنى الدائري البسيط	10-6
75	المنحنى الانتقالي	11-6
76	عناصر المنحنى الرأسي	12-6
79	تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات	13-6
81	تطبيق التعلية على المنحنيات.	14-6
81	الدوران حول المحور	15-6

82	الدوران حول الحافة الداخلية	16-6
82	الدوران حول الحافة الخارجية	17-6

# الفصل الأول

## المقدمة

1-1 نظرة عامة

2-1 نبذة تاريخية عن دورا

3-1 فكرة المشروع

4-1 موقع المشروع

5-1 هيكلية المشروع

6-1 طريقة البحث

7-1 العوائق والصعوبات

## الفصل الأول: المقدمة

### 1.1 نظرة عامة

اليوم تمثل الطرق العمود الفقري للبلاد الذي تتمحور حوله وحدة البلاد، ونموها وتطورها، ولا شك بأن وجود شبكة متطورة من الطرق في الدولة يمكّنها من تحقيق أهدافها وسياساتها الاستراتيجية والاقتصادية والثقافية والاجتماعية.

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المراد إنشاء الطريق فيها، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا، وإعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها سواء أكانت 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.

### 2.1 نبذة تاريخية عن دورا

دورا بلدة فلسطينية تبعد 7 كم في الجنوب الغربي لمدينة الخليل و 14 كم جنوب مدينة القدس و بلدة دورا عميقة في التاريخ حيث أقام فيها الكنعانيون قبل حوالي (5000) وترتفع 898 م عن سطح البحر. في عام 1997 جرى إحصاء لسكان القرية من قبل دائرة الإحصاء الفلسطينية حيث كان عدد السكان في مدينة دورا حيث بلغ عدد سكانها بدون قراها (15494) نسمة. وفي عام 2007 اجرت دائرة الإحصاء الفلسطينية التعداد الثاني للسكان والمساكن والمنشآت حيث بلغ عدد سكان المدينة (27556) نسمة وفي عام 2020 اجرت دائرة الإحصاء الفلسطينية تعداد آخر للسكان فبلغ عدد السكان (42174)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني 2007



صورة رقم (1-1) خارطة دورا<sup>2</sup>

### 3.1. فكرة المشروع

تشمل فكرة المشروع على إنشاء وتصميم الطريق الواصل بين منطقتي كريسة وطاروسا في مدينة دورا ، كما يشكل حل للمشاكل التي تواجه المواطنين اثناء الذهاب الى المنطقة ويعتبر ضمن منطقة تشكل مجالاً للتوسع السكاني والسياحة الداخلية.

يهدف المشروع الى وضع تصميم نموذجي آمن للطريق، مع الأخذ بعين الاعتبار جميع أسس التصميم الهندسي، إضافة الى مراعاة الميول الجانبية اللازمة لعمل قنوات تصريف مياه الامطار، ثم تصميم القطاعات العرضية والاكتاف والرصيف ونظام الانارة على الطريق ونظام تصريف المياه. وبشكل عام فإننا نهدف الى الوصول الى طريق يخدم المنطقة بشكل آمن بحيث لا يسبب الحوادث ويحقق الراحة للسائقين وكذلك يعطي قيمة جمالية وحضارية للمنطقة.

<sup>2</sup> موقع دورا الرسمي <http://www.nuba.ps/ar/archives/7863>

## 4.1. موقع المشروع

يقع هذا الطريق في وسط مدينة دورا ، تحديدا في المنطقة الواقعة ما بين منطقة كريسة ومنطقة طاروسا ، حيث يبلغ طول الطريق حوالي 1700م وعرضه 12م.



شكل رقم (2-1) منطقة المشروع<sup>3</sup>

## 5.1. هيكلية المشروع

المرحلة الأولى: يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث، الأهمية، الأهداف، طريقة البحث، هيكلية البحث، العوائق والصعوبات، الأجهزة المستخدمة والجدول الزمني للمشروع.

المرحلة الثانية: الاعمال المساحية.

المرحلة الثالثة: المشاكل المتعلقة بالطريق.

المرحلة الرابعة: التحليل المروري للطريق.

<sup>3</sup> موقع الجيومولج <https://geomolg.ps/L5/index.html?viewer=A3.V1>

## 6.1. طريقة البحث

- القيام بتحديد موضوع البحث (تصميم طريق الواصل بين منطقتي كريسة وطاروسا) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية دورا وقد تم الحصول على معلومات من البلدية تشير على أهمية هذا الشارع ومراجعة مديرية الحكم المحلي في الخليل.
- تحديد منطقة العمل ومن ثم القيام بزيارة استطلاعية للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم والتنفيذ من أجل الحصول على أفضل وأدق النتائج.
- البدء بكتابة مقدمة المشروع مع مراعاة الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة ومراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.

## 7.1. العوائق والصعوبات

- يوجد مقاطع في الشارع ذات ميل عالي.
- لا يوجد مخطط هيكلي للشارع.

## 8.1 الجدول الزمني لمقدمة المشروع

النشاط	الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
اختيار المشروع وجمع المعلومات																
المساحة الاستطلاعية																
العمل الميداني																
العمل المكتبي																
الرسم باستخدام الكمبيوتر																
تجهيز التقرير الأولي لمقدمة المشروع																
تجهيز التقرير النهائي لمقدمة المشروع																

جدول رقم (1-1) الجدول الزمني لمقدمة المشروع

## الفصل الثاني الأعمال المساحية

1-2 مقدمة

2-2 دراسة المخططات

3-2 اعمال استطلاعية

4-2 اعمال الرفع التفصيلي

5-2 العمل الميداني

## الفصل الثاني: الأعمال المساحية

### 1.1 مقدمة

بعد أن يتقرر فتح طريق بين منطقتين أو يتقرر تحسين طريق موجودة تجرى دراسة لمعرفة حجم السير الحالي إن وجد، ودراسة الهدف والغايات من وراء تصميم الطريق وما تعود به من نفع على المناطق المحيطة بها والمناطق المجاورة لها، تحديد درجة ومستوى الطريق المطلوبة، أي يتم تحديد سرعة السيارات عليها وعدد مساربها وأنصاف أقطار منحنياتها الأفقية وأطوال منحنياتها الرأسية وميول سطحها وغير ذلك. وبعد ذلك لابد من القيام بأعمال مساحية متعددة ودراسة للمنطقة على أرض الواقع، وتثبيت محور الطريق النهائي على الأرض وعمل مسح مناسب طولية وعرضية وعمل التصميم الرأسي والعرضي للطريق ومن ثم القيام بالمشح الانشائي حتى يكتمل + تصميم الطريق افقيا ورأسيا. وتتخلص الأعمال المساحية التي يتطلبها دراسة طريق معين على المراحل الرئيسية التالية:

- دراسة المخططات.
- أعمال استطلاعية (استكشافية).
- أعمال الرفع التفصيلي.

### 2.2. دراسة المخططات

يجب دراسة المخططات أولاً عند تصميم أي طريق، من خلال الخرائط ويمكن وضع تحديد مسار الطريق وتحديد موقعه مع مراعاة الرجوع الى الطبيعة وذلك للتعرف على الشكل الواقعي والفعلي للطريق، وتم النقاش مع مهندس بلدية دورا بشأن الطريق.

### 3.2. اعمال استطلاعية

الغاية منه تحديد مسار أو أكثر يحقق غايات واهداف الطريق ويتم القيام بجولات استطلاعية من قبل أعضاء المجموعة، والاطلاع على الخرائط المتوفرة للمنطقة الذي يعين في معرفة الطبيعة عن الأماكن المناسبة لسير الطريق والتعرف على طبيعة المنطقة والتعرف على الانحدارات في الشارع، وأماكن تجمع المياه وذلك لمعرفة الأماكن التي تحتاج الى عبارات.

ومن الأمور المهمة التي يجب أخذها بعين الاعتبار الأهمية الاقتصادية للطريق والخدمات التي يقدمها الطريق أو يساهم في تطويرها، ومعرفة ميول الأرض التي سيمر منها الطريق ودراسة العوائق التي ستؤدي إلى إعاقة الطريق.

ويراعى عند اقتراح المسارات ما يلي:

- 1 تأثير المسارات على المجتمع اجتماعيا وبيئيا واقتصاديا.
- 2 تخفيض تكاليف الانشاء بقدر الإمكان عن طريق جعل المسار أقصر ما يمكن وامن ما أمكن.
- 3 ان تتناسب المسارات مع خطوط الكنتور وتجنب ابار المياه والانهار قدر الإمكان.
- 4 تأثير الطريق الجديد على الطرق الموجودة سابقا.
- 5 مراعاة النواحي الجمالية والرؤية ونواحي الأمان.
- 6 النواحي الجيولوجية ونوعية التربة بحيث تجنب المناطق السيئة ومراعاة الاستفادة من الجيد منها في الردم.
- 7 الاهتمام الرسمي والاتصال بالبلدية والتنسيق معها.



شكل رقم (1-2) بداية المشروع

## 4.2. اعمال الرفع التفصيلي

في بداية هذه المرحلة يقوم الفريق المساحي بعمل مضع يكشف قدر الامكان كل نقاط الطريق المقترح حيث أن الهدف من وراء عمل مضع يكشف نقاط الطريق هو تعيين إحداثيات وبالتالي مواقع نقاط جديدة انطلاقا من واستنادا إلى شبكة نقاط قديمة معلومة الإحداثيات بدقه كشبكة المتلثات أو المسح المتلثي أو نقاط ال

GPS بهذا تساهم أعمال المضلعات في تكثيف شبكات النقاط المعلومة ومن ثم يسهل ربط أعمال المساحة الأخرى بشبكة الإحداثيات العامة للدولة .

يتم بعد ذلك دراسة المخططات الطبوغرافية التي رسمت من الواقع ويتم تعديل المسارات حتى يتم التوصل الى أنسب مسار يحقق أفضل الشروط. وتم تنفيذ الأعمال التالية:

- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار وسنسال وغيرها من التفاصيل .
- اخذ مقاطع عرضية عند كل 20 متر من الطريق لاختيار انسب المناسيب والميول لأغراض التصميم والتنفيذ على يمين ويسار محور المشروع المقترح.
- رفع كافة تفاصيل الطريق.
- اختيار مسار الطريق بناء على ما هو موجود من معالم للطريق على ارض الواقع.

#### • طرق وأساليب الرصد المساحي باستخدام GPS :

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

- امكانية الجهاز المستخدم .
- عدد الأجهزة المتوفرة .
- الدقة المطلوبة في العمل.
- العدد المتوفر من المساحين .
- برنامج الحاسب الآلي المستخدم لمعالجة الأرصاد.
- الوقت اللازم لإنجاز المشروع.

ويمكن تقسيم طرق الرصد المساحي إلي:



شكل رقم (2-3) طرق واساليب الرصد المساحي.<sup>4</sup>

1. 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 ) ووحدة الرصد المتحركة ( Rover ) وهذه الطريقة تعطي دقة عالية جدا، وتستخدم في التالي :

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

2. 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 الوجدتين عن 20 كم.

<sup>4</sup> <https://www.gis-zaghlol.com/2019/07/GPS1.html>

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: -

أ- 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 مغلقا ، وتسجل أرصاد كل نقطة تحت رقم معين وتتم معالجة الأرصاد للحصول على احداثيات النقط المرصودة باستخدام برنامج الحاسب الآلي الخاص بالجهاز.

ب- الرصد المستمر (Continuous): -

وفيها ينتقل الراصد من نقطة إلى أخرى دون إغلاق الجهاز، بمعنى أن الجهاز مستمر في الرصد على الأقمار الصناعية ويسجل أرصادها أثناء حركة الجهاز في مساره وتتم معالجة الأرصاد للحصول على إحداثيات النقط باستخدام برنامج الحاسب الآلي الخاص بالجهاز. ويمكن بهذه الطريقة عمل خريطة كمنوتورية لمنطقة عن طريق تثبيت جهاز GPS على سطح سيارة مثلا 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.

• إنتاج خرائط كمنوتورية بدقة مقبولة لأعمال الدراسات التمهيدية للمشاريع الهندسية.

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 (اتجاه الشمال اتجاه القبلة ..... إلخ).

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 متاح قل الزمن اللازم للرصد.
  - التوزيع الهندسي للأقمار فكلما كان التوزيع الهندسي للأقمار جيد قل الزمن اللازم للرصد.
5. وتم التطرق في المشروع الى طريقة الرصد المتحرك اللحظي (Real Time Kinematic)
- الرصد المتحرك اللحظي (Real Time Kinematic):
  - هذه الطريقة يتم تزويدهما بوحدي إرسال لاسلكي فتقوم وحدة المرجع (Reference) باستقبال إشارات الأقمار الصناعية ومعالجتها لاستخلاص قيمة الخطأ في احداثيات 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 الودتين 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 الاحداثيات.
- الوحدات المتحركة (Rover Units) عبارة عن جهاز (GPS) او أكثر يتنقل فوق النقاط المراد رصدها ميدانياً.

- خدمة ال (GPRS) أو Data Call أو إشارات راديو: وهي عبارة عن اداة لنقل الاشارات المصححة من الجهاز الثابت الى الاجهزة المتحركة.
- معاملات التحويل (Transformation Parameters) للمنطقة المرصودة: وهي عبارة عن معاملات للتحويل من النظام العالمي WGS84 الى النظام المحلي سواء كان Cassini أو JTM ليتم الحصول على الاحداثيات بالنظام المحلي لحظيا في الميدان.  
الية 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 ، و يتم إدخال إحداثيات النقطة بالجهاز مباشرة.  
يقوم الجهاز بحساب التصحيح بين القيم المسجلة من الأقمار و بين الإحداثيات الفعلية للنقطة بالإضافة للتصحيات الاخرى ومن ثم يرسل مقدار التصحيح إلى الجهاز المتحرك فوق النقاط.  
يقوم الجهاز المتحرك باستقبال التصحيحات المرسله من المحطة المرجعية ليتم الحصول على احداثية مصححة بنظام WGS84 و عن طريق معاملات التحويل (Transformation Parameters) يقوم الجهاز بتحويل الاحداثية للنظام المحلي لحظيا و خلال ثوان.  
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.

## 5.2. العمل الميداني

الأجهزة والأدوات المستخدمة:

- 1 جهاز GPS Receiver نوع. SPECTRA SP60
- 2 شريط قياس (متر).
- 3 قلم ودفتر للملاحظات.
- 4 صورة جوية.

- قبل الذهاب الى الميدان يجب ان يكون لديك معلومات عن نوع الجهاز المستخدم وفي مشروعنا نحن بحاجة الى جهاز GPS ويجب التأكد عند اخذ الجهاز من انه يوجد فيه شحن كافي واخذ بطارية للاحتياط واخذ دفتر للملاحظات ورسم اسكتشات للشارع.

### خطوات العمل:

- 1 نقوم بتشغيل جهاز sp60
- 2 ضبط مشروع عمل على الجهاز وتم تسميته باسم المشروع وتم ضبط المشروع على نظام الإحداثيات الفلسطينية 1923 Palestine Grid.
- 3 نوصل الجهاز بالإنترنت.
- 4 بدء رصد نقاط control point وهي نقاط موزعة على طول المشروع بحيث يتم الرجوع الى هذه النقاط المرجعية من اجل التأكد من النقاط الأخرى ف المشروع، الرصد كان يوم الاربعاء الموافق 2020/10/28 ومدة الرصد كانت 15 دقيقة لكل نقطة ومن شروط توزيع نقاط ال control point ان يجب ان يكون موقع كل نقطه من النقاط كاشفه للنقطة السابقة واللاحقة. ويتم تعليم نقاط ال control point بتمثلت على الأرض وتربطها ب معلمين ثابتين على الأرض لحفظ موقعها او أي علامة لتسهيل الرجوع اليها. وفي هذا المشروع قمنا برصد 7 نقاط control point

Point	Easting	Northing	Elevation
1000	150266.510	120433.863	819.67
2000	151953.789	102323.950	776.00
3000	151512.735	120587.871	747.92
4000	151380.824	120631.452	708.509
5000	151074.311	120575.042	747.35
6000	152830.401	120620.683	743.455
7000	152674.832	120652.691	752.340

جدول رقم (1-2) جدول احداثيات نقاط control point

1. القيام بالرصد ورفع كافة المعالم التي على الطريق وعند رصد كل نقط يجب التأكد بأن الجهاز يوجد عليه الإشارة الخضراء ( انه لاقط ) واخذ مناسب للمقاطع العرضية كل 20متر  
بعد الانتهاء قمنا بإرجاع الجهاز للمكتب واخذ النقاط للبدء بأعمال التصميم على برنامج CIVIL من خلال تنزيل النقاط على صيغة CSV

## الفصل الثالث

### مشاكل الطريق والحلول المقترحة

1-3 المقدمة

2-3 تعريف بالمشاكل والعوائق وطرق حلها

1-2-3 عرض الطريق قليل في بعض المقاطع

2-2-3 لا يوجد تصريف لمياه الامطار

3-2-3 لا يوجد كهرباء

4-2-3 لا يوجد رصيف

5-2-3 عدم وجود مواقف للسيارات في الطريق

## الفصل الثالث: مشاكل الطريق والحلول المقترحة

### 1.1 مقدمة

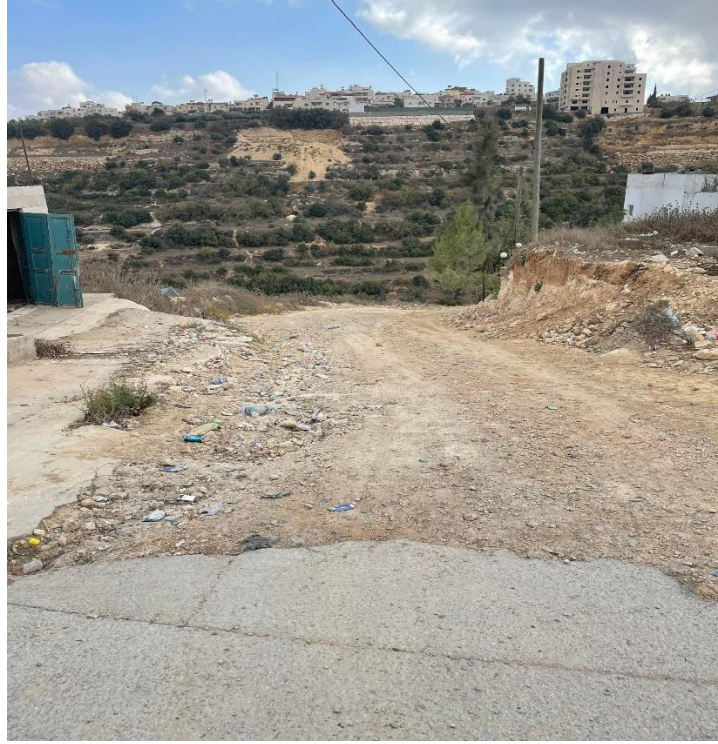
يعاني شارع الواصل بين منطقتي كريسة وطاروسا من بعض المشاكل والعوائق التي تعيق عملية التصميم للطريق وتنعكس على التخطيط الهيكلية والتنظيمي للطريق لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل والعوائق في الشارع والعمل جاهدين على إيجاد الحلول لها حيث تمت عملية دراسة وإيجاد الحلول لعوائق التصميم أولى الخطوات لوضع التصميم السليم 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 من ها والاقتراحات الممكنة لحلها.

### 2.3. تعريف بالمشاكل والعوائق وطرق حلها

- 1 عرض الطريق قليل.
- 2 لا يوجد تصريف لمياه الامطار.
- 3 لا يوجد كهرباء.
- 4 لا يوجد رصيف.
- 5 عدم وجود مواقف للسيارات في الطريق.

### 1.2.3 عرض الطريق قليل في بعض المقاطع

المشكلة الاولى في طريق الواصل بين منطقتي كريسة وطاروسا هي ان عرض الطريق غير كافي حيث يبلغ عرض الطريق من 6-8 متر في بعض المقاطع وهو غير كافي لمرور المركبات بأمان وايضا يعتبر طريق غير آمن حيث لا يترك مساحة للمشاة ولا يوجد عرض كافي للرصيف وهذه تعتبر مشكلة كبيرة حيث ان هذه المنطقة يذهبون اليها للاستجمام وتواجد اعداد من الناس.



شكل رقم (1-3) مشاكل الطريق

#### الحلول المقترحة:

لحل هذه المشكلة يجب تعريض الطريق بحيث يضمن المرور الامن وعمل مساحات للمشاة.

#### 2.2.3. لا يوجد تصريف لمياه الامطار

إحدى المشاكل الرئيسية في الطريق هي مشكلة تجمع مياه الأمطار في عدة مناطق على الشارع حيث يشكل الماء خطرا كبيرا على الطريق سواء إذا سقط عليها مباشرة والشارع الموجود غير مهيأ لاستقبال الامطار 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 المجاورة للشارع الى الطريق وتشكل خطر على المركبات والمشاة.

#### الحلول المقترحة:

يجب عمل احتياطات في التصميم لتصريف مياه الامطار وذلك عن طريق عمل ميلان في الطريق وعمل قنوات جانبية وقنوات عرضية في المناطق المنخفضة لتصريف المياه وايضا عمل حماية للطريق من الاراضي المحاذية ذات المستوى الاعلى من الطريق لمنع انجراف التربة الى الطريق.

### 3.2.3. لا يوجد كهرباء

الطريق يفتقد الى الخدمات الرئيسية مثل اضاءة الشارع والاشارات التنبؤية والتحذيرية وهذا يصنف الشارع على انه غير آمن حيث يكون مدى الرؤية متدني جدا ويشكل خطر على المركبات والمشاة والحيوانات بالإضافة انه لا يوجد اشارات تحذيرية للسائقين مثل المنعطفات او الاماكن الضيقة او مركبات زراعية تقطع الشارع وهي تتواجد بكثرة او اشارة تحديد السرعة لأنه شارع ترابي .

#### الحلول المقترحة:

سيتم الاخذ بعين الاعتبار في التصميم توزيع الاضاءة في الشوارع واماكن الاشارات التحذيرية وأنواعها بالإضافة الى تخطيط الشوارع حسب اللازم من خطوط منتصف الطريق والمداخل والمخارج وخطوط المشاة وغيرها.

### 1.2.3. لا يوجد رصيف

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.

#### الحلول المقترحة:

سيتم تصميم رصيف مناسب من الجهتين للمشاة وبعرض مناسب وباستعمال مواد مناسبة كالأحجار او الباطون وحمايتها من المياه والانجرافات.

### 5.2.3. عدم وجود مواقف للسيارات في الطريق

إن الطريق المستهدف لا يحتوي على مواقف سيارات ويكون عرض الطريق القائم غير مناسب 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.

#### الحلول المقترحة:

بما أن العرض المراد تصميم الطريق عليه 12م فيقترح تخصيص عرض مناسب بكلا الاتجاهين أو احدهما يخصص كموقف سيارات وذلك يسهل الحركة على الطريق ويعمل على فصل السيارات الواقفة عن حركة الطريق.

## الفصل الرابع

### العد المروري والإشارات المرورية

- 4-1 حجم المرور
- 4-1-1 غرض العد المروري
- 4-1-2 طرق العد المروري
- 4-1-3 فترات العد
- 4-2 السير الحالي والمستقبلي
- 4-3 عمر الطريق
- 4-4 سعة الطريق
- 4-5 اشارات المرور المستخدمة
- 4-5-1 انواع الاشارات
- 4-5-2 مواصفات الاشارات
- 4-6 علامات المرور
- 4-6-1 اهداف علامات المرور
- 4-6-2 الشروط الواجب توفرها في العلامات
- 4-6-3 انواع علامات المرور في الطريق

## الفصل الرابع: التحليل المروري للطريق

### 1.4. 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 مستقبلا 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 الى وحدات مرور مكافئة لعربة التصميم (equivalent passenger car) بحيث يتم التصميم الهندسي للطريق على أساسها وعادة يكون لهذه المركبة عدد محاور واوزان محددة، ولمعرفة حجم المرور لا بد من القيام بتعداد المركبات حيث أن العدد يختلف من ساعة الى ساعة ومن يوم لأخر ومن شهر الى اخر خلال السنة لذلك لا بد من عمل التعداد على مدار ساعات النهار خلال اليوم الواحد على مدار العام للتوصل الى 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).

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

**ADT:** متوسط الحركة اليومية أو ADT ، وأحيانًا يعني أيضًا 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 وهندسة النقل. وهو إجمالي حجم حركة مرور السيارات على الطريق السريع أو الطريق لمدة عام مقسومًا على 365 يومًا.

#### 1.1.4 الغرض من العد المروري:

- قياس حجم وتركيب المرور في الوقت الحالي وتحديد حجم المرور المنتظر مستقبلا 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 مستقبلا.
- 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 طرقا 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.

#### 2.1.4 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 ( شحن ، سيارة عائلية ، سيارة أجرة ، تراكتور ، 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، والخرائط 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.

#### 3.1.4. 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 واجراء العد المروري على الطريق وتسجيل القراءات، عدد المركبات بجميع أنواعها كل 15 دقائق، حيث تم اجراء العد المروري للطريق من الساعة 8 صباحا الى الساعة 2 ظهراً وكانت النتائج كما يلي:

الزمن	يوم الأحد		يوم الثلاثاء		يوم الخميس		
	PC	HV	PC	HV	PC	HV	
8.00-8.15	24	5	30	3	27	4	فترة صباحية
8.15-8.30	20	0	32	4	33	1	
8.30-8.45	35	6	35	1	29	1	
8.45-9.00	10	4	22	1	34	2	
9.00-9.15	16	3	10	4	28	3	
9.15-9.30	12	4	12	2	22	3	
9.30-9.45	20	0	20	3	21	2	
9.45-10.00	34	2	32	2	21	1	
12:00-12:15	25	4	27	3	25	1	فترة مسائية
12:15-12:30	33	8	33	4	34	2	
12:30-12:45	27	8	31	3	31	1	
12:45-1:00	26	6	17	1	27	2	
1:00-1:15	39	2	24	2	24	1	
1:15-1:30	33	5	22	3	22	3	
1:30-1:45	21	3	27	4	27	3	
1:45-2:00	27	4	30	3	34	2	
Total Volume	402	64	404	43	439	32	

شكل رقم (4-1): القراءات الخاصة بالعدد المروري

متوسط عدد المركبات لكل ساعة		الأيام
HV	PC	
16	101	الأحد
11	101	الثلاثاء
8	110	الخميس

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

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

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

- ❖ عدد المركبات الكلي = (عدد السيارات الصغيرة × 1 + عدد الشاحنات × 3) ..... (1)
- ❖ سيارات PC =  $104 = 3 / (1 * (109.75 + 101 + 100.5))$  ..... (2)
- ❖ سيارات HV =  $35 = 3 / 3 * (8 + 10.75 + 16)$  ..... (3)
- ❖ متوسط عدد المركبات الكلي =  $139 = 35 + 104$  مركبة ..... (5)
- ❖ معدل المرور اليومي ADT =  $24 * 139 = 3336$  سيارة / يوم ..... (6)
- ❖  $AADT = 3336 * 50 / 365 = 456.98$  ..... (6)

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

$$\diamond \text{ معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة} = 3336 * 2.5 = 8340 \text{ سيارة / يوم} \dots\dots\dots (7)$$

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 ( 0.15– 0.25 ) ويرمز لها بالرمز k ، لذلك فإن معدل مرور المركبات للساعة التي يتم أخذها بالتصميم يمكن إيجاده من المعادلة (8):

$$\diamond \text{ عدد المركبات في الساعة التصميمية} = D.H.V \min \times D \times k = \text{معدل المرور اليومي} \dots\dots\dots (8)$$

$$= 3336 \times 0.15 \times 0.65 =$$

$$= 325 \text{ سيارة/ ساعة.}$$

$$= 3336 \times 0.25 \times 0.8 = D.H.V \max$$

$$= 667 \text{ سيارة/ ساعة.}$$

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 ( $N_{20}$ ) تعطى بالعلاقة رقم (10):

$$N_{20} = 525/667 = \text{مسربين لكل اتجاه} \dots\dots\dots (10)$$

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 :-

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

$$PHF = \frac{137}{4*41} = 0.835 , (0.25 \leq PHF \leq 1)$$

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

#### 2.4 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.

### 3.4 عمر الطريق:

إن جميع العوامل من زيادة حجم السكان وحجم السير تدل على أنه لا يمكن تخطيط وتصميم الطريق بناء على حجم السير الحالي وإنما يتم التصميم بناءً على عمر مستقبلي للطريق مثلاً 10 أو 15 أو 20 عاماً ليستوعب حجم المرور خلال هذه الفترة، وبعدها تصبح الطريق غير ملائمة وبحاجة إلى إعادة تأهيل. إن تصميم الطريق لفترة قصيرة يؤدي إلى الحاجة المستمرة لإعادة التأهيل، أما التصميم لفترة زمنية طويلة يسبب زيادة التكاليف بشكل كبير، ولكن يقلل من المجهود بالمقارنة مع التصميم لفترة قصيرة، حيث تم تصميم الطريق بناء على عمر مستقبلي 20 سنة.

### 4.4 سعة الطريق:

تعرف السعة للطريق على أنها العدد الأقصى من المركبات التي لها توقع معقول بالمرور على الطريق خلال فترة زمنية معطاة وتحت الظروف السائدة للطريق والمرور. وتعتمد سعة الطريق على حجم وتركيبية المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور. وتعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول (5-6) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات هيئة أشتوا الأمريكية (AASHTO)

السعة (سيارة خاصة / ساعة)	نوع الطريق
2000 (لكل حارة)	طريق سريع
3000 (الإجمالي في الاتجاهين)	طريق بحارتين
4000 (الإجمالي في الاتجاهين)	طريق ذو ثلاث حارات

جدول (5-4): سعة الطريق حسب مواصفات هيئة أشتو (AASHTO)<sup>5</sup>.

### 5.4 إشارات المرور المستخدمة:

نظراً لأهمية تنظيم وتوحيد أساليب المرور في جميع دول العالم حتى يتفهمها 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.

<sup>5</sup> AASHTO (2004).

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

#### 1.5.4. 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 (4-2).

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

الشكل (4-2): إشارات المنع المستخدمة في الطريق<sup>(6)</sup>

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

3- إشارات إرشادية<sup>[2]</sup>: 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 .

<sup>6</sup>وزارة النقل والمواصلات الفلسطينية.

						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

الشكل (3-4): بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق<sup>7</sup>

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

معنى الإشارة	الإشارة
أعط حق الأولوية لحركة السير على الجهة المقابلة	 قف
لا يجوز السير بسرعة تزيد عن السرعة المحددة في الشاخصة	 سرعة خاصة <sup>4</sup>

الشكل (4-4): بعض إشارات الأوامر المستخدمة في الطريق<sup>8</sup>

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.

<sup>7</sup> وزارة النقل والمواصلات

<sup>8</sup> وزارة النقل والمواصلات

#### 2.5.4. 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 انتباهه 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 (4-6): المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة<sup>9</sup>

<sup>9</sup> دليل السلامة المرورية على الطرق في فلسطين

## 6.4. 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 ولتمنع 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.

### 1.6.4. 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 الزاهب 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.

### 2.6.4. 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 ليلا أو نهارا
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 "سهلة الفهم".
5. أن تكون هذه العلامات مرئية وواضحة من مسافة كافية حتى تحمي مستخدميها.

### 3.6.4. أنواع علامات المرور في الطريق:

#### • الخطوط:

تكون الخطوط بعرض 10 سم، 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 خطرا على السير الذهاب ، يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذهاب ، 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 خوفا 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 عن 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.

## الفصل الخامس

### الفحوصات المخبرية والتصميم الإنشائي للطريق

1-5 المقدمة

2-5 التصميم الإنشائي للطريق

3-5 العوامل المؤثرة على التصميم

1-3-5 الأنواع الأساسية للرصيف

2-3-5 العوامل المؤثرة على التصميم حسب الاشتراطات 2004

4-5 تصميم الرصيف المرنة

5-5 عينات التربة

1-5-5 أماكن استخراج العينات

2-5-5 تجربة الكثافة العظمى

3-5-5 طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا

## الفصل الخامس: الفحوصات المخبرية والتصميم الإنشائي للطريق

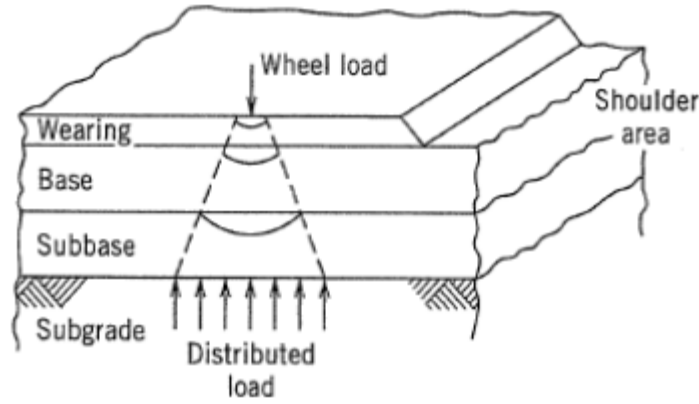
### 1-5 المقدمة:

التربة: هي الطبقة السطحية الهشة او المفتتة التي تغطي سطح الأرض. تتكون التربة من مواد صخرية مفتتة خضعت من قبل للتغيير بسبب تعرضها للعوامل البيئية والبيولوجية والكيميائية ومن بينها عوامل التجوية وعوامل التعرية. ومن الجدير بالذكر أن التربة تختلف عن مكوناتها الصخرية الأساسية والتي ترجع السبب في تغييرها لعمليات التفاعل التي تحدث بين الاغلفة الأربعة لسطح الأرض وهي الغلاف الصخري والغلاف المائي والغلاف الجوي والغلاف الحيوي. ونستنتج من ذلك ان التربة تعد مزيجا من المكونات العضوية والمعدنية التي تتألف منها التربة بين حبيباتها المتفككة بفجوات مسامية (أو تعرف بمسام التربة) وهي بذلك تشكل هيكل التربة الذي تملؤه هذه المسام. وتتضمن هذه المسام المحلول المائي(السائل)والهواء(الغاز). ووفقا لذلك فإنه ينبغي أن يتم التعامل غالبا مع أنواع التربة على اعتبار أنها نظام يتألف من ثلاث اطوار. وتتراوح كثافة معظم أنواع التربة بين 1 و 2 جرام /سم مكعب . كما تعرف التربة أيضا باسم الأرض وهي المادة التي اشتق منها كوكب الأرض الذي نحيا عليه . هذا ويتم عمل عدة فحوصات للتربة لفحص قوة تحملها للضغط والاحمال .

### 2-5 التصميم الإنشائي للطريق :

هي عبارة عن إيجاد مكونات الطبقات وسمكاتها ومواصفاتها حتى تتمكن من تحمل الاحمال المحورية للمركبات المتحركة على الطريق.

يعتبر التصميم الإنشائي لأي مشروع طرق اللبنة الأساسية التي تمثل قوة المشروع وعمره التشغيلي، والمتمثلة بتحديد سماكة رصفات المشروع، والتي تعتمد على نوع وحجم المرور وعمر التصميم والذي يكون عادة بحدود عشرين عاما، وتنقسم أنواع الرصفات إلى ثلاث أنواع: الرصف المرن (Flexible pavement) والذي يتمثل بالطرق الإسفلتية وهو النوع المستخدم في المشروع ، والنوع الصلب ( Rigid pavement ) والمتمثل في الطرق الخرسانية والتي تعمل كجسر محمل على الأرض وعليه أحمال حية ووزنه كحمل ميت، والنوع المركب(Composite Pavement) والممثل في الطرق التي تحتوي أسفلت وخرسانة أي مركبة ، وسيتم استعراض كيفية تصميم الرصفة المرنة مع تطبيق المشروع كمثال على التصميم.



الشكل (1-5) : طبقات الطريق

### 1-3-5 الأنواع الرئيسية للرصف:

#### الرصف القاسية: ( Rigid Pavement )

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

#### الرصف المرنة: (Flexible Pavement)

وهي التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي مهما اتخذ هذا السطح من أشكال وتدرجات وهذه الطريقة هي الأكثر شيوعا واستخداما في بلادنا وسوف يتم استخدامها في مشروعنا هذا.

وتوجد على نوعين:

- رصفة تلفورد: وذلك بحيث تحدد الرصفة وتبنى اطارييف بأحجار تسمى حجارة الشك ثم يتم رصف الطريق بحجارة سماكة 20 سم وتعبا الفراغات بحصى صغيرة ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات ومن ثم يرش اسفلت بدرجة غرز 80% وبمعدل 4 كيلو على المتر المربع.
- رصفة الفرشيات: يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصفة بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البيسكورس وفرشا بالسلك المطلوب وهذه الطريقة هي الأكثر استخداما في عملية الرصف.

## 2-3-5 العوامل المؤثرة على التصميم حسب (AASHTO(2004) :

عند التصميم الإنشائي للطريق يتم اخذ بعين الاعتبار مجموعة عوامل منها:

1. الحجم المروري.

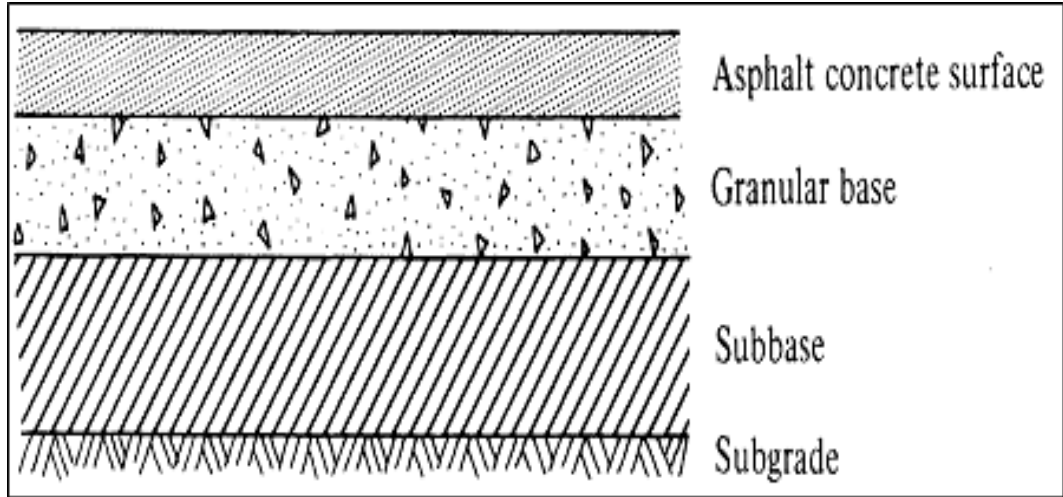
2. نوع المرور والمركبات التي تستخدم هذا الطريق بشكل عام.

3. خصائص التربة وفحوصاتها والتي تم توضيحها سابقا.

4. العوامل البيئية لمنطقة الطريق.

حيث تم الاخذ بعين الاعتبار جميع العوامل السابقة في عملية التصميم الإنشائي للطريق.

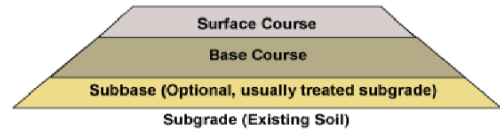
الشكل التالي يمثل طبقات الرصفة المرنة والمتمثلة بالقاعدة الترابية طبقات الرصفة المرنة والمتمثلة بالقاعدة الترابية وطبقة ما تحت الأساس (SUB BASE COURSE) وطبقة الأساس (COURS BASE) وطبقة الإسفلت



(SURFACE ASPHALT) والتي يجب تصميمها بحيث تعطي كل منها القوة التي يجب أن تتحملها  
الشكل (2-5) : طبقات الرصفة المرنة

## Flexible Pavement

1. Asphalt concrete
2. Base (stabilized, unbound)
3. Subbase (stabilized, unbound)
4. Subgrade (stabilized, natural)



الشكل (3-5) : طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة من العناصر:

• الطبقة الترابية: (Sub Grade)

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

• طبقة ما تحت الأساس ((Sub Base):

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

• طبقة الأساس (Base Course):

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

• طبقة الإسفلت (Surface Course):

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

4-5 تصميم الرصفة المرنة:

حيث تم اتباع طريقة AASHTO لتصميم الرصفة المرنة.

1-4-5 العناصر التي يعتمد عليها التصميم:

- 1- الأحمال التصميمية (Design Loads).
- 2- الحمل المكافئ لمحور مفرد ((Equivalent Single Axle Load (ESAL)).
- 3- معامل حمل المحور المكافئ ((Axle Load Factor (LF)).

- 4 العامل المناخي (Climate factor).
- 5 قيمة (S-soil support value).
- 6 الرقم الإنشائي (Structure Number (SN))
- 7 معاملات الطبقات (Structure Layers Coefficients (a1, a2, a3)) طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا (CBR).

حساب الحمل المكافئ لمحور مفرد (Equivalent Single Axle Load (ESAL))  
The Equivalent Single Axle Load (ESAL) can be determined using equation

عند تصميم أي طريق يجب ان تكون بيانات احجام واحمال المرور المتوقعة متوفرة لعملية التصميم الانشائي للطريق وقد تم اخذ احجام المرور الواقعة على طريق المشروع من الفصل السابق (حجم المرور).  
يعرف الحمل المكافئ لمحور مفرد على انه حمل قياسي على محور مفرد يسبب إثر في الرصف عند موضع محدد فيه مساويا لما يسببه حمل المحور المعني في نفس الموضع المحدد.

• معامل حمل المحور المكافئ:

المعامل المكافئ لحمل المحور لمركبة ما هو نسبة التأثير لكل مرة تمر فيها المركبة على رصف معين الى التأثير الذي يحدثه مرور الحمل المحوري المفرد القياسي على نفس الرصف ويتم التعبير عن عد مرات تكرار الحمل الذي يؤدي الى وصول الرصف لنهايته المقبولة بصلابة طبقة الرصف ويتم التعبير عن صلابة طبقات الرصف بالرقم الانشائي (SN) ويكون مستوى الخدمة النهائي (PT) للطرق الرئيسية (ذات المرور الثقيل) مساويا 2.5 والطرق المحلية والثانوية (ذات المرور المتوسط) مساويا 2.00 بينما القيمة الابتدائية لدليل مستوى حالة الرصف بعد الانتهاء من تنفيذ الرصف مباشرة تتراوح قيمتها بين 4.2 الى 4.5 تبعا لجودة التنفيذ القيمة النهائية هي اقل مستوى حالة يسمح به في نهاية فترة التحليل وذلك قبل اللجوء لعمل أي نوع من أنواع الصيانة الجسيمة كالتغطية او إعادة الانشاء.

حيث ان:

PSI=Present serviceability index.

وتتراوح قيمتها من 0 الى 5 وتشتمل على الاتي:

(initial serviceability index(pi) & terminal serviceability index(pt)

Pi=4.5 للظروف الجيدة.

(for lower class 2 للطريق متدني المستوى (for major highway) الرئيسية Pt=2.5  
Highways) القيمة الحالية لدليل مستوى حالة الرصف موضحة في المعادلة:

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

### Equivalent Single Axle Loads=ESALs=ADT.GF.T.A.LF.365

Where:

ESALs: number of repetitions of single axle load 18 kip (18000 id) (80 KN)

ADT: average annual daily traffic for all axes

GF: growth factor in traffic volume

T: percent of trucks in design lane

A: percent of axle load

LF: axle load facto

"LF" is determine using Table (3-5)

"GF" is determine using Table (2-5)

"T" is determine using Table(1-5)

يتم اختيار معامل T من الجدول التالي:-

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

الجدول (1-5) : قيمة معامل T

اما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على 4 مسارب في الاتجاهين (أي مسربين في كل اتجاه) فنؤخذ القيمة T المقابلة للرقم 2 من الجدول السابق فتكون (T = 50%).

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

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

الجدول (2-5) قيمة معامل Gf

- عند تصميم الطرق عادة يتم اعتباران صلاحية الطريق 20 عاما مستقبليا، وتوقع نسبة الزيادة السنوية 4 % فتكون قيمة  $Gf = 29.78$ .
- أما AADT فتؤخذ من الحسابات في الفصل السابق (متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد) = 456.98 سيارة / يوم.
- وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات ومتوسط عدد المركبات لكل ساعة من الجداول (3-5) و(4-5).

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	lb	Single Axle	Tandem Axle	KN	lb	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	2.29
8.9		0.00018		187.0	42,000	25.64	2.51
10		0.0003135					
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430		213.5	48,000	44.50	4.17
40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	4.51
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		5.23
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		5.63
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		6.04
62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		6.93

84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		9.01
89.0	20,000	1.51	0.1206	267.0	60,000		9.59
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		10.20
97.8	22,000	2.18	0.180	275.8	62,000		10.84
100		0.198089					
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		11.52
106.8	24,000	3.03	0.260	284.5	64,000		12.22
110		0.29419					
111.2	25,000	3.53	0.308	289.0	65,000		12.96
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		13.73
120.0	27,000	4.71	0.426	298.0	67,000		14.54
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		15.38
129.0	29,000	6.14	0.572	307.0	69,000		16.26
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		17.19
138.0	31,000	7.88	0.753	316.0	71,000		18.15
142.3	32,000	8.88	0.857	320.0	72,000		19.16
146.8	33,000	9.98	0.971	325.0	73,000		20.22
151.2	34,000	11.18	1.095	329.0	74,000		21.32
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000		22.47
160.0	36,000	13.93	1.38	338.0	76,000		23.66
164.5	37,000	15.50	1.53	342.5	77,000		24.91

169.0	38,000	12.20	1.70	347.0	78,000		26.22
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000		27.58
178.0	40,000	21.08	2.08	365.0	80,000		28.99

جدول (3-5) : متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة

### تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)

متوسط عدد المركبات لكل ساعة		الأيام
HV	Pc	
16	101	الأحد
11	101	الثلاثاء
8	110	الخميس
12	104	المتوسط
10.4%	89.6%	النسبة المئوية من العدد الكلي

جدول (4-5) : متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة

- PC ( 10 kN / axle)=89.6%
- HV (110 kN / axle) =10.4%

❖ معدل المركبات المتوقع مرورها من الطريق المراد تصميمه هو 457 سيارة / يوم.

- # PC = 457 \* 89.6% = 409.5 pc/day
- # HV = 457 \* 10.4% = 47.5 HV/day

❖ ولتحويل كل أنواع المركبات إلى سيارات شخصية حسب الجدول التالي حتى يسهل التعامل معها بالحسابات:

- 410 PC = 410 PC
- 48 Truck = 120 PC

Vehicle type	Equivalency factor(E)
PC (السيارات الشخصية)	1 PC
Bus (حافلات)	2PC
Truck (شاحنات)	2.5 PC

جدول (5-5): وزن المركبات بالنسبة للسيارة الشخصية

❖ وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على هذه الأحمال من الجداول السابقة باستخدام (interpolation).

- Load equivalency factor for a PC ( $f_{E(PC)} = 0.0003135$  (single axle)
- Load equivalency factor for a HV ( $f_{E(HV)} = 0.29419$  (tandem axle)

#### قيمة الحمل المكافئ لمحور مفرد (ESALs):

لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة التالية كل على حده ومن ثم (ESAL) وبعد ذلك تحسب قيمة تجمع القيم الثلاث لنحصل على: (Total ESAL):

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

$$ESAL(PC) = 410 \times 29.78 \times 0.5 \times 4 \times 0.0003135 \times 365 = 2794.273$$

$$ESAL (HV) = 120 \times 29.78 \times 0.5 \times 4 \times 0.29419 \times 365 = 767461.69$$

$$ESAL TOTA = 770255.963$$

## 5-5 عينات التربة:

### 1-5-5 أماكن استخراج العينات :

تستخرج العينة الأولى من سطح الأرض مباشرة وتستخرج العينات الأخرى عند كل تغير للطبقات.

### 2-5-5 تجربة الكثافة العظمى (Proctor compaction test)

#### الهدف من التجربة:

تحديد مقدار الكثافة العظمى للتربة ومقدار محتوى الماء المثالي من أجل فحص نسبة تحمل كاليفورنيا.



الشكل (5-5): الفريق اثناء عمل التجارب

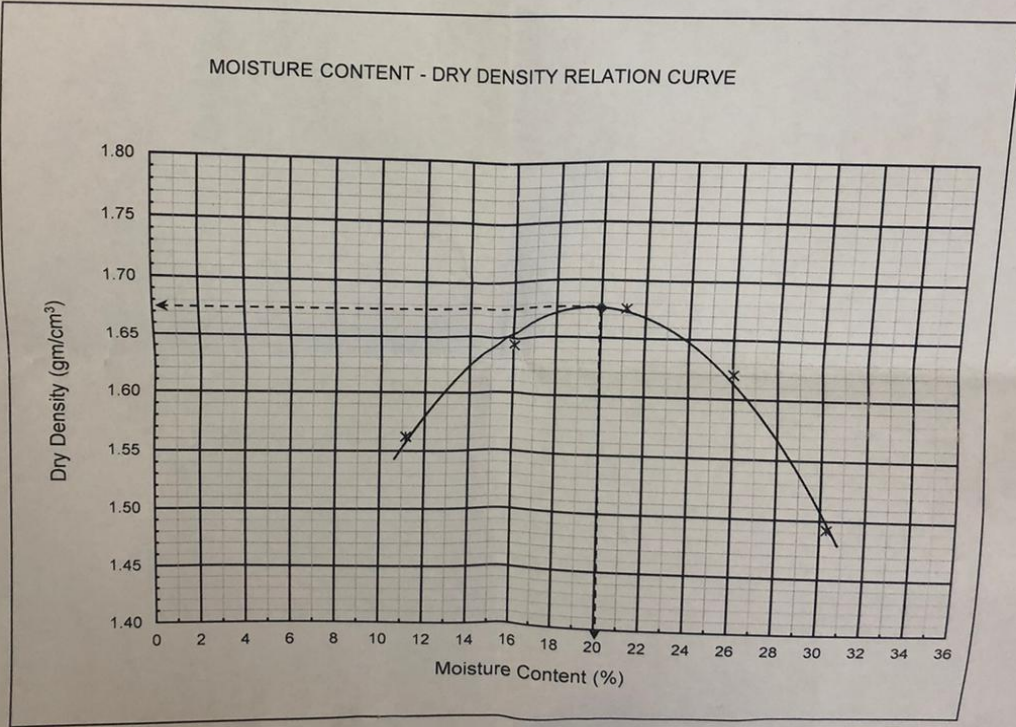
### 3-5-5 طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا (CBR) :

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

القرارات والناتج:

Moisture - Density Relation

Determination No.		1	2	3	4	5
Wet Density	gm/cm <sup>3</sup>	1.737	1.908	2.030	2.042	1.945
Moisture Content	%	11.2	16.0	21.1	26.0	30.3
Dry Density	gm/cm <sup>3</sup>	1.562	1.644	1.676	1.620	1.492



Maximum Dry Density	1.676 gm/cm <sup>3</sup>
Optimum Moisture Content	20.0 %

الشكل (5-6) : صورة لنتائج التجربة



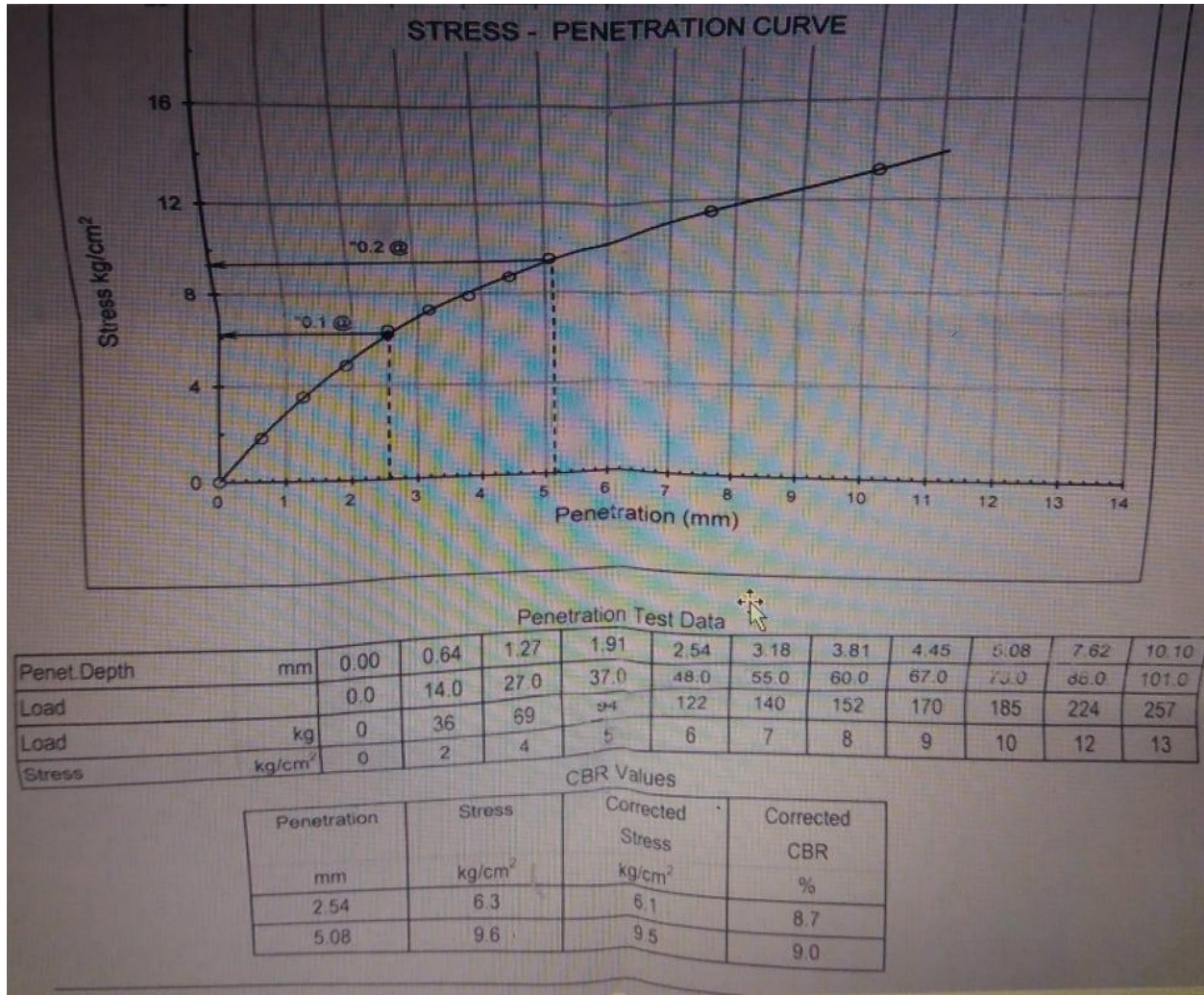
الشكل (5-7) : جهاز تجربة الكثافة العظمى

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

الجدول (5-6) : قيمة تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد ونظام ASSHTO

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

الجدول (5-7) : قيم الطبقات ونسبة كاليفورنيا لها



الشكل (8-5) : صورة لنتائج التجربة

CBR @ 2.5 mm =8.7%

CBR @ 5.0 mm =9.0%

الأكبر عند غرز 5ملم إذ يتم اعتمادها كقيمة للمشروع وهي 9.0% CBR وبما أن قيمة

- نتيجة: تربة المشروع تصلح لتكون تحت الأساس حسب النظام الفلسطيني.

### 3- حساب العامل المناخي:

العامل المناخي = حسب النظام الفلسطيني.

### 4- حساب سماكة طبقات الرصف:

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

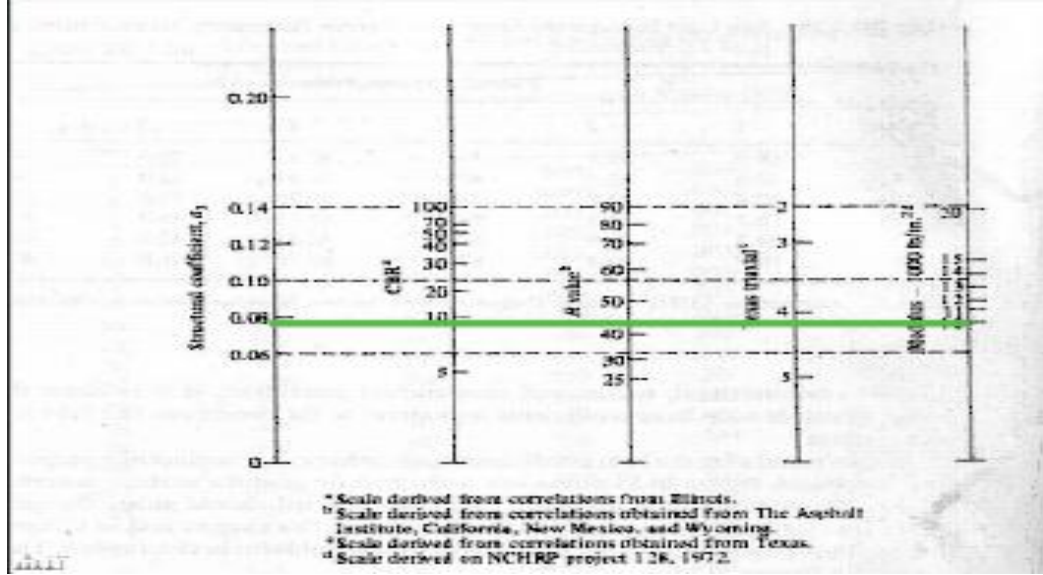
#### \*معامل الرجوعية :

يعتبر معامل الرجوعية مقياساً لمقاومة أي طبقة من طبقات القطاع الإنشائي للرصف والتي يمكن تحديدها بدءاً من طبقات تربة التأسيس فالأساس المساعد ثم الأساس فطبقات الرصف الإسفلتية ويتم إيجاد قيمة هذا المعامل عن طريق إجراء التجارب المعملية المناسبة لكل طبقة وحسب نوع المواد المستخدمة في هذه الطبقات . وعموماً في حالة عدم التمكن من إجراء مثل هذه التجارب يمكن تقدير قيمة تقديرية لهذه المعاملات بناء على نتائج اختبارات نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) والتي تعتبر من التجارب الشائعة في معظم معامل الطرق ، فبالنسبة لتربة التأسيس تكون العلاقة بين معامل الرجوعية (Mr.) ونسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) كالاتي :

$$Mr = 1500 \times CBR \text{ PSI} \dots\dots\dots(5.1)$$

#### \*قيمة الرجوعية لطبقة الأساس:

من الشكل التالي يتم رسم خط مستقيم ثابت عند قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا الخاصة بالأرض الطبيعية لاستخراج قيمة الرجوعية الخاصة بطبقة الأساس.

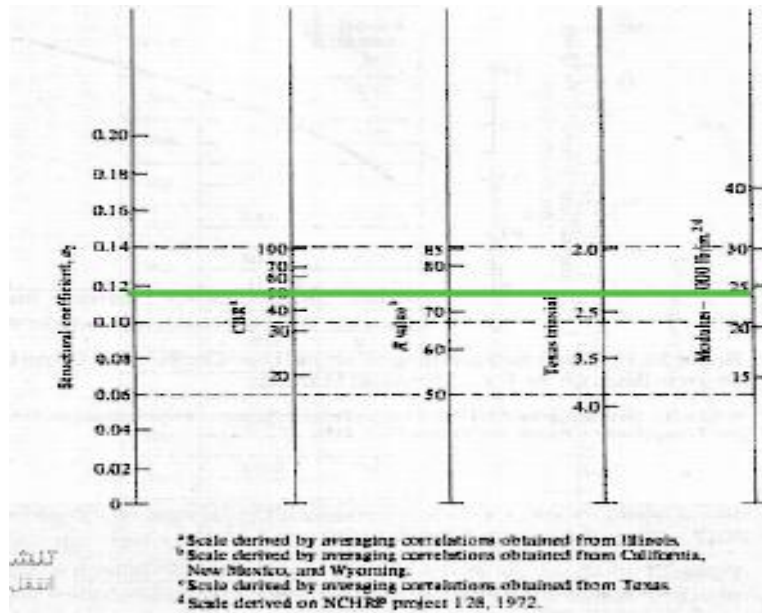


شكل (9-5) : قيمة الرجوعية لطبقة الأساس

بما أن قيمة تحمل كاليفورنيا تساوي 9.0% فإن قيمة

MR لطبقة الإسفلت تساوي  $10^3 \text{ psi} * 10$  تساوي

من الشكل التالي يتم رسم خط مستقيم ثابت عند لاستخراج قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا الخاصة بطبقة الأساس الخاصة بطبقة الإسفلت.



شكل (10-5): قيمة الرجوعية لطبقة الإسفلت

وبما أن قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا CBR بعد إجراء التجربة كانت 9، سوف يتم التصميم على أسوأ الظروف في الموقع أي عند قيمة = 5.0.

بما أن قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا CBR تساوي 50 فإن قيمة MR تساوي  $24 * 10^3 \text{psi}$

**الانحراف المعياري العام (Estimated overall standard deviation):**

ويعود إلى التباين في توقعات حركة المرور و الاختلاف في أداء رصفه الطريق خلال فترة تجهيز التصميم و يتم الحصول عليها من الجدول (5-10)

نوع الطريق	$S_o$
طريق مرنة (Flexible pavement)	0.5-0.4
طريق صلبة (Rigid Pavement)	0.4-0.3

**جدول (5-8) : الانحراف المعياري حسب نوع الطريق**

وبما أن الطريق مرنة، تم اعتبار قيمة الانحراف المعياري مساوية (0.5).

## (SN): الرقم الإنشائي

وهو عبارة عن رقم دللي ناتج من تحليل المرور وتربة التأسيس والقدرة على تصريف المياه من الطبقات والذي يمكن تحويله إلى سمك الطبقات المختلفة لطبقات الرصف المرن عن طريق استخدام معاملات الطبقات والتي تعتمد على أنواع المواد المستخدمة في طبقات الرصف المختلفة ومعامل الطبقة يعرف برمز  $a_1$  ,  $a_2$  ,  $a_3$  لطبقات السطح والأساس وتحت الأساس على الترتيب وهو عبارة عن العلاقة بين الرقم الإنشائي للرصف وسمك الطبقة بالبوصة

وهو يمثل القدرة النسبية للمادة المستخدمة في كل طبقة من طبقات الرصف والتي تشارك في القوة الإنشائية لقطاع الرصف ككل ويتم توزيع الرقم الإنشائي (SN) كالآتي :

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * m_2 * D_2 + a_3 * m_3 * D_3 \dots \dots \dots (5.2)$$

الرمز	التسمية
SN	Structural Number
$a_1, a_2, a_3$	layer coefficients representative of surface, base course, and sub base respectively
$D_1, D_2, D_3$	actual thickness, of surface, base course, and sub base respectively
$m_i$	drainage coefficient for layer i

جدول(5-9) : تسميات رموز معادلة الرقم الإنشائي

$D_1, D_2, D_3$  هي سمك الطبقات المختلفة بينما  $m_2, m_3$  حيث تمثل معاملات تصريف الأمطار من طبقتي الأساس و تحت الأساس على الترتيب ومعامل الطبقة لكل من طبقتي الأساس ( $a_2$  و تحت الأساس  $a_3$ ) يمكن ربطهما مباشرة بنتائج اختبارات تحمل كاليفورنيا ((CBR والتي يتم إجراؤها تحت أسوأ الظروف المتوقعة في الموقع أما معامل الطبقة السطحية الإسفلتية فيتم ربطه بمقدار معامل الرجوعية لها عند درجة حرارة 20 مئوية. يبين الجدول(5-10) قيم هذا المعامل المقابل لقيم مختلفة من معامل المرنة أما المعامل  $m_i$  والذي يعكس مقدرة طبقتي الأساس على تصريف الامطار فيتم تقديرها

على أساس سرعة تصريف المياه من الطبقة وعموما يمكن القول ان درجة التصريف جيدة اذا تم التخلص من المياه خلال 24 ساعة أما إذا احتفظت الطبقة بالمياه لمدة شهر فتعتبر درجة التصريف ضعيفة كما هو موضح في الجدول (5-11).

$m_i$  فيتم تحديدها حسب ظروف التشغيل والجدول (5-10) يبين ذلك أما قيمة:

تزال الماء خلال:	جودة التصريف
ساعتين	ممتاز
يوم واحد	جيد
أسبوع واحد	مقبول
شهر واحد	ردئ
الماء لا تتصرف	ردئ جدا

جدول (5-10): تعريف جودة التصريف.

PERCENT OF TIME PAVEMENT STRUCTURE IS EXPOSED TO MOISTURE LEVELS APPROACHING SATURATION				
quality of drainage	less than 1 percent	1-5 percent	5-25 percent	greater than 25 percent
excellent	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
good	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
fair	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
poor	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
very poor	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

جدول (5-11) : معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق  $m_i$

بالنسبة لطريق المشروع تتصرف المياه عن سطح الطريق خلال أسبوع واحد وبمستوى رطوبة (Moisture level) مساوي 20% ، أي قيمة  $m_i$  مساوية 0.8، أي قيمة (.)

\*موثوقية تصميم الرصفة المرنة:

(R) أي يرمز لها بالرمز ( Reliability ) وهي التي تحدد مستويات الضمان المقاطع الطريق المصممة لبقائها على قيد الحياة خلال الفترة التصميمية والجدول (5-13) يوضح مستويات الموثوقية الأنواع مختلفة من الطرق:

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

جدول (5-12) : مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق

ZR والجدول (5-12) يوضح الانحراف المعياري ( في قيم الموثوقية لتصميم الرصفة المرنة.

ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية اعتبار أن الطريق التصميم طريق محلي جدول (5-12): قيم وبالتالي فان مستوى الموثوقية تساوي 0.80

RELIABILITY (R%)	STANDARD NORMAL DEVIATION (ZR)
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

جدول (5-13): المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطريق في فلسطين و الأردن.

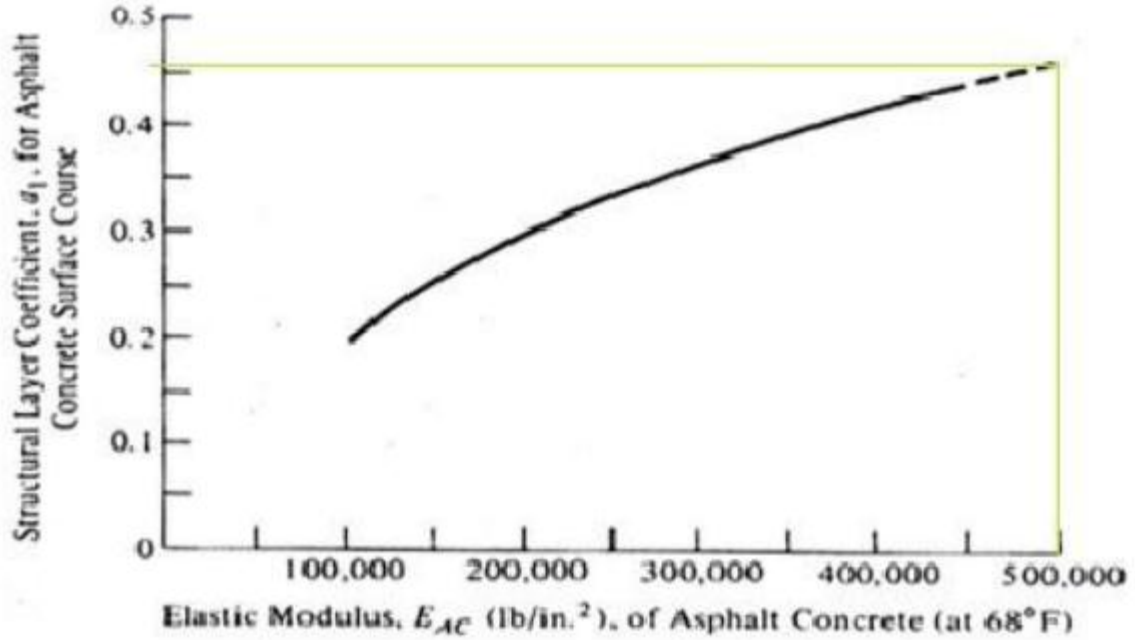
القيمة ZR وبأخذ مقدار الثقة 80% ، فان القيمة تساوي 0.841

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 (5-14): المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطريق في فلسطين و الأردن

وأما بالنسبة لطبقة البيسكورس فسيتم استخدام مواد لا يقل CBR الخاص بها عن 50%.

والأشكال (5-8) و (5-9) تبين معامل طبقة الإسفلت Asphalt و معامل طبقية Base

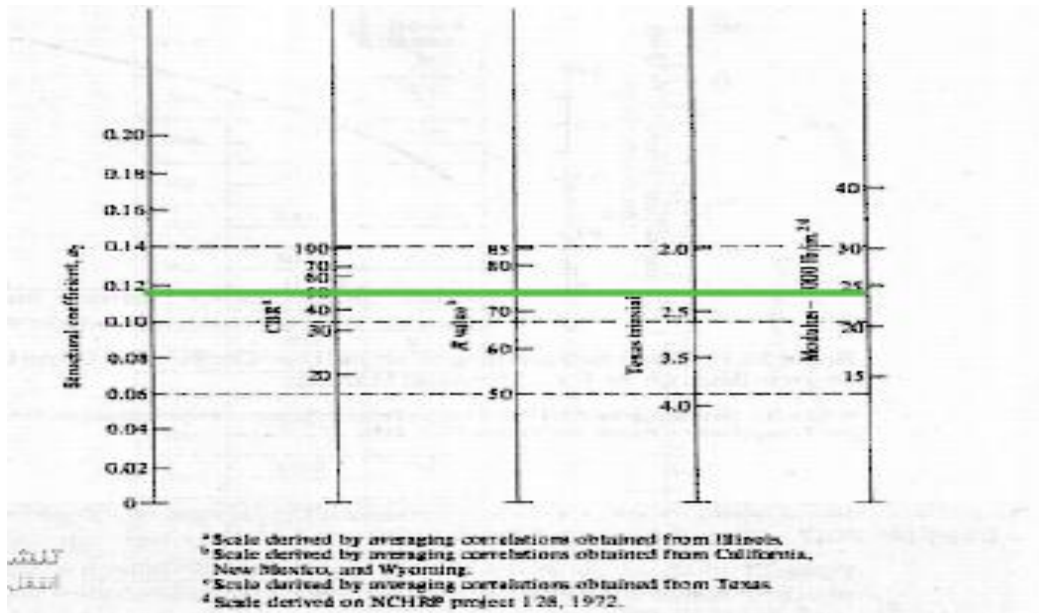


شكل(11-5): منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية

Elastic modulus حيث أن قيمة عند درجة حرارة 20 درجة سلسيوس أو 68 فهرنهايت تساوي  $500,000 \text{ lb/in}^2$  وبالتالي من الشكل السابق تبلغ قيمة  $a_1$  0.46

والشكل التالي يبين معامل طبقة Base)) الذي يستوجب معرفة قيمة ((CBR حيث أن هذه القيمة بعد إجراء التجربة كانت 9.0

ولكن سوف يتم التصميم في أسوأ الظروف في الموقع أي عند قيمة CBR = 50



شكل (5-12) : معامل طبقة Base ( $a_2$ )

فان قيمة  $a_2$  وبما أن قيمة كاليفورنيا مساوية 50 ، تساوي 0.115  
 \*يتم إيجاد الرقم الإنشائي لطبقة (Asphalt) و طبقة (Base) عن طريق الشكل (5-5) و (6-5) لعمل  
 على الشكل (5-13) عن طريق توقيع مقدار الموثوقية ((R المساوي 80% ، ثم تم مد خط من النقطة A))  
 ليقطع النقطة (B) عند قيمة ESAL المحسوبة سابقا والمساوية (770255.963 ثم نمد خط من B ليقطع  
 منحني SN ويمر في قيمة MR للطبقات ، ثم يتم مد خط مستقيم ليقطع منحني (2) وهو عبارة عن SN  
 قيمة DPSI) المحسوبة سابقا ، ثم يتم قراءة قيمة ( )  
 لطبقة (Asphalt) لطبقة إيجاد (SN)

$$R = 80$$

$$S_0 = 0.5$$

ومن الشكل(10-5) سابقا تم إيجاد قيمة الناتجة لطبقة الإسفلت وتساوي  
 $24 * 10^3$  ومن الشكل (13-5) يتم تحديد قيمة  $SN_1$

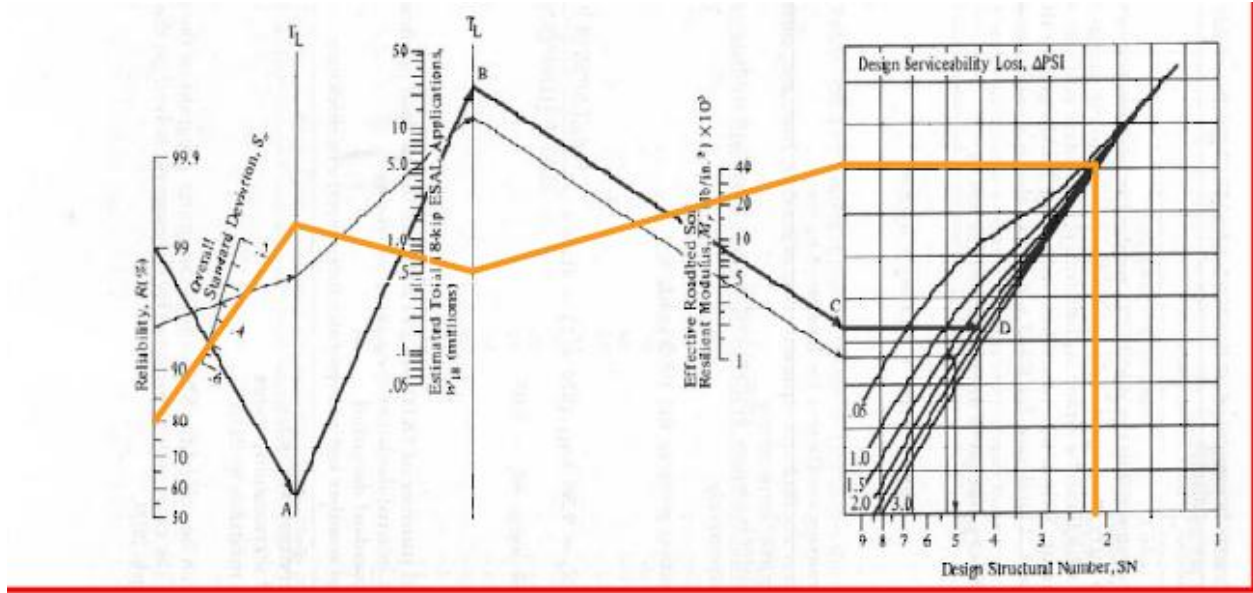


Figure 5.20 Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input.

من الشكل (13-5)

الشكل (13-5) : منحني الإيجاد الرقم الإنشائي  $SN_1$

وبالتالي فإن قيمة  $SN = 2.3$  تساوي

والشكل(14-5) يوضح قيمة  $2SN$

$$90 = R$$

$$0.5 = S_0$$

ومن الشكل(9-5) سابقا تم إيجاد قيمة  $MR$  الناتجة لطبقة الإسفلت (Asphalt) تساوي  $10 * 10^3$  psi، ومن  
 الشكل (17-5) يتم تحديد  $SN_2$

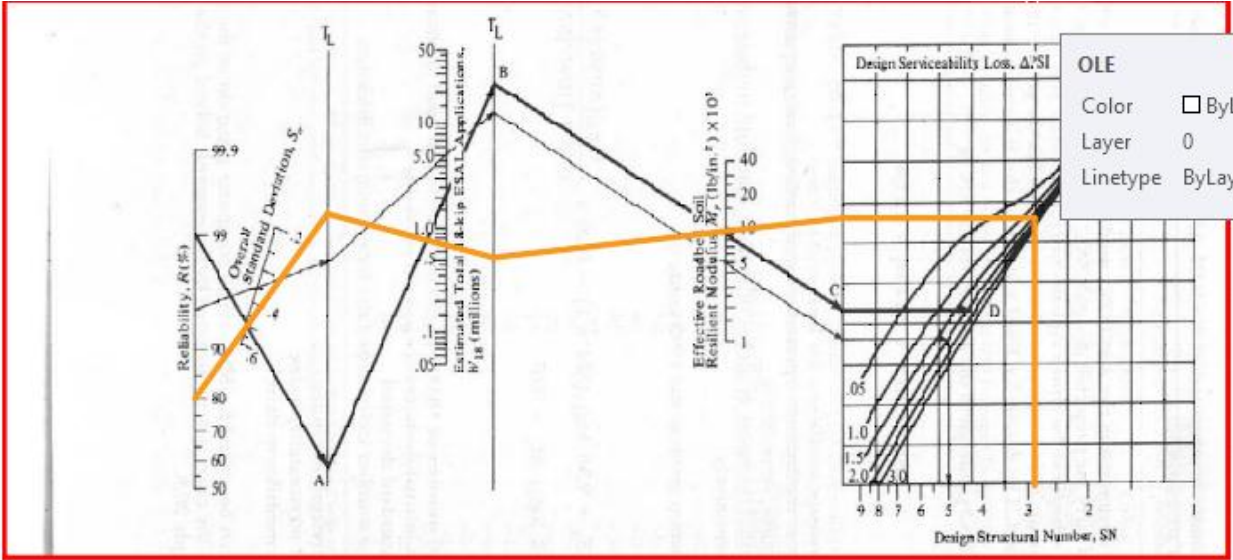


Figure 5.20 Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input.

الشكل (5-14): منحني الإيجاد الرقم الإنشائي

وبالتالي فإن قيمة 2SN تساوي 2.9

\*\*\*حساب سماكة طبقات الرصفة المرنة :

$$D1 = \frac{SN1}{a1} \dots \dots \dots (5.3)$$

$$D1 = \frac{2.3}{0.46} = 5 \text{ in}$$

$$D1 = 5 * 2.54 = 12.7 \text{ cm}$$

Take D1= 13 cm

$$SN1 = a1 * D1 \dots \dots \dots (5.4)$$

$$SN1 = 0.46 * 5 = 2.3 \text{ in}$$

$$SN2 = SN1 + a2 * m * D2 \dots \dots \dots (5.5)$$

$$D2 = \frac{SN2 - SN1}{a2 * m} \dots\dots\dots(5.6)$$

$$D2 = \frac{2.9 - 2.3}{0.115 * 0.8} = 6.52 \text{ in}$$

$$D2 = 6.52 * 2.54 = 16.56 \text{ cm}$$

Take D2= 17 cm

D3=30 cm

وبالتالي فإن :

Layers thickness (cm) سماكة الطبقات (سم)	pavement الرصفة
13 CM	طبقة الإسفلت (ASPHALT LAYER)
17 CM	طبقة البيسكورس (BASECOURS LAYER)
30 CM	Sub base

جدول ( 5- 15 ) : سماكة الرصافات للمشروع

- يتم رصف طبقة الإسفلت على مرحلة بسماكة 13 سم حسب المواصفات.
- يتم فرد ودمك طبقة الأساس على سمك طبقة 17 سم حسب المواصفات.
- يتم فرد ودمك طبقة تحت الأساس على سمك 30 سم حسب المواصفات.

## الفصل السادس

### التصميم الهندسي للطريق

- 1-6 المقدمة
- 2-6 أسس عملية التصميم
- 3-6 المنحنيات
- 1-3-6 المنحنيات الأفقية
- 1-1-3-6 المنحنيات البسيطة
- 2-1-3-6 المنحنيات الانقالية
- 2-3-6 المنحنيات الرأسية
- 4-6 القوة الطاردة المركزية
- 5-6 التعلية (Super Elevation)
- 1-5-6 الطرق المتبعة في رفع الطريق (التعلية)
- 6-6 تصريف مياه الامطار

## الفصل السادس التصميم الهندسي للطريق

### 1-6 المقدمة

عندما نتكلم عن التصميم الهندسي نتكلم عن الأمور الظاهرة في الطريق سواء أكان للأمر الرأسي أم الأفقية، التقاطعات أم المنحنيات، ومسافات الرؤية والتجاوز والتوقف. وكما أسلفنا سابقاً أن حفظ السلامة على الطريق من أهم أهداف تصميمه وهذا هو الهدف الأساسي للتصميم الهندسي للطريق.

• 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.

• وبذلك يمكن أن نقول إن التصميم الهندسي المتكامل يجب أن يشمل كل من:

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

### 2-6 أسس عملية التصميم:

تتوقف عملية التصميم على عوامل كثيرة منها:

- حجم المرور.
- تركيب المرور.
- السرعة التصميمية.
- قطاع الطريق.

- عرض المسارب والطريق.
- الميل العرضية.
- الميل الطولية.
- اكتاف الطريق.
- الأرصفة.
- الجزر الفاصلة.

#### • حجم المرور:

يعتبر حجم المرور من الأمور الرئيسية التي يجب ان تأخذ في الاعتبار عند تصميم الطريق بحيث يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا بعد الاخذ بعين الاعتبار الطرق التي سيرتبط بها هذا الطريق حيث تم حساب معدل المرور اليومي الحالي (AADT) وكان 457 سيارة / يوم وأيضا تم حساب معدل المرور اليومي المستقبلي (AADT) وكان 1143 سيارة/يوم كما تم تفصيله في فصل سابق.

#### • تركيب المروري:

هذا البند يعتمد على البند السابق، حيث يتم عمل تحديد نسب كل العربات التي يتوقع أن تستخدم هذا الطريق (عربات خاصة، عربات عمومي، عربات تجارية، عربات ثقيلة)، ومن خلال حجم المرور في البند السابق التركيبية المتوقعة لهذا الطريق هي عربات خاصة.

#### • السرعة التصميمية:

هي اعلى سرعة مستمرة يمكن ان تسير بها السيارة بأمان على طريق رئيسي عندما تكون أحوال الطقس مثالية وكثافة المرور منخفضة وتعتبر مقياسا لنوعية الخدمة التي يوفرها الطريق والسرعة التصميمية عبارة عن عنصر منطقي بالنسبة لطبوغرافية المنطقة.

حيث يجب على المصمم اختيار السرعة التصميمية بناءا على درجة الطريق المخططة وطبيعة التضاريس وحجم المرور والاعتبارات الاقتصادية، والجدول التالي يبين السرعة التصميمية للطرق الحضرية:

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

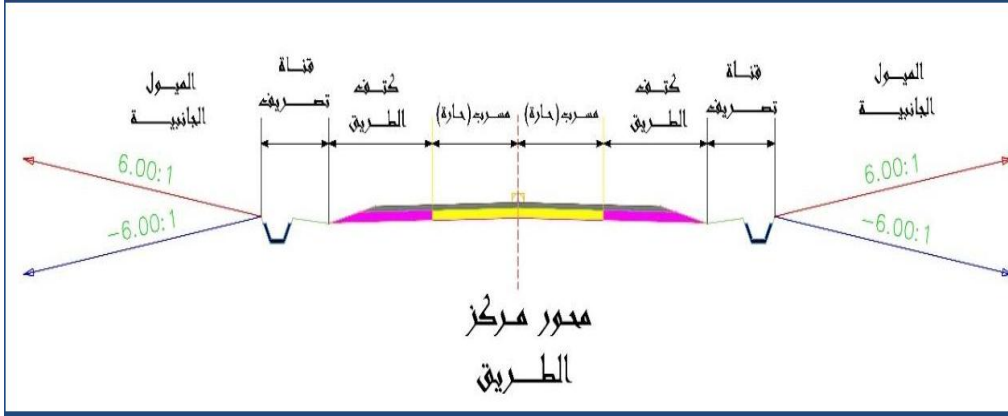
جدول (1-6) السرعة التصميمية

إن تحديد السرعة التصميمية مهم جدا وذلك لأن من خلالها يتم تحديد التقاطعات والمنحنيات وأقطارها وميل الطريق ومسافة الوقوف وعدد المسارب وعرض المسرب في الاتجاه الواحد وسعة الطريق ومسافة الرؤية اللازمة للوقوف والتجاوز، وأمر أخرى.

تصميم الشارع على سرعة مسموحة 60 كم/ساعة، وقد تم تحديدها بناء على المعلومات التي حصلنا عليها من البلدية عند الزيارة.

#### • قطاع الطريق:

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



الشكل (1-6) : مقطع عرضي لطريق

### • عرض المسارب والطريق:

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

- 1- مسرب التسارع: هو مسرب جانبي تقوم السيارات بالتسارع فيه قبل الدخول إلى الطريق الرئيسي بحيث تصبح سرعتها فيه مماثلة لسرعة السيارات في الطريق.



شكل (2-6) : مسرب التسارع<sup>10</sup>

<sup>10</sup> الفحص النظري للسواقين [/https://www.training-driving.com](https://www.training-driving.com)

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.



شكل (6-3) : مسرب التباطؤ<sup>11</sup>

3- مسرب الصعود: هو مسرب إضافي في الطريق يخصص للشاحنات التي تسير ببطء أثناء صعودها حتى تفسح المجال للسيارات التي خلفها لتجاوزها.



شكل (6-4) : مسرب الصعود<sup>12</sup>

4- مسرب الوقوف: هو المسرب الأوسط اللازم للانعطاف يسارا أو لتجاوز السيارات ، وهناك المسرب المساعد و هو مجاور للمسرب الرئيسي و يساعد على تصريف السير .

5- المسرب المخصص للنقل العام : وهو المسرب المخصص لمركبات النقل العام وذلك حتى يتم تقليل الأزمات وتسهيل النقل.

<sup>11</sup> الفحص النظري للسائقين [/https://www.training-driving.com](https://www.training-driving.com)

<sup>12</sup> الفحص النظري للسائقين [/https://www.training-driving.com](https://www.training-driving.com)



شكل (5-6) : المسرب المخصص للنقل العام<sup>13</sup>

6-مسرب التعطل / والخدمات: وهو مخصص لوقوف المركبات المعطلة على الطرقات السريعة.



شكل (6-6) : مسرب التعطل والخدمات<sup>14</sup>

حيث تم تصميم الشارع على مسرب واحد باتجاهين عرض كل اتجاه 3.6 م، وقد تم تحديدها بناء على المعلومات التي حصلنا عليها من البلدية.

<sup>13</sup> الفحص النظري للسائقين [/https://www.training-driving.com](https://www.training-driving.com)

<sup>14</sup> الفحص النظري للسائقين [/https://www.training-driving.com](https://www.training-driving.com)



شكل (6-7) : عناصر الطريق<sup>15</sup>



شكل (6-8) : مسارب الطريق<sup>16</sup>

#### • الميول العرضية:

يتم عمل الميول العرضية للطريق من أجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق وقد يعمل هذا الميل منتظماً أو منحنياً على هيئة قطع مكافئ، وفي حالة وجود جزر وسطى فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كانت كل حارة عبارة عن شارع منفصل. والميول المستعملة في هذا المشروع هي 4%.

<sup>15</sup> الفحص النظري للسواقين [/https://www.training-driving.com](https://www.training-driving.com)

<sup>16</sup> الفحص النظري للسواقين [/https://www.training-driving.com](https://www.training-driving.com)

## • الميول الطولية:

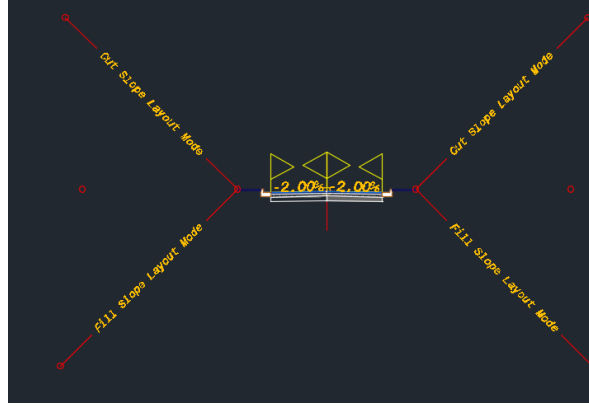
في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب، أما في المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض الطبيعية فإن السطح السفلي للرصيف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي (0.5م) على الأقل، وفي المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر بـ (0.3م) على الأقل، وهذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري غير الضروري، ويعتبر الميل (0.25%) هو أقل ميل لصرف الأمطار في الاتجاه الطولي للطريق، والشكل التالي يوضح الميول الطولية للطريق ، لا تزيد عن (12%).

## • اكتاف الطريق:

يتم عملها في الطرق الخارجية وذلك لتوقف المركبات في حال حصل أمر طارئ، ويكون عرضه (0.6) متر في الطرق الداخلية لحماية الحواف و(3) متر في حالة الطرق السريعة، ويجب أن تزود بميول جانبية لتصريف المياه على الطريق بمقدار لا يؤدي إلى الخطر على المركبات التي ستتوقف عليه. ومن الممكن أن يكون إسفلتي أو خراساني أو ترابي، ويكون عرضه 10% من عرض الطريق ككل 0.7 متر.

### فوائد الأكتاف للطريق:

- 1- توقف المركبات لأمر طارئ.
- 2- تصريف مياه الطريق.
- 3- توسيع الطريق في المستقبل.
- 4- منع انهيار جسم الطريق.
- 5- شعور السائق بالأمان وحماية السيارات عندما تنجح عن مسارها بسبب السرعات العالية.



شكل(6-9) : المقطع العرضي الطريق<sup>17</sup>

#### • الرصيف:

أهمية الأرصفة في توفير الأمان لأحد مستخدمي الطريق (المشاة)، حيث تزداد الحاجة لها بالقرب من المدارس والمستشفيات والأسواق والأماكن العامة، ومن المعروف أنها لا تقل عن (1.5) متر.

وفي مشروعنا تم تحديد رصيف مشاة عرض 1.5 م.

#### • الجزر الفاصلة:

تقام الجزر الفاصلة من أجل فصل حركة المرور المعاكسة لتحقيق الأمان والسلامة، وجميع الطرق الحديثة مزودة بجزر فاصلة وخاصة إذا كانت من أربع مسارات أو أكثر.

إن عرض الجزر الفاصلة يجب أن يكون كافي وذلك من أجل تحقيق الغرض الذي من أجله أنشأت، وخاصة لتقليل تأثير الأضواء الصادرة من الاتجاه المعاكس ليلاً، وكذلك حماية العربات المعاكسة من التصادم وإتاحة التحكم في المناطق المسموح فيها الدوران في حالة التقاطعات السطحية، ويتراوح عرض الجزر بين ( 1.8-1.25م) أو أكثر وليس من الضروري أن يكون هذا العرض ثابت على طول الطريق.

وفي مشروعنا لا يوجد جزيرة وسطية.

<sup>17</sup> الفحص النظري للسواقين [/https://www.training-driving.com](https://www.training-driving.com)

### 3-6 المنحنيات:

في الوضع الطبيعي يجب ان تكون الطريق مستقيمة قدر الإمكان والابتعاد عن المنحنيات لكن هذا الامر واقعا غير موجود فمن غير الممكن الحصول على طريق مستقيم تماما وخالي من المنحنيات وذلك بسبب طبيعة المكان حيث كما ذكرنا سابقا اننا نهدف الى الوصول الى القدر الأعلى من الأمان باقل تكلفة اقتصادية ومن هنا جاءت الحاجة الى وجود هذه المنحنيات.

من الممكن ان تكون المنحنيات منقسمة الى:

1. منحنيات في الاتجاه الافقي.

2. منحنيات في الاتجاه الرأسي.

حيث يكون لكل نوع منهما حاجة وظروف لاستخدامه.

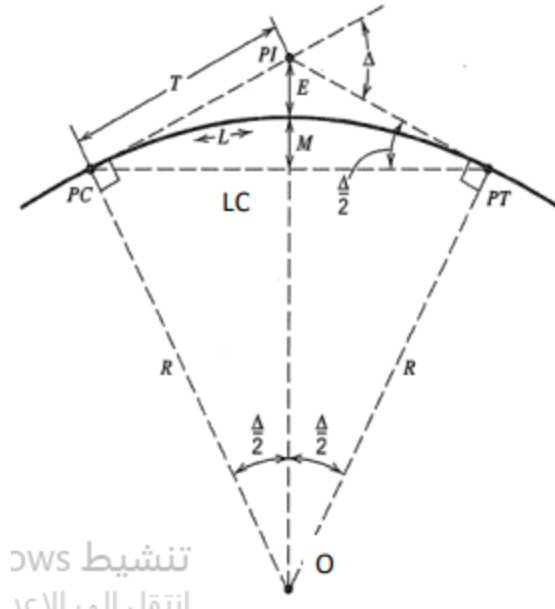
### 1-3-6 المنحنيات الافقية:

هي تلك المنحنى الذي يقوم بربط ووصل الأجزاء المستقيمة مع بعضها البعض بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة التي تسبب الإزعاج للسائقين، ويجب تحديد بدايتها ونهايتها وأطوالها وزواياها ونقاط التقاطع فيها، أما بالنسبة لأنواع المنحنيات الأفقية فهي:

### 1-1-3-6 المنحنيات الدائرية البسيطة (Simple Circular Curves): -

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط:

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



شكل (10-6) عناصر المنحنى الدائري البسيط (18)

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

$$1- T = R \tan \frac{\Delta}{2} \dots \dots \dots 3.1$$

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

$$3- M = R(1 - \cos \frac{\Delta}{2}) \dots \dots \dots 3.3$$

$$4- LC = 2R \sin \left(\frac{\Delta}{2}\right) \dots \dots \dots 3.4$$

$$5- L = \frac{\pi R \Delta}{180} \dots \dots \dots 3.5$$

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب ال (AASHTO 2004)

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

جدول(2-6) : أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق

65	60	55	48	40	32	25	السرعة(كم/الساعة)
0.17	0.175	0.18	0.20	0.23	0.27	0.32	معامل الاحتكاك
0.09	0.085	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	ميلان السطح
140	120	100	75	50	30	15	الحد الأدنى لنصف القطر (م)

جدول(3-6) : الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحني<sup>19</sup>

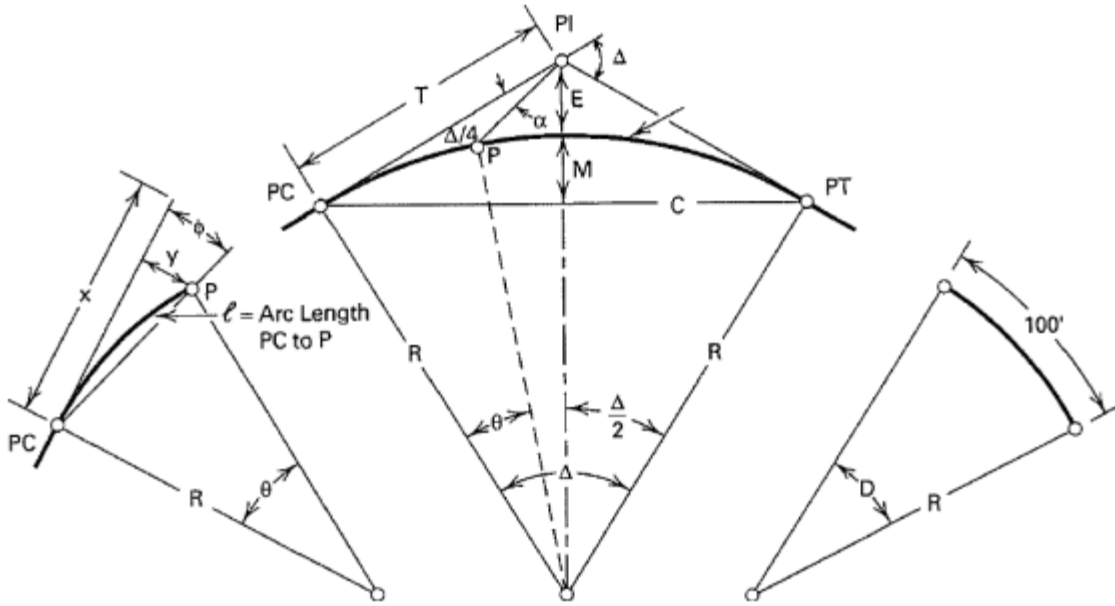
### 2-1-3-6 المنحنيات الانتقالية (Transition Curves):

يستخدم هذا النوع من المنحنيات في جميع المنحنيات الأفقية وتأتي أهميته من اللولبية بين المماس والمنحني الدائري لنقل المركبة من الطريق المستقيم الى المنحني العكسي أيضا 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 الى الارتفاع المطلوب.

<sup>19</sup> AASHTTO (2004).

أما طوله فيحسب:

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



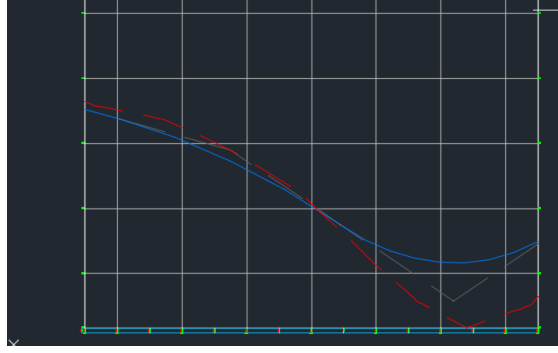
الشكل (11-6) : المنحنى الانتقالي (20)

### 2-3-6 المنحنيات الرأسية:

هو ذلك المنحنى الذي من خلاله يتم الانتقال من منسوب الى اخر حيث يتم تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية والميل الجديد المطلوب انشائه وعند عمل وانشاء المنحنى الرأسى يجب مراعاة تحقيق هذه الشروط:

1. تحقيق شرط الرؤية بحيث يستطيع السائق رؤية السيارات أو العوائق التي أمامه.
  2. ان يكون تدريجيا وسهلا.
- المنحنى الرأسى اما ان يكون منحنى على شكل استدارة علوية (محدب) أو منحنى على شكل استدارة سفلية (مقعر).

<sup>20</sup>المساحة وتخطيط المنحنيات.



الشكل (6-12) : المنحنى الرأسي (21)

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

#### ❖ معادلات القطع المكافئ:

✓ طول المنحنى الرأسي L يساوي مجموع طولي المماسين الخاصين بهذا المنحنى، حيث يكون طول المماس الخلفي يساوي  $l1$  وطول المماس الأمامي يساوي  $l2$ :  
 $L = l1 + l2 \dots \dots \dots 6.4$

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

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

$$AB=H=2*l=L$$

<sup>21</sup>المساحة وتخطيط المنحنيات.

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

$$y = ax^2 \dots\dots\dots 3.$$

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين:

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

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد:

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

e : أما بدلالة

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين:

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

عندما يكون المماس في اتجاه واحد:

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

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

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

Speed Kph	AASHTTO2004	
	K(crest)min.	K(sag)min.
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

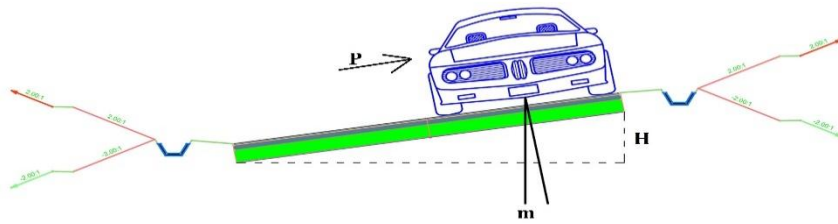
جدول (4-6) : قيمة الثابت للمنحنيات الرأسية .

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

#### 4-6 القوة الطاردة المركزية: -

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

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



الشكل (6-13) : تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات (22)

حيث أن:

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

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

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \dots\dots\dots 3.16$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:

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

حيث أن:

r: نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه.

P1: الميل العرضي لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج.

$\alpha$ : الزاوية الراسية.

## 5-6 (Super Elevation)التعليية:

التعليية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية، وذلك من أجل تفادي القوة الطاردة المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبة وقد تؤدي إلى انقلابها وقيمة هذا الميل الجانبي للطريق تتراوح من 4% - 7% وقد تصل إلى 12% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دولة.

ويمكن حساب قيمة التعليية وفقا للمعادلات التالية:

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

حيث أن:

R: هي نصف القطر الدائري بالمتر.

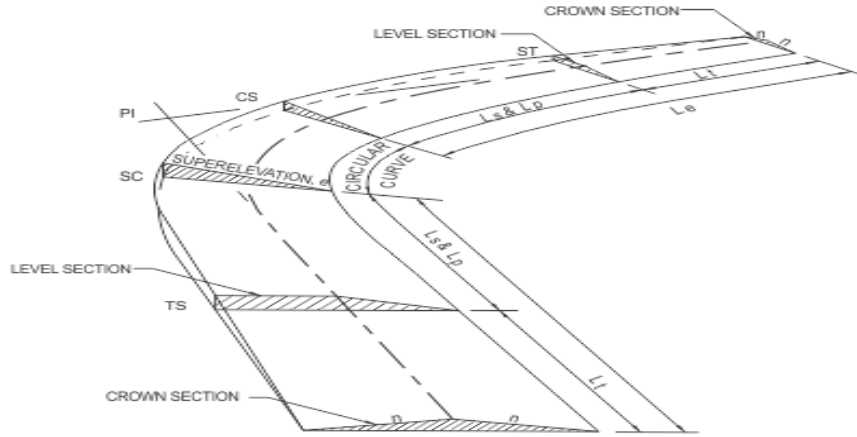
V: هي سرعة المركبة ب كم/ ساعة، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

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

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

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

والشكل التالي يظهر تطبيق التعلية على المنحنيات:

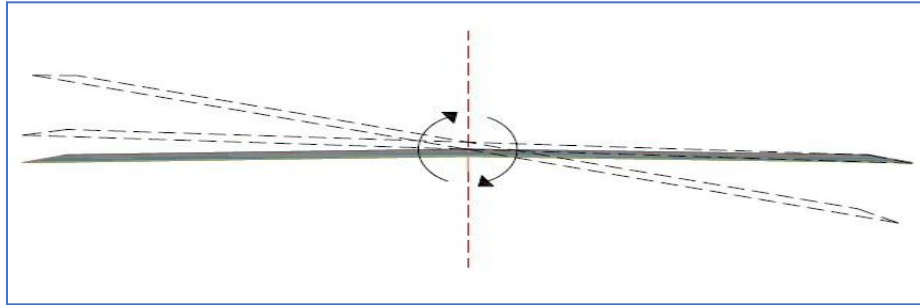


الشكل (6-14) : تطبيق التعلية على المنحنيات<sup>(23)</sup>.

### 1-5-6 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق ( التعلية ) :

#### ❖ الطريقة الأولى: الدوران حول محور الطريق

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



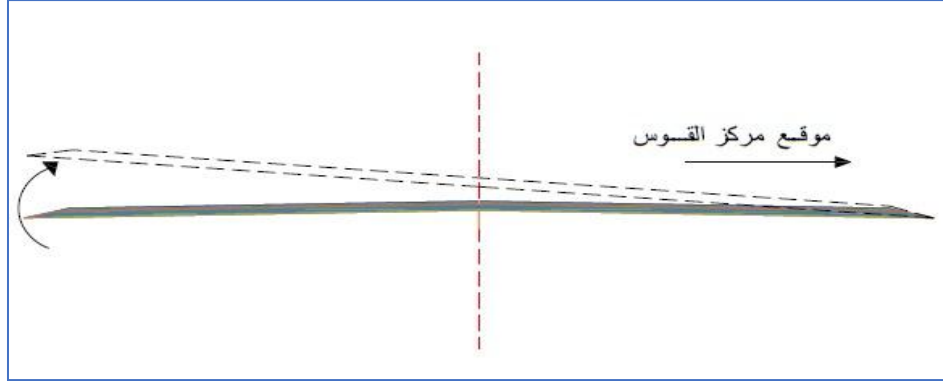
شكل (6-15) : الدوران حول المحور<sup>24</sup>

<sup>23</sup><http://www.arab-eng.org>

<sup>24</sup><http://www.arab-eng.org>

### ❖ الطريقة الثانية: الدوران حول الحافة الداخلية

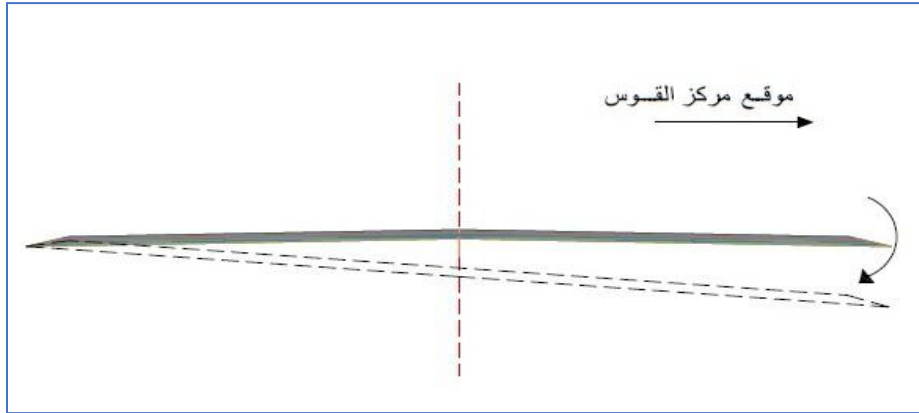
في هذه الطريقة يبقى أحد جانبي الطريق ثابتا وليس المحور، حيث يتم تثبيت أحد جانبي الطريق ونعمل على رفع الجانب الآخر من الطريق حتى يساوي ارتفاع الجانب الأول من الطريق وبعد ذلك نستمر في رفع جانبي الطريق للوصول إلى الميلان المطلوب.



شكل (6-16) : الدوران حول الحافة الداخلية<sup>25</sup>

### ❖ الطريقة الثالثة : الدوران حول الحافة الخارجية

في هذه الطريقة نعمل على انخفاض كامل سطح الطريق والدوران حول الحافة الخارجية حتى يصبح سطح الطرق على استقامة واحدة وبعد ذلك نستمر في الانخفاض للوصول إلى الميلان المطلوب.



شكل (6-17) : الدوران حول الحافة الخارجية

<sup>25</sup><http://www.arab-eng.org>

## 6-6 تصريف مياه الامطار:

هي عبارة عن تصريف المياه الناتجة عن سطح الطريق (المياه السطحية) بالإضافة للمياه الناتجة عن السيول حيث نعمل على التخلص من هذه المياه وتحديد مسارها وذلك للاستفادة منها فيما بعد.

### • أهمية تصريف المياه:

إن بقاء المياه فوق سطح الطريق يشكل خطرا كبيرا سواء على حياة الناس (حيث يؤدي الى حوادث بسبب عدم السيطرة على السيارات) او على بنية الطريق (حيث ان بقاء الماء على سطح طريق يؤدي الى تفكك جزيئات الاسفلت وتصبح سهلة الاقتلاع ومع مرور المركبات فوق هذا السطح سيؤدي ذلك الى اقتلاع الاسفلت وتعمل التربة على امتصاص الماء الامر الذي يؤدي الى اضعاف التربة وهي التي تشكل طبقة الأساس للأسفلت حيث ان التربة تكون قوية جدا وهي جافة وضعيفة وهي رطبة. الامر الذي يؤدي الى 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.

## الفصل السابع النتائج والتوصيات

1-7 المقدمة

2-7 النتائج

3-7 حساب تكلفة الطريق

1-3-7 تكلفة الحفر والردم

2-3-7 حساب تكلفة طبقات الرصفة

3-3-7 الجبة الحجرية على الارصفة وعلى الجزيرة الوسطية

4-3-7 التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق

4-7 التوصيات

## الفصل السابع النتائج والتوصيات

### 7-1 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.

### 7-2 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 القرية حيث انه يربط بين منطقتي كريمة وطاروسا في مدينة دورا 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 60 كم/ساعة.
- 6- كانت نتائج الطبقات بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة كما يلي:
  - طبقة Asphalt: 13 سم
  - طبقة Beas coars: 17سم
  - طبقة Sub base: 30سم
- 7- تم عمل التصميم على برنامج الـ (Civil 3D) وإخراج النتائج على المخططات المرفقة، وكانت الكميات كما يلي:

1529.23	m3	Asphalt
1999.76	m3	Base coarse
3528.8	m3	Sub base
46364.81	m3	Cut
17460.38	m3	Fill

تعتبر عملة حساب تكلفة المشروع ضرورية حيث يتم معرفة مقدار التكلفة لأي مشروع و ذلك 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 .

### 3-7 حساب تكلفة الطريق

#### 1-3-7 تكلفة الحفر والردم

$$\text{حجم الحفر الكلي} = 46364.81 \text{ م}^3$$

$$\text{حجم الردم الكلي} = 17460.38 \text{ م}^3$$

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

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

$$\text{تكلفة الحفر} = \text{حجم الحفر الكلي} * \text{سعر المتر المكعب للحفر} = 46364.81 * 4.8 = \$ 222551.08$$

$$\text{تكلفة الردم} = \text{حجم الردم الكلي} * \text{سعر المتر المكعب للردم} = 17460.38 * 5.5 = \$ 96032.09$$

### 2-3-7 حساب تكلفة طبقات الرصفة

يبلغ طول الطريق المراد تأهله وتصممه حوالي 1600 متر، وهو يتمكن من مسربين عرض كل مسرب 4.5 وكما هو تبين لنا أن الرصفة تتكون من ثلاث طبقات.

$$\text{حساب مساحة المسارب} = \text{طول الطريق} * \text{عرض الطريق} = 14400 \text{ م}^2$$

بعد معرفة مساحة المسارب سوف يتم حساب حجم الإسفلت البيسكورس وطبقة ما تحت الأساس و موضعا كل طبقة على حدة كما يلي:

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

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

$$= 14400 * 0.13 = 1872 \text{ م}^3$$

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

$$= 1872 * 2.24 = 4193.28 \text{ م}^3$$

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

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

$$= 4193.28 * 35 = \$146764.8$$

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

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

$$= 14400 * 0.17 = 2448$$

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

$$= 2448 * 2.14 =$$

$$= 5238.72 \text{ طن}$$

سعر واحد طن من البيسكورس المشغول = \$7

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

$$5238.72 * 7 =$$

$$\$ 36671 =$$

**(3) الطبقة الثالثة: ما تحت الأساس**

سعر واحد متر مربع من طبقة ما تحت الأساس = \$3

$$3 * 14400 = \text{تكلفة ما تحت الأساس}$$

$$43200 =$$

التكلفة الكلية للرصفة = تكلفة الإسفلت + تكلفة البيسكورس + تكلفة طبقة ما تحت الأساس .

$$\$226635.8 =$$

**3-3-7 الجبة الحجرية على الأرصفة وعلى الجزيرة الوسطية**

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

$$25600 * 4 =$$

$$102400 \$ =$$

#### 4-3-7 التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق

بما أن الطبقة الوحدة 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

$$14400 * 14 =$$

$$\$ 100800 =$$

$$\text{التكلفة الكلية} = \$ 327435.8$$

## 4-7 التوصيات:

- 1- يتم رصف طبقة الإسفلت على مرحلة بسماكة 13 سم حسب المواصفات.
- 2- يتم فرد ودمك طبقة الأساس على سمك طبقة 17 سم حسب المواصفات.
- 3- يتم فرد ودمك طبقة الأساس على سمك طبقة 30 سم حسب المواصفات.
- 4- يمنع سير المركبات على طبقة الإسفلت قبل مرور 24 ساعة من وقت فردها لكي لا تنهار هذه الطبقة.
- 5- مراعاة كمية الحفر والردم الناتجة من المشروع بحيث تقلل التكاليف إلى أدنى ما يمكن.
- 6- دعوة الجامعة لعمل دورات تدريبية للطلبة للوصول إلى مستوى أعلى وخاصة من الناحية التكنولوجية والبرامج الحديثة.
- 7- الحرص على وجود مشاريع مشتركة ما بين الأقسام المختلفة في كلية الهندسة للوصول إلى التكامل المناسب.

## قائمة المصادر والمراجع :-

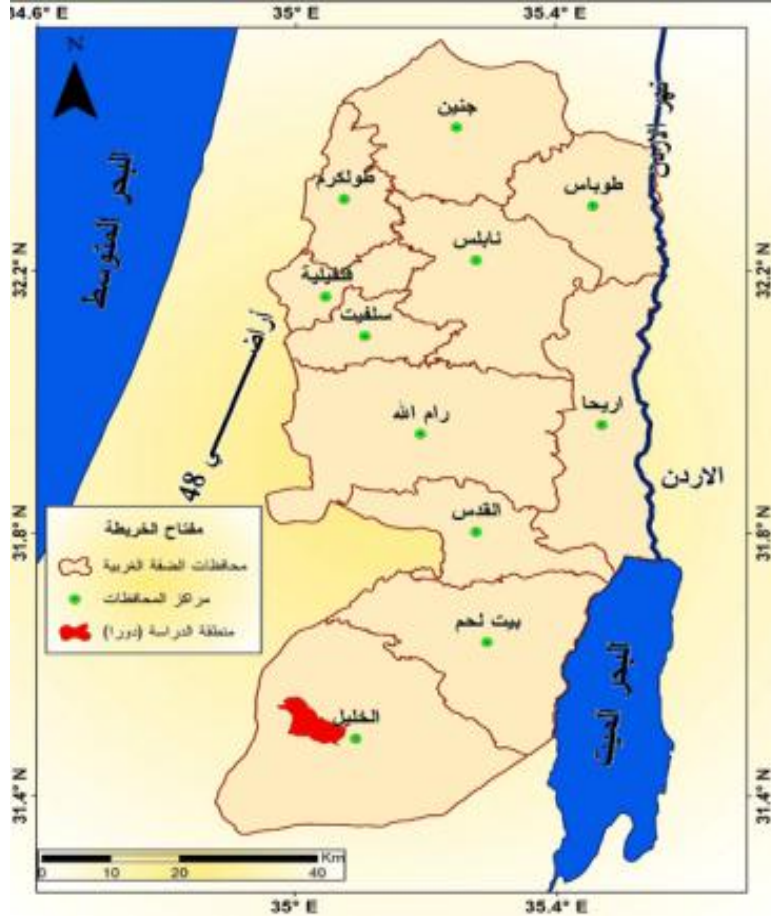
- 1- الأهلية لتعليم السياقة، التورنيا، الخليل فلسطين، 2011.
- 2- تقنية محطات الأمانة الدائمة للنظام العالمي لتحديد المواقع ((GPS)) لتنفيذ لأعمال المساحية.
- 3- تقنية محطات الأمانة الدائمة للنظام العالمي لتحديد المواقع ((GPS)) ( ) لتنفيذ لأعمال المساحية.
- 4- د. فتحي وراضي المساحة والخرائط، بيروت، 1998.
- 5- روجي الشريف البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، عمان، 1981.
- 6- وزارة الحكم المحلي دليل تخطيط الطرق والمواصلات في المناطق الحضرية فلسطين، 2013
- 7- وزارة الحكم المحلي، دليل تخطيط الطرق والمواصلات في المناطق الحضرية، فلسطين 2013.
- 8- وزارة الحكم المحلي، دليل تخطيط الطرق والمواصلات في المناطق الحضرية، فلسطين 2013.
- 9- وزارة النقل والمواصلات، دليل معايير السلامة على الطريق في فلسطين، النشر للدعاية والاعلان، فلسطين، 2013.

## الملاحق

- 1- منطقة الدراسة (موقع الطريق)
- 2- صور أثناء الرصد
- 3- جدول إحدائيات نقاط الرصد (المسح التفصيلي )
- 4- جدول العد المروري
- 5- إشارات المرور

# ملحق رقم 1

## منطقة الدراسة



## ملحق رقم 2 موقع المشروع



صور اثناء الرصد

ملحق رقم 3



## ملحق الرصد 4

### جداول العد المروري

الزمن	يوم الأحد		يوم الثلاثاء		يوم الخميس		
	PC	HV	PC	HV	PC	HV	
8.00-8.15	24	5	30	3	27	4	فترة صباحية
8.15-8.30	20	0	32	4	33	1	
8.30-8.45	35	6	35	1	29	1	
8.45-9.00	10	4	22	1	34	2	
9.00-9.15	16	3	10	4	28	3	
9.15-9.30	12	4	12	2	22	3	
9.30-9.45	20	0	20	3	21	2	
9.45-10.00	34	2	32	2	21	1	
12:00-12:15	25	4	27	3	25	1	فترة مسائية
12:15-12:30	33	8	33	4	34	2	
12:30-12:45	27	8	31	3	31	1	
12:45-1:00	26	6	17	1	27	2	
1:00-1:15	39	2	24	2	24	1	
1:15-1:30	33	5	22	3	22	3	
1:30-1:45	21	3	27	4	27	3	
1:45-2:00	27	4	30	3	34	2	
Total Volume	402	64	404	43	439	32	

## ملحق 5

### 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).

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

الشكل (4-4): إشارات المنع المستخدمة في الطريق<sup>(26)</sup>

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

3- إشارات إرشادية<sup>[2]</sup>: يجب استعمالها على التقاطعات كما في المثال التالي: -



4- إشارات التحذير:

						الإشارة
---	---	---	---	--	---	---------

<sup>26</sup>وزارة النقل والمواصلات الفلسطينية.

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

الشكل (4-5) :- بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق<sup>27</sup>

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

معنى الإشارة	الإشارة
أعط حق الأولوية لحركة السير على الجهة المقابلة	قف 
لا يجوز السير بسرعة تزيد عن السرعة المحددة في الشاحنة	سرعة خاصة 50 <sup>4</sup> 

الشكل (4-6) :- بعض إشارات الأوامر المستخدمة في الطريق<sup>28</sup>

<sup>27</sup> وزارة النقل والمواصلات  
<sup>28</sup> وزارة النقل والمواصلات