

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة



مقدمة مشروع تخرج بعنوان
تصميم الطريق الواصل بين عبارة المدارس وعبارة الكرامة

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة
للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على
درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

محمد قاسم سليمان

اسلام الزين

عمرو خريشة

إشراف

م. مالك الشرايعة.

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل - فلسطين

2019-2020 م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مقدمة مشروع تخرج بعنوان

تصميم الطريق الواصل بين عبارة المدارس وعبارة الكرمة

فريق العمل

اسلام الزين

محمد قاسم سليمان

عمرو خرشة

المشرف:

م. مالك الشرايعة.

بناء على توجيهات الأستاذ المشرف وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم مقدمة المشروع هذه الى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة للوفاء الجزئي بمتطلبات الحصول على درجة البكالوريوس.

توقيع رئيس الدائرة

توقيع مشرف المشروع



جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2019-2020

الإهداء

(قل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنين)

صدق الله العظيم

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

سيدنا مُحَمَّد ﷺ

إلى من كلفه الله بالهبة والوقار، إلى من علمني العطاء بدون انتظار، إلى من أحمل اسمه بكل افتخار

والدي العزيز

إلى معنى الحب والحنان، إلى بسمه الحياة وسر الوجود

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بسلم جراحي

أمي الحبيبة

إلى من سرنا سويا ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح والإبداع

إلى زملائي وزميلاتي

إلى من علمونا حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمي وأحلى العبارات في العلم
إلى من صاغوا لنا من علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لنا سيرة النجاح .. إلى أساتذتنا الكرام

وأخص بالذكر م.مالك الشرايعه

إليكم جميعا أهدي هذا العمل

الشكر والتقدير

يتقدم فريق العمل بالشكر الجزيل والعميق لكل من:

بيتنا الثاني جامعة بوليتكنك فلسطين المتوقرة، ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية بكافة طاقمها العامل على تخرج أجيال الغد.

جميع الأساتذة في جامعة بوليتكنك فلسطين، ونخص بالذكر الأستاذ مالك الشرايعة والذي بذل كل جهد مستطاع للخروج بهذا العمل بالشكل اللائق.

بلدية السموع للتعاون معنا في الحصول على المعلومات اللازمة بخصوص الطريق الخاصة بالمشروع شركة Axis للأجهزة المساحية والتي قدمت الأجهزة اللازمة لعمل المشروع لمكتبة الجامعة والقائمين عليها لتعاونهم الكامل ومساعدتهم لكل من قدم يد المساعدة بأي شيء ولو كان بسيطاً.

عنوان المشروع

تصميم الطريق الواصل بين عبارة المدارس وعبارة الكرامة

مجموعة العمل: -محمد قاسم سليمان

اسلام الزين

عمرو خريشة

المشرف: -

م.مالك الشرايعة

الملخص: -

يهدف هذا المشروع الى تصميم الطريق الواصل بين عبارة المدارس وعبارة الكرامة في بلدة السموع داخل حدود المخطط الهيكلي بطول ما يقارب 1300متر وبعرض 14 متر وجزيرة وسطية ومسريين مع الاشارات المرورية المطلوبة وبسرعة تصميمية 60كم / ساعة.

تتلخص اهمية هذا الطريق في انه يعتبر طريق شرياني وحيوي يصل بين طريق رئيسي وفرعي ولا يوجد بديل عنه، يخدم الكثير من القطع الزراعية المتواجدة في المنطقة والعديد من المباني، وسيكون مصدر جذب للتوسع العمراني وتخفيف الضغط الكامن في البلدة

تصميم المشروع سيشتمل على تنفيذ اعمال المساحة اللازمة لمشاريع الطرق بالإضافة الى تصميم الطريق هندسيا وانشانيا , وكذلك متطلبات تصميم الطرق وتصريف مياه الامطار مع مراعاة قواعد الامن والسلامة لمستخدمي الطريق من مشاة ومركبات

Abstract
Project name

Design The Road Which Links The School Discharge Pipe Water And The Discharge Pipe Water to Al Karama

By: Mohammed Qasem Suliman
Islam Alzebn
Amr Khreshe

Supervisor:-

Eng: Malek Alsharay'eh

Abstract:-

This project aims to design the road which links the school discharge pipe water and the discharge pipe water to Al Karama, in the town of Samoua within the boundaries of the structural plan, with a length of approximately 1300 meters and a width of 14 meters in addition to a central island and two lines with the required traffic lights at a speed of 60 km / h.

The importance of this road is that it is an arterial and vital road, linking a main and secondary road and there is no alternative, serving many agricultural plots in the area and many buildings, and will be a source of attraction for urban expansion and alleviate the pressure inherent in the town

The design of the project will include the implementation of the work space required for road projects in addition to the design of the road engineering and construction, as well as the requirements of road design and drainage of rain water taking into account the rules of safety and security for road users of pedestrians and vehicles

فهرس المحتويات

الصفحات التمهيدية

I	.....الغلاف
II	..... شهادة تقييم مقدمة المشروع
III	..... الإهداء
IV	..... الشكر والتقدير
V	..... الملخص
VI	..... Abstract
VIII	..... فهرس المحتويات
X	..... فهرس الأشكال
X	..... فهرس الجداول

الفصل الأول: المقدمة.

2	.....مقدمة عامة	1_1
3	.....لمحة عن بلدة السموع	2_1
4	.....تاريخ القرية	1_2_1
4	.....السكان والمناخ	2_2_1
5	.....فكرة المشروع	3_1
5	.....منطقة المشروع	4_1
7	.....هيكلية المشروع	5_1
8	.....أهداف وأهمية المشروع	6_1
8	.....طريقة البحث	7_1
9	.....الدراسات السابقة	8_1
9	.....الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة	9_1
10	.....الجدول الزمني	10_1

الفصل الثاني: الأعمال المساحية.

12	.....مقدمة عامة	1_2
12	.....دراسة المخططات	2_2
13	.....الأعمال الإستطلاعية	3_2
14	.....مرحلة الدراسة المساحية الأولية	4_2
15	.....مرحلة الرفع التفصيلي	5_2
15	.....الأعمال المساحية النهائية	6-2
16	.....نظام تحديد المواقع بالأقمار الصناعية (GPS)	7_2
16	.....طرق الرصد	8_2
18	.....الإحداثيات المصححة	1-8-2

الفصل الثالث: مشاكل الطريق والحلول المقترحة.

20	.....المقدمة	1_3
20	.....أنصاف الطرق	1_1_3
22	.....المشاكل الخاصة في الطريق والحلول المقترحة لها	2_3
22	.....الأهداف المرجوة من تشخيص المشاكل ووضع الحلول الملائمة لها	1_2_3
22	.....أهم المشاكل الموجودة في الطريق	2_2_3

29	..... المقدمة	1_4
29	..... أسس التصميم الهندسي للطريق	2-4
29	..... حجم المرور	1_2_4
31	..... التركيب المروري	2_2_4
31	..... السرعة التصميمية	3_2_4
32	..... قطاع الطريق	4-2-4
33	..... عرض المسارب والطريق	5-2-4
34	..... الميول العرضية	6-2-4
34	..... الميول الطولية	7-2-4
34	..... أكتاف الطريق	8-2-4
35	..... الارصفة	9-2-4
36	..... الجزر الفاصلة	10-2-4
37	..... الجدران الإسنادية	11-2-4
37	..... التخطيط الأفقي والرأسي للطريق	3-4
38	..... المنحنيات الأفقية	1-3-4
41	..... المنحنيات الرأسية	2-3-4
44	..... القوة الطاردة المركزية	4-4
46	..... التعلية (Super Elevation)	5-4
47	..... الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية)	1-5-4
49	..... تصريف مياه سطح الطريق	6-4

الفصل الخامس: حجم المرور والاشارات المرورية.

53	..... مقدمة	1-5
53	..... حجم المرور	2-5
64	..... إشارات المرور	3-5
67	..... علامات المرور على الطريق	4-5

الفصل السادس: التصميم الانشائي للطريق.

71	..... المقدمة	1-6
71	.....Flexible pavement الرصف المرن	2-6
75	.....العوامل المؤثرة على التصميم	3-6
76	..... طرق تصميم الرصفة المرنة	4-6
76	.....تصميم الرصفة المرنة حسب نظام AASHTO	5-6

الفصل السابع: النتائج والتوصيات.

94	..... المقدمة	1-7
94	..... النتائج	2-7
96	..... التوصيات	3-7

فهرس الاشكال

3	1_1 خريطة بلدة السموع وجوارحها
6	3_1 صورة جويه تظهر موقع المشروع
17	1_2 عملية الرصد الثابت
18	2_2 نظام المحطة الافتراضية
20	1_3 أنواع الطرق الحضرية
21	2_3 تصنيف الطرق الريفية
23	3_3 يوضح ضيق الطريق
24	4_3 يوضح وجود حفر بالطريق
25	5_3 يوضح عدم وجود مصابيح إنارة
26	6_3 يوضح عدم وجود إشارات إرشادية
27	7_3 يوضح قائم الاشارات
33	1_4 مقطع عرضي لطريق
34	2_4 الميول الطولية
35	3_4 كتف الطريق
36	4_4 رصيف
36	5_4 الجزيرة الفاصلة
37	6_4 الجدران الاستنادية
38	7_4 عناصر المنحنى الدائري البسيط
40	8_4 المنحنى الانتقالي
41	9_4 المنحنى الرأسي المحدب
41	10_4 المنحنى الرأسي المقعر
42	11_4 عناصر المنحنى الرأسي
45	12_4 تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات
47	13_4 تطبيق التعلية على المنحنيات
48	14_4 الدوران حول المحور
48	15_4 الدوران حول الحافة الداخلية
49	16_4 الدوران حول الحافة الخارجية
62	1_5 العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لكل خمسة عشر دقيقة لجميع أيام التعداد
65	2_5 إشارات المنع المستخدمة في الطريق
65	3_5 بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق
71	1_6 طبقات الرصف المرنة
72	2_6 طبقات الرصف المرنة
73	3_6 تأثير الاحمال على طبقات الرصف
73	4_6 اتجاه الاجمال الداخلية في الرصف
74	5_6 توزيع الاحمال الناتجة من الاطار
74	6_6 توزيع الاحمال الناتجة من الاطار في كل من الرصف المرن والرصف الصلب
88	7_6 surface layer coefficient (a1)
88	8_6 base course layer coefficient (a2)
89	9_6 sub base course layer coefficient (a3)
91	10_6 طريقة تعيين الرقم الانشائي

فهرس الجداول

10	1_1 الجدول الزمني لمقدمة مشروع التخرج
10	2_1 الجدول الزمني المتوقع للفصل الصيفي لمشروع التخرج
14	1_2 إحدائيات النقاط (CONTROL POINT)
30	1-4 التعداد المروري للطريق عند مفرق خرسا صباحا
30	2-4 التعداد المروري للطريق عند مفرق عبده صباحا
30	3_4 التعداد المروري للطريق عند مفرق خرسا مساءا
31	4-4 التعداد المروري للطريق عند مفرق عبده مساءا

31	..... 6_4 السرعة التصميمية.
39	..... 7_4 أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق
40	..... 8-4 الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى
44	..... 1_5 قيمة الثابت K للمنحنيات الرأسية
56	..... 2_5 تعداد المركبات على الطريق البديل لكل خمسة عشر دقيقة
59	..... 3_5 متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع
59	..... 4-5 معاملات أنواع المركبات وفقا للمواصفات الأردنية
61	..... 5-5 قيم K , D العامة
62	..... 6_5 حجم المرور ومعدل التدفق لكل فترة 15-دقيقة في ساعة الذروة
64	..... 7_5 سعة الطريق حسب مواصفات هيئة أشتو (AASHTO)
67	..... 1_6 المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة
77	..... 2_6 قيمة معامل T
77	..... 3-6 قيمة معامل GF
78	..... 4_6 تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية Load Equivalency factor
81	..... 5_6 متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعه
82	..... 6_6 وزن المركبات بالنسبة للسيارة الشخصية
83	..... 7-6 منحنى معاملات التصريف للمياه
84	..... 8_6 قيمة معامل درجة الثقة
85	..... 9_6 قيمة تحمل كاليفورنيا
92	..... 10-6 سماكة الرصفت للمشروع

الفصل الأول

المقدمة

1-1 مقدمة عامة

2-1 لمحة عن بلدة السموع

3-1 فكرة المشروع

4-1 منطقة المشروع

5-1 هيكلية المشروع

6-1 أهداف وأهمية المشروع

7-1 طريقة البحث

8-1 الدراسات السابقة

9-1 الأجهزة المساحية والبرامج

المستخدمة

10-1 الجدول الزمني

1-1 المقدمة :-

تمثل الطرق العمود الفقري للبلاد الذي تتمحور حوله وحدتها ونموها وتطورها، ولاشك بأن وجود شبكة متطورة من الطرق في الدولة يمكنها من تحقيق أهدافها وسياساتها الأمنية والاستراتيجية والعسكرية والاقتصادية والثقافية والاجتماعية والسياسية .

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المراد إنشاء الطريق فيها، ودراستها طبوغرافياً وجيولوجياً، و إعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها سواء أكانت هذه الطرق تصل بين المدن أو بين الأقطار المجاورة، أو كانت توصل إلى المناطق السياحية والزراعية وغيرها للوصول إلى التصميم الهندسي المناسب للطريق، والذي يُعرف على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل الطريق وترتيب العناصر المرئية لها مثل المسار ومسافات الرؤية وعرض المسارب والانحدارات.

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

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

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

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

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

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

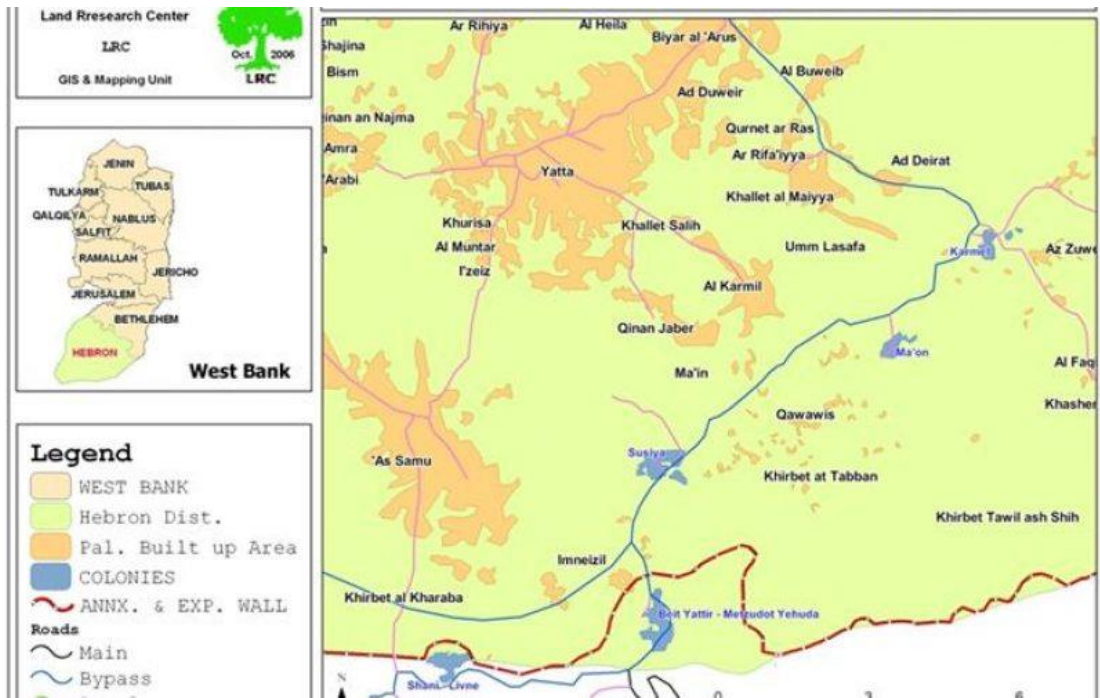
بعد معرفة حجم المرور ونوعية المركبات ، يتم حساب قيم خاصة مبنية على أوزان المركبات المتوقعة وعددها بحيث نحصل على قيمة تسمى وزن المحور المكافئ (ESAL) الذي يعتبر ذو قيمة كبيرة في مرحلة التصميم الإنشائي للطريق.

بعد معرفة عدد مستخدمي الطريق وتكلفة إنشاءه بشكل تقريبي حسب ما وردنا من توقعات البلدية ، يمكن عمل دراسة الجدوى "بناءً على نسبة التكلفة لعدد المستخدمين" التي يتخذ المسؤولون من خلالها قرار إنشاء الطريق من عدمه. (1)

1-2 لمحة عن بلدة السموع :-

السموع بلدة فلسطينية تبعد 18 كم جنوب مدينة الخليل و45 كم جنوب مدينة القدس القديمة وترتفع 725 متراً عن سطح البحر وتحدها كل من بلدة يطا ودورا والظاهرية من الشمال والغرب بينما يحدها الجدار العازل من الجنوب وهي آخر التجمعات السكانية أقصى جنوب الضفة الغربية ويبلغ عدد سكانها 25,949 نسمة. (2)

يدير البلدة مجلس بلدي اسس عام 1997 ويتبع لها عدد من الخرب الصغيرة مثل رافات والسيما ووادي العمائر وأم غانم وتعتبر جبال السموع اخر سلسلة جبلية من جبال الضفة الغربية وهي مصدر جريان وادي غزة في الشتاء وتعتبر البلدة قلعة البساط البلدي الفلسطيني.



الشكل (1-1) : خريطة بلدة السموع وجوارها (2)

(2) لجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني

1-2-1 تاريخ القرية :-

يعود تاريخ البلدة للفترة الكنعانية، وذكرت في سفر يشوع حيث كانت مستوطنة تسمى اشتموع مضمنة لسبط يهوذا ومدينة للكهنة، وفي العهد الروماني حرف الاسم إلى استيمواع، وفي العهد العثماني وفي تعداد عام 1596 ظهرت القرية كناحية تابعة للخليل وتألف سكانها من 16 أسرة، في أعقاب النكبة عام 1948، وبعد اتفاقيات الهدنة لعام 1949، وقعت السموع تحت الحكم الأردني، وفي عام 1966 جرت على أرضها معركة السموع بين الجيشين الأردني والإسرائيلي وصدر قرار مجلس الامن رقم 228 بادانة الهجوم وقد استلمت السلطة الوطنية الفلسطينية البلدة عام 1996 في إطار اتفاقية أوسلو

وجد في بلدة السموع واحد وعشرون مسجداً، أما بالنسبة للأماكن الأثرية في البلدة، فيوجد في البلدة مواقع أثرية كثيرة؛ ومنها: مبنى قديم لكنيسة رومانية، وسجن أثري، وهما مؤهلان للإستغلال السياحي. بقايا برج وكنيس، أبنية متهدمة، وأساسات، عتبات عليا كثيرة مستعملة مرة ثانية، وقطع منقوشة في القرية، مدافن، ومغر وعدد من المغر والآثار الكنعانية حيث ان البلدة مبنية على عدة مغارات وانفاق أثرية كنعانية وإسلامية حيث عثر فيها على عدة مقابر وأماكن أثرية وقطع فخارية وبلدة السموع غنية بالآثار والخرب الباقية وبعضها مأهول والآخر مهجور وجزء منها في البلدة وآخر في المناطق المحتلة عام 1948 ومن الخرب والآثار الباقية. (3)

1-2-2 السكان والمناخ :-

بلغ عدد سكانها عام 1922م حوالي 1600 نسمة وعام 1945م حوالي 2520 م وبلغ عدد سكانها عام 1967م بعد الاحتلال 3100 نسمة وارتفع إلى 7600 نسمة عام 1987م ويبلغ عدد سكان بلدة السموع 24,649 ألف نسمة حالياً

مناخ السموع متوسطي معتدل وهو حار وجاف في الصيف وبارد وممطر في الشتاء، يبدأ فصل الربيع في أواخر شهر آذار وأوائل نيسان، ويعتبر شهرا تموز وآب أحرّ شهور السنة وتصل معدل درجات الحرارة فيهما إلى 28.9 ° مئوية ويعتبر شهر كانون الثاني أبرد الأشهر، وتتساقط الأمطار عادة بين شهري تشرين الأول إلى نيسان، ويبلغ معدل السقوط 306 ملم، وتكون في أعلى معدلاتها في شهري يناير وفبراير، ويبلغ معدل درجات الحرارة 18 درجة مئوية ومعدل الرطوبة النسبية حوالي 16% (4)

(3) وحدة المعلومات الجغرافية_ أريج

(4) الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني

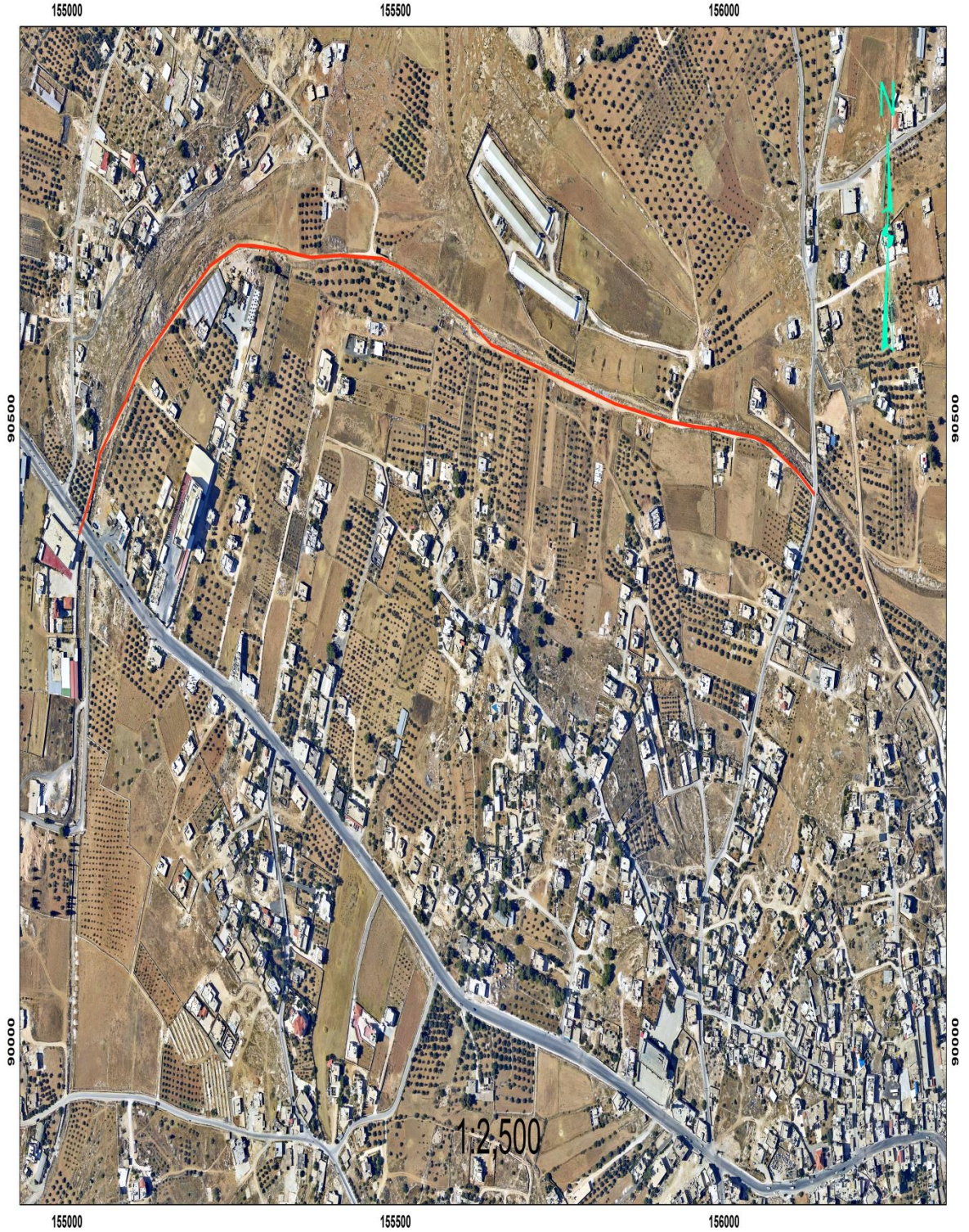
1-3 فكرة المشروع :-

تشتمل فكرة المشروع على تصميم الطريق الواصل بين عبارة المدارس وعبارة الكرامة ، حيث تبين أنه يعتبر طريق شرياني وحيوي ، يخدم الكثير من القطع الزراعية المتواجدة في المنطقة والعديد من المباني ، ويعتبر الطريق بديل عن الطرق الرئيسية الأخرى ويساعد على تخفيف الضغط عليها.

ويهدف المشروع الى وضع تصميم نموذجي آمن للطريق ، أخذين بعين الاعتبار جميع أسس التصميم الهندسي ، اضافة الى مراعاة الميول الجانبية اللازمه لعمل قنوات تصريف مياه الامطار ، ثم تصميم القطاعات العرضيه والاكتاف ونظام الانارة على الطريق ونظام تصريف المياه والجدران الاستنادية إن وجدت .

1-4 منطقة المشروع :-

يقع هذا الطريق في المنطقة الشمالية الغربية لبلدة السموع ، ويبلغ طول الطريق حوالي 1300 متر كما هو موضح في الصورة الجوية :-



الشكل (3-1) : صورة جوية تظهر موقع المشروع

1-5 هيكلية المشروع :-

يشتمل بحث المشروع على عدة فصول يتم العمل عليها وهي :-

1- **الفصل الاول :** يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث، الأهمية، الأهداف، طريقة

البحث، هيكلية البحث، العوائق والصعوبات، الأجهزة المستخدمة، والجدول الزمني للمشروع.

2- **الفصل الثاني :** الأعمال المساحية.

يحتوي هذا الفصل على الأعمال المساحية من دراسة للمخططات والأعمال الإستطلاعية

والدراسة المساحية الأولية تليها مرحلة الرفع التفصيلي وصولا إلى الأعمال المساحية النهائية ،

والتعرف على نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية (GPS) وعلى طرق الرصد.

3- **الفصل الثالث :** مشاكل الطريق والحلول المقترحة.

يحتوي هذا الفصل على المشاكل الموجودة في الطريق والحلول المقترحة لها.

4- **الفصل الرابع :** التصميم الهندسي للطريق .

يحتوي هذا الفصل على أسس التصميم الهندسي للطريق ودراسة حجم المرور والتركيب

المروري والسرعة التصميمية والتخطيط الأفقي والرأسي للطريق وطبقات الطريق.

5- **الفصل الخامس :** حجم السير والإشارات المرورية.

يحتوي هذا الفصل على دراسة حجم السير من خلال العد المروري وعمل الحسابات اللازمة

وإشارات المرور والسلامة المرورية.

6- **الفصل السادس :** التصميم الإنشائي للطريق .

يحتوي هذا الفصل على التصميم الإنشائي للطريق من حيث سماكات طبقات الرصف وأنواع

الرصف لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطريق.

7- **الفصل السابع :** النتائج والتوصيات .

يحتوي هذا الفصل على النتائج والتوصيات.

1-6 أهداف وأهمية المشروع :-

- خدمة المنطقة المار بها الطريق لجعل المنطقة أكثر حيوية ، وإعطاء طابع السلاسة في الحركة.
- معالجة مشكلة مياه الأمطار ، وذلك بتصميم الميول الجانبية للطريق وعمل قنوات التصريف على أسس هندسية.
- مراعاة سبل الامان ، بتوفير الأرصفة وممرات المشاة والانارة والاشارات المرورية في حال الحاجة اليها.

1-7 طريقة البحث :-

- القيام بتحديد موضوع البحث (تصميم الطريق الواصل بين عبارة الكرامة وعبارة المدارس) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية السموع وقد تم الحصول على كتاب رسمي من البلدية بالمواصفات التصميمية للطريق.
- تحديد منطقة العمل ومن ثم القيام بزيارة إستطلاعية للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم والتنفيذ من أجل الحصول على أفضل وأدق النتائج.
- البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع .
- القيام بالتعاون مع بلدية السموع من أجل التعرف على القوانين المتبعة في التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارات والارتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.
- البدء بكتابة مقدمة المشروع مع مراعاة الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة و مراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.
- بعد الإنتهاء من المقدمة وإنتهاء الفصل الدراسي الاول يتم الاستمرار في عملية التصميم والبدء بكتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة والتعليمات المتبعة لمشاريع التخرج في كلية الهندسة .

1-8 الدراسات السابقة :-

تعد الدراسات السابقة من أهم الركائز والدعائم الأساسية عند التخطيط للقيام بدراسة وتنفيذ أي مشروع، لأن ذلك له فائدة كبيرة من حيث التعرف على الأفكار المراد تطبيقها في هذا المشروع ومحاولة الاستفادة منها ومحاولة تصحيح الأخطاء.

إن الدراسات للطريق غير متوفرة بشكل كاف ، والمعلومات الموجودة هي ما تم الحصول عليها من بلدية السموع من معلومات تخص الطريق ومخطط هيكلية يبين المنطقة التي يمر بها الطريق ، وكذلك التوجه إلى المشرف الذي زودنا بالطرق الأساسية والتوجيهات اللازمة للقيام بالإعمال المساحية كما تم الرجوع إلى مكتبة الجامعة التي زودتنا بالكتب والمراجع اللازمة ، وسنعمل جاهدين على الاستفادة من هذه المصادر في تحسين تصميم هذه الطريق وفقاً لما تم ذكره في هذه المراجع ووفقاً للمواصفات والمقاييس لإنجاز هذا المشروع بنجاح.

1-9 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة :-

1- جهازين (Spectra sp60) وذلك بالإستعانة بأجهزة من شركة اكسيس ، واستخدام طريقة

(Fast static) لرصد (control point).

2- برامج (AutoCAD ، Civil 3D ، ArcGIS).

3- أجهزة لاسلكية ، شريط قياس مسافات، علبة دهان لتعليم النقاط ، مسامير...الخ).

1-10 الجدول الزمني :-

جدول(1-1): الجدول الزمني لمقدمة مشروع التخرج

الأسبوع	النشاط	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(2-1) : الجدول الزمني المتوقع للفصل الثاني لمشروع التخرج

الأسبوع	النشاط	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	الفحوصات المخبرية															
	التصميم والحسابات اللازمة															
	تجهيز التقرير الأولي للمشروع															
	التسليم الأولي للمشروع															
	التسليم النهائي للمشروع															

الفصل الثاني

الأعمال المساحية

1-2 مقدمة عامة

2-2 دراسة المخططات

3-2 الأعمال الإستطلاعية

4-2 مرحلة الدراسة المساحية الأولية

5-2 مرحلة الرفع التفصيلي

6-2 الأعمال المساحية النهائية

7-2 نظام تحديد المواقع بالأقمار الصناعية (GPS)

8-2 طرق الرصد

2-1 مقدمة عامة :-

عند إنشاء الطريق وشقها لابد من مراعاة الأهداف الأساسية التي من أجلها تم عمل هذا الطريق والتي من أهمها حركة المستخدمين (مركبات ومشاة) من دون أي مشاكل ، تقليل الحوادث وربط المناطق وذلك عن طريق تنظيم الحركة على الطريق سواء للسيارات أو للإنسان.

وهذا لا يتم إلا عن طريق الإلمام بعدة أمور مثل السرعة التصميمية والانعطافات والتقاطعات والإشارات المرورية والمسارب ، فبدون هذه الأمور لن تُحقق الأمور الأساسية المرجوة من هذا الطريق وبالتالي هي لديها نفس أهمية الطريق. ولا بد من الأخذ بعين الاعتبار النواحي الاقتصادية والاجتماعية والتي ستعود بعوائد جيدة على المجتمع ككل ، ولذلك يتم عمل ما يسمى بالجدوى الاقتصادية والأهمية التي ستتم من خلال هذا العمل.

❖ من المهم جدا الأخذ بعين الاعتبار عند تصميم الطريق :

1- أن يكون ذو جدوى اقتصادية.

2- الاستفادة بقدر الإمكان منه.

❖ ومن الممكن تلخيص أهم الأعمال المساحية والتي يجب عملها لشق الطريق :

1- دراسة المخططات السابقة للمنطقة.

2- أعمال الاستكشاف.

3- الأعمال المساحية (الأولية ، التفصيلية ، النهائية).

وبالتالي من الضروري المعرفة بأن التصميم الهندسي مهم جدا ، فمن خلاله سيتم توفير الوقت والجهد وأكثر أمان لمستخدمي الطريق.

2-2 دراسة المخططات :

في أي مشروع يجب عمل دراسة ابتدائية لمخططات سابقة لهذا المشروع ، وذلك لفهم الطبيعة الموجودة قبل الإنشاء وما يجب أن تكون عليه بعد عملية شق الطريق. ويتم الحصول على هذه المخططات من جهات رسمية مثل بلديات أو مكاتب معتمدة ، وقد تم الحصول عليها في هذا المشروع من بلدية السموع ، وهو عبارة عن مخطط هيكلية للطريق.

2-3 الأعمال الإستطلاعية :

الهدف الأساسي من هذه المرحلة هو تحديد المسارات الممكن عملها للطريق ومن ثم اختيار أفضل مسار والذي يكون فيه أقل مسافة وأقل تكلفة ، ويقوم بذلك أفراد المجموعة ، ويتم أخذ الخرائط والصور الجوية المتوفرة للمنطقة للاستفادة منها لتحديد الطريق الأمثل والمواقع بشكل عام ، وفي حال عدم توفر هذه المعلومات والخرائط يقوم فريق الاستكشاف بتحديد أفضل طريق من خلال تحديد السير في الطريق المقترح والاستعانة بطريق المشاة في هذه المنطقة.

وعند القيام بهذه المرحلة تراعى الجدوى الاقتصادية والخدمات التي سيتم توفيرها من هذا الطريق وميول الطريق بشكل تقريبي وطبوغرافية الأرض.

❖ أما بالنسبة للأمور التي يجب مراعاتها عند اقتراح المسار فهي :

- 1- ارتباط الطريق بالطرق الأخرى.
- 2- تخفيض التكلفة مع عدم تقليل الأمان وذلك بأخذ أقصر مسار.
- 3- تأثير هذا المسار على المجتمع من حيث الخدمات التي سيقدمها.
- 4- الأخذ بعين الاعتبار خطوط الكنتور لهذه المنطقة وتجنب الإضرار بالبشر والبيئة (يجب أن يكون موازي لخطوط الكنتور قدر الإمكان).
- 5- مراعاة نواحي الأمان لكل مستخدم الطريق.
- 6- تقليل عدد التقاطعات الموجودة في الطريق.

وقد تم عمل زيارة ميدانية للمنطقة واستكشافها للتعرف على طبيعة المنطقة وجيولوجيتها من خلال فريق استكشاف مكون من ثلاث أشخاص (فريق العمل: محمد ، عمرو ، اسلام) ، كما تم التعرف على الانحدارات في الشارع، وأماكن تجمع المياه وذلك لمعرفة الأماكن التي تحتاج إلى عبارات في حال لزم الأمر ، وتم اختيار المسار الأفضل بناء على النقاط السابق ذكرها.(5)

(5) ملحق ب

2-4 مرحلة الدراسة المساحية الأولية (Preliminary Survey) :

في بداية هذه المرحلة يقوم الفريق المساحي بعمل (Control Point) بطريقة Static لمدة 15 دقيقة لكل نقطة ، تكشف قدر الإمكان كل نقاط الطريق المقترح حيث أن الهدف من وراء عمل Control Point) تكشف نقاط الطريق هو تعيين إحداثيات وبالتالي مواقع نقاط جديدة انطلاقاً من وإستناداً إلى شبكة نقاط قديمة معلومة الإحداثيات بدقة كشبكة المثلاث أو المسح المثلاثي أو نقاط الـ GPS ، بهذا تساهم أعمال (Control Point) في تكثيف شبكات النقاط المعلومة ومن ثم يسهل ربط أعمال المساحة الأخرى بشبكة الإحداثيات العامة للدولة.

الجدول التالي يظهر الفراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الاحاثيات بطريقة الرصد الثابت (fast static).

جدول (1-2) :² إحداثيات النقاط

أحداثيات النقاط			
رقم النقطة	E (m)	N (m)	Elevation
1	156131.294	90495.366	652.479
2	155782.526	90503.288	649.514
3	155360.043	90731.838	654.552
4	155039.751	90417.382	641.197

يجب أن تكون دقة وشمولية العمل المساحي بحيث تسمح لتعيين أو إختيار محور الطريق الأفضل الذي يمكن أن يمر من خلال كل مسار من أجل تحقيق ذلك يجري عادة قياس وحساب وتصحيح الإحداثيات لكافة نقاط (Control Point) .

يتم بعد ذلك دراسة المخططات الطبوغرافية التي رسمت من المواقع ويتم تعديل المسارات حتى يتم التوصل الى أنسب مسار يحقق أفضل الشروط.

² ملحق ب

❖ وتم تنفيذ الأعمال التالية:

- 1- توزيع (Control Point) للطريق ، يبدأ برصد نقاط عن طريق (STATEIC) على نقاط تغيير مسار (Control Point) وتربيتها وتوثيقها بالصور.
- 2- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار وسلاسل.
- 3- أخذ مقاطع عرضية عند كل 20 متر من الطريق لاختيار المناسيب والميول المناسبة لأغراض التصميم والتنفيذ على يمين ويسار محور المشروع المقترح.

2-5 مرحلة الرفع التفصيلي :

نقوم به في إنشاء مشاريع هندسية (مباني - طرق -جسور وغيرها) لرفع معالم هذه المشاريع وعمل المساحات المطلوبة ، ويكون بجميع أجهزة المساحة : رفع مساحي بالشريط -رفع مساحي بالبوصله - رفع مساحي بالثيودولايت - رفع مساحي بالمحطة الشاملة -رفع مساحي GPS رفع مساحي بالصور الجوية -رفع مساحي بالاقمار الصناعية وغيره.

❖ يشمل الرفع المساحي على :

- 1- رفع حدود المشروع و الظواهر الطبيعية والبشرية.
 - 2- رفع مناسيب المشروع.
 - 3- رفع حدود المشروع : في البداية يقوم المساح برسم كروكي للمشروع يحاكي كل ما هو موجود به حتى يتم تدوين كل البيانات المرفوعة وبالتالي يتمكن من رسم اللوحة على برنامج ال AutoCad بعدها نقوم بإنشاء شبكة إحداثيات مفترضة إن لم يجد نقاط إحداثيات موجودة بالفعل.
- وذلك كالآتي : يتم اختيار نقطة لبدء العمل ويجب أن تكون في موقع أمن للجهاز وتسمح برؤية واضحة للنقاط ثم يوجه المنظار لأي اتجاه ويفترضه إتجاه الشمال، ثم يقوم برفع نقاط المشروع والظواهر الطبيعية ، و رفع مناسيب المشروع : يقوم المساح بعمل رفع مناسيب ما يتطلبه المشروع وقبل الخروج بالمحطة المساحية الى الموقع يجب التأكد من عمل الجهاز ومراجعة البطارية ، وبعد توفير البيانات الحقلية يتمكن المساح من رسم كروكي المشروع لإرسالها إلى مهندس التصميم لرسم المشروع.
- وفي مشروعنا تم استخدام الرفع بإستخدام جهاز ال GPS لعملية الرفع التفصيلي للطريق.

2-6 الأعمال المساحية النهائية :

بعد أن يتم إنجاز المخططات الأولية يصبح بوسع الفريق المصمم من استخدام هذه المخططات والمعلومات المساحية المختلفة في دراسة مختلف المسارات الممكنة بهدف إختيار المسار الأمثل أو الأفضل.

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

2-7 نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية (GPS) :

تعتبر الإشارات المرسله من الأقمار الصناعية في منظومة GPS من الإشارات المعقدة للغاية، حيث أنها تستخدم تقنيات عديدة لتشكيل هذه الإشارات وإرسالها للمستقبلات الأرضية.

إن سبب التعقيدات في بنية إشارات أقمار GPS هو أن هذه الإشارات يجب إرسالها من ارتفاع حوالي 20200 كم الى سطح الارض وبالتالي فإذا تم إرسال هذه الإشارات بالشكل المعتاد للمنظومات الأرضية فإنها ستصل إلى الأرض (إن وصلت) بإستطاعات منخفضة مقارنة مع منابع الضجيج الموجودة حول أجهزة الإستقبال وبالتالي لن تستطيع هذه الأجهزة إستقبال المعلومات المفيدة من الأقمار ولن نستطيع تحديد إحداثياتها المطلوبة.

تستخدم هذه المستقبلات في أعمال المساحة العسكرية بكثرة حيث يتم مسح مناطق الأعمال المساحية القتالية وتحديد أهم نقاط العالم وإحداثياتها ، وكذلك في المساحة المدنية من أجل مسح المدن والأراضي والطرق المختلفة.

إن هذه العملية ضرورية جدا لبناء نظام جغرافي جديد يسمى نظام المعلومات الجغرافية الذي أصبح ضروريا جدا في مختلف الدول المتطورة.

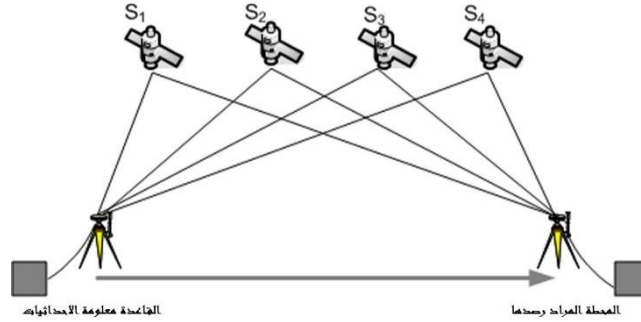
أما في مجال قيادة الطائرات الحربية و المدنية فهي تستخدم في نطاق واسع خاصة إن هذه المستقبلات ذات حجم صغير الأمر المرغوب كثيرا على الطائرات حيث أن تقليل حجم الأجهزة المحمولة من أهم المتطلبات على الطائرة كما أنه يؤمن دقة عالية في المعلومات الملاحية التي يعطيها للطائرة و خاصة في مرحلة الهبوط والتي تتطلب دقة عالية للإحداثيات.

2-8 طرق الرصد :

1- الرصد الثابت (Static Observations):

حيث يتم تثبيت المستقبل على النقطة المراد رصدها لفترة زمنية معينة حسب الدقة المطلوبة ، وطول خط القاعدة ما بين المستقبل والقاعدة المثبتة على نقطة معلومة الإحداثيات ، وكلما زاد طول الخط قلت الدقة وذلك لأن التصحيحات على القراءات التي ستؤخذ من القاعدة والتي تشمل (تصحيحات طبقات

الغلاف الجوي – Ionosphere & Troposphere - وفرق الإحداثيات والتوقيت) تختلف من مكان لآخر وما زالت تعتبر هذه الطريقة أدق طرق الرصد وتستخدم في تحديد نقاط مرجعية جديدة للشبكات الجيوديسية وأنظمة الاحداثيات ، وكذلك في المشاريع التي تحتاج لدقة كبيرة، ويتم معالجة البيانات وإستخراج الإحداثيات في المكتب (Post Processing). كما في الشكل (1-2).



الشكل (1-2):³ عملية الرصد الثابت.

2- الرصد الثابت السريع (Fast Static) :

تستخدم هذه الطريقة في حال كان طول خط القاعدة (Base line) أقل من 8 كم وهذا يعتمد على طبيعة المنطقة والتغيرات في طبقات الغلاف الجوي ، وتتم مثل عملية الرصد الثابت التي تم ذكرها سابقا وفي أغلب الأوقات يكفي الرصد لمدة 20 دقيقة ، وقد تم استخدام هذه الطريقة في الرصد لتحديد محطات المضلع الرابط للطريق.

3- الرصد في الوقت الحقيقي (Real Time Kinematic-RTK) :

تمتاز هذه الطريقة بأنه يمكن الحصول على الاحداثيات في الموقع على شاشة معالج البيانات ، وتستخدم في المشاريع التي لا تحتاج دقة كبيرة (ضمن مدى < 3 سم) ، وتستخدم عدة طرق لمعالجة البيانات لحظيا ومنها:

- معاملات التصحيح بالاعتماد على المساحة المغطاة (Area Correction Parameter) :((ACP)

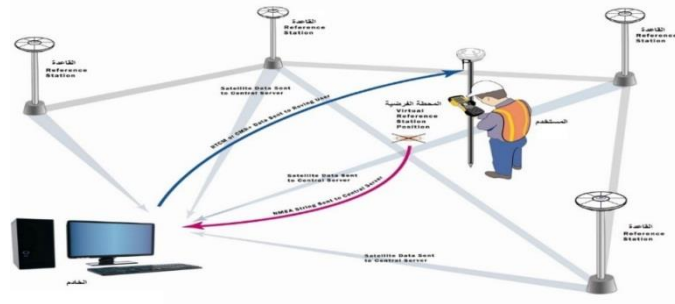
يتم في هذه الطريقة توزيع مجموعة من القواعد على نقاط معلومة الاحداثيات ، بحيث تغطي كل واحدة مساحة محددة ، وفي حال تواجد الراصد في المساحة التي تغطيها القاعدة يتم ارسال التصحيحات له من أقرب قاعدة ، ويكون طول خط القاعدة أقل من 30 كم.

- المحطة الافتراضية ((Virtual Reference Station (VRS) :

يستخدم هذا النظام مجموعة من القواعد الموزعة على شبكة تغطي المنطقة التي تخدمها ، حيث ترتبط جميعها بخادم واحد ترسل له التصحيحات في الوقت الحقيقي ، وعند بدأ المستخدم بالرصد يتم إرسال الموقع الأولي بدقة تصل إلى 10 م ، ثم يتم استخدام معلومات التصحيحات من القواعد وبعمل

³ تقنية محطات الأمانة الدائمة للنظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) لتنفيذ الأعمال المساحي

مقارنة رياضية نسبية يتم تصحيح الموقع وإعتباره المحطة الفرضية التي يبدأ النظام بإعتمادها وقياس طول خط القاعدة منها وإرسال التصحيحات للمستخدم بناء عليها ، وتكمن فائدة هذا النظام في أنه يقلل طول خط القاعدة مما يقلل من الخطأ الناتج عن التغيرات في الغلاف الجوي. كما في الشكل (2-2).



الشكل رقم (2-2) : ⁴ نظام المحطة الافتراضية

⁴ تقنية محطات الأمانة الدائمة للنظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) لتنفيذ الأعمال المساحية

الفصل الثالث

مشاكل الطريق والحلول المقترحة

1-3 المقدمة

1-1-3 أصناف الطرق

1-1-1-3 طرق حضرية

2-1-1-3 طرق ريفية

2-3 المشاكل الخاصة في الطريق والحلول المقترحة

1-3 المقدمة :-

تعتبر برامج وضع الحلول المناسبة للمشاكل الموجودة في الطريق خطوة هامة وضرورية لتأمين عمليات مرور آمنة ومريحة ، وقبل تنفيذها لا بد من إجراء تقويم شامل للطريق لمعرفة العيوب الموجودة فيه وأسباب هذه العيوب من أجل تحديد أفضل الطرق لحل هذه المشاكل.

تعاني الطرق من مشاكل عدة تنعكس على أمن وسلامة مستخدميه ، لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل المتمثلة في الطريق الواصل بين قرية خرسا وقرية عبدة والعمل جاهدين على إيجاد حلول لها.

❖ ولكن في البداية لا بد لنا من معرفة تصنيفات الطرق:

1-1-3 أصناف الطرق :

يوجد صنفان عامان للطرق حسب مواقعها وهي :

1-1-1-3 طرق حضرية :

تتواجد الطرق الحضرية داخل المدن والبلدات والقرى (أي ضمن الحدود التنظيمية للهيئات المحلية) , ويتم تصنيف الطرق الحضرية إلى الطرق الشريانية والطرق التجميعية والطرق المحلية ويمكن التنبؤ به إلى أنه توجد في المناطق الحضرية أحيانا طرق زراعية أيضا هدفها خدمة الأراضي الزراعية الموجودة فيها، وتعتبر هذه الطرق طرقا محلية ، ولا يوجد حد أدنى لعرض حرم هذه الطرق ، ولكن يفضل أن لا يقل عن 6 متر ، والشكل (1-3) يبين أنواع الطرق الحضرية.



الشكل (1-3) أنواع الطرق الحضرية. (5)

⁵ وزارة الحكم المحلي ، دليل تخطيط الطرق والمواصلات في المناطق الحضرية ، فلسطين 2013

2-1-1-3 طريق ريفية :

تتواجد الطرق الريفية خارج حدود المدن والبلدات ، وتصنف هذه الطرق بناء على ما تم اعتماده في مجلس التنظيم الأعلى عام 1998 في جلسة رقم 4 /98 حول مشروع الطرق الإقليمية الفلسطينية والنظام المرافق له ، ويستند هذا التصنيف عموماً إلى بنية الشبكة وأهمية الطرق. ويتم تصنيف الطرق الريفية إلى الطرق السريعة والطرق الرئيسية والطرق الإقليمية والطرق المحلية



الشكل (2-3) تصنيف الطرق الريفية (6)

⁶ وزارة الحكم المحلي ، دليل تخطيط الطرق والمواصلات في المناطق الحضرية ، فلسطين 2013

2-3 المشاكل الخاصة في الطريق والحلول المقترحة لها :

لو أردنا ضرب الأمثلة على المشاكل في أي طريق فلن يتطلب ذلك أي مجهود ، فعند طرح أي طريق تجد أنه مليء بالمشاكل ، الأمر الذي قد يكلف الكثير من الخسائر البشرية والمادية ، فبعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودراسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سنعرض لكم بالصور هذه المشاكل مع شرح لكل منها والاقتراحات الممكنة لحل هذه المشاكل.

1-2-3 الأهداف المرجوة من تشخيص المشاكل ووضع الحلول الملائمة لها :

- 1- إطالة العمر التشغيلي للطريق .
- 2- تقليل تكلفة النقل على الطريق .
- 3- تأمين سطح الطريق بحالة تشغيلية جيدة .

2-2-3 أهم المشاكل الموجودة في الطريق :

- 1- ضيق الطريق .
- 2- سوء تصريف مياه الامطار عن السطح.
- 3- عدم وجود أضاءة على الطريق .
- 4- عدم وجود اشارات ارشادية وتحذيرية على الطريق .

1-2-2-3 ضيق الطريق :

توضيح المشكلة :

لوحظ في الطريق المفتوح قيد الدراسة ضيق في عرضه ، حيث أن عرضه الحالي (4 أمتار) مما ينتج عنه مشكلة سير المركبات على أطراف الطريق في حال تقابل مركبتين متعاكستين الأمر الذي قد يزيد من الخطر على مستخدمي الطريق ، وهذه من العوامل التي تمنع المواطنين من الإقبال على الطريق ، كما يتطلب عمل توسعة للمنحنيات.

الحلول المقترحة :

إجراء التوسعة على الطريق من الجهتين مع مراعات الأساليب الهندسية لتوسعة الطرق والمنحنيات ، ولا بد من الإشارة هنا إلى أن يوجد في الطريق فرق في الارتفاعات.

❖ ولا بد من الإشارة إلى التوسعة على المنحنيات ، حيث أن أسباب التوسعة هي كالآتي:

- 1- ميل السائقين للجنوح بعيدا عن حافة الرصف.
- 2- يتم عمل التوسيع في المنحنيات بزيادة العرض المؤثر للمركبة في الاتجاه العرضي بسبب عدم إتباع العجلات الخلفية لمسار العجلات الأمامية حيث أن العجل الخلفي يعبر المنحنى على نصف قطر أقل من العجل الأمامي .
- 3- العرض الإضافي الناتج عن انحراف مقدمة العربة إلى خط المحور ، فمن المناسب زيادة عرض الطريق عند المنحنيات حتى يهيئ ظروف قيادة مشابهة للطريق المستقيم ويضمن ثبات و استقرار المركبات على المنحنى ويسهل إمكانية التجاوز , حيث إن التوسعة تعتمد على نصف قطر المنحنى.
- 4- زيادة الحركة المرورية على الطريق بسبب وجود عدة أراضي على جوانب الطريق مما قد يجعلها منطقة سكنية مناسبة مستقبلا.



الشكل (3-3) : صورة توضح ضيق الطريق

2-2-2-3 وجود حفر في الطريق وبالتالي سوء تصريف مياه الامطار عن السطح :

توضيح المشكلة :

التصريف السطحي يشمل كل الأمور التي تتعلق بإزالة المياه السطحية عن حرم الطريق ، ولذلك فإن التصميم الصحيح لنظام الصرف السطحي يجب أن يتناسب مع كمية الأمطار المتساقطة على أو بجانب الطريق ، حيث أنه عند تصميم نظام صرف جيد لمياه الأمطار فإننا نقلل من الأضرار التي تلحق بالأراضي الزراعية وخطر تشقق الطبقة الإسفلتية مستقبلا.

عند النظر إلى الطريق يتبين وجود حفر وطرف الواد بحيث أن مياه الأمطار تنساب عبره في الشتاء وتتجمع في مناطق على طرفه من ناحية الجبل من المناطق الأكثر إرتقاعا والمحيطه به ، ويعاني من عدم وجود عبارات أيضا.

الحلول المقترحة :

هناك عدة حلول مقترحة منها التصريف باتجاه الأودية من خلال تصميم الميول الطولية والعرضية للطريق ، وأيضا من خلال تصميم قنوات على طرف الطريق لتجمع المياه والسير من خلالها الى العبارات ، ويحتاج أيضا إلى عبارات لنقل المياه من طرف إلى الآخر.



الشكل (4-3) يوضح وجود حفر بالطريق وبالتالي تجمع المياه وسوء تصريفها في فصل الشتاء .

3-2-2-3 عدم وجود أضواء على الطريق :

توضيح المشكلة :

يعاني الطريق من عدم وجود إنارة فيه وهذا يؤثر على رؤية السائقين والمشاة في الليل مما يؤدي إلى كثرة الحوادث إذ أن الحوادث التي تحدث ليلا في حال عدم توفر الإضاءة قد تكون كارثية .

الحلول المقترحة :

وضع أعمدة الإضاءة بحيث يكون توزيعها متناسب لإضاءة كامل الطريق لمساعدة السائقين على الرؤية بوضوح أثناء القيادة ليلا للتقليل من نسبة الحوادث وتوفير الأمن والسلامة للمشاة ولا بد من مراعاة الشروط التالية بخصوص مواصفات الإضاءة .

- 1- مكان وضع أعمدة الإضاءة حيث تثبت على جوانب الطريق (الأرصفة ان وجدت) .
- 2- مراعاة أبعاد الأعمدة حيث الإرتفاع والمسافات بينها بحيث تغطي الطريق بشكل كامل .
- 3- الاختيار الأمثل لنوع المصابيح المستعملة بحيث أن لا تكون مصنوعة من مواد سريعة التلف أو تتأثر بالعوامل البيئية والجوية .
- 4- وضع الإشارات العاكسة يساعد على رؤية حواف الطريق وتحديد مساره .
- 5- دراسة مدى قدرة الطريق على عكس الإضاءة .



الشكل (3-5) : يوضح عدم وجود مصابيح إنارة

4-2-2-3 عدم وجود اشارات ارشادية وتحذيرية على الطريق :

توضيح المشكلة :

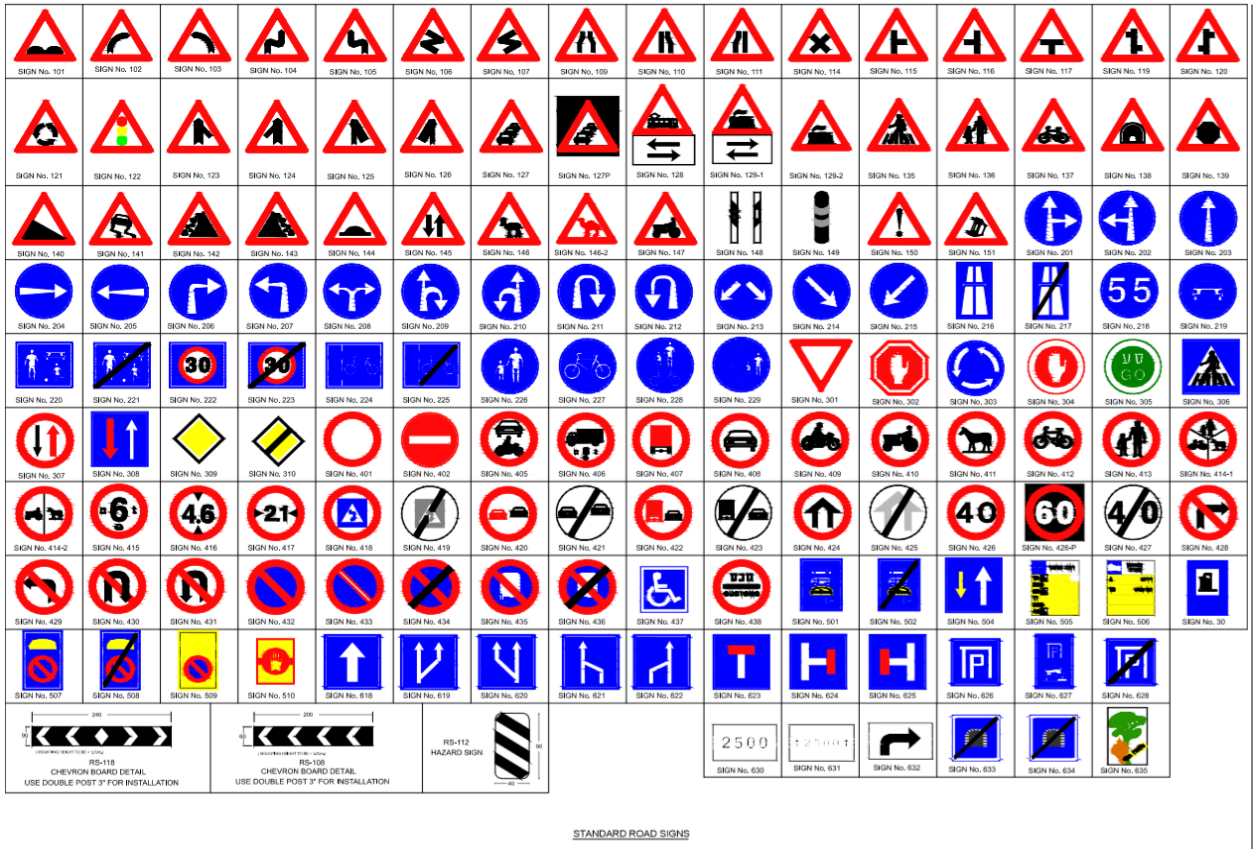
يهدف وضع اللوحات الإرشادية وعلامات المرور إلى تحقيق أقصى حد ممكن من الأمن والسلامة وإزالة التعارض والتأخير المحتملين وتأمين إنسياب الحركة المرورية حيث أن الطريق لا يحتوي على اللافتات إذ يعاني الطريق من كثرة المنعطفات وعدم وجود لافتات تحذر من تلك المنعطفات مما يهدد بحدوث تصادم بين المركبات أو خروجها عن مسارها ، فعلامات المرور عبارة عن خطوط متصلة أو متقطعة مفردة أو مزدوجة أو قد تكون كلمات أو خطوط كما هو في ممر المشاة.



الشكل (6-3) : يوضح عدم وجود اشارات ارشادية

الحلول المقترحة :

يكون الحل بوضع اللافتات الإرشادية أو التحذيرية في الأماكن الصحيحة وخاصة عند المنعطفات, أو علامات يتم ترسيمها على الشارع, متمثلة بالخطوط البيضاء والأسهم والألوان للبردورات والخط المتقطع والمتصل في وسط الطريق, والإشارات العاكسة.



الشكل (7-3) يوضح قائمة الاشارات.

الفصل الرابع

التصميم الهندسي للطريق

- 1-4 المقدمة
- 2-4 أسس التصميم الهندسي للطريق
- 3-4 التخطيط الأفقي والرأسي للطريق
- 4-4 القوة الطاردة المركزية
- 5-4 التعلية (Super Elevation)
- 6-4 تصريف مياه سطح الطريق

1-4 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 أن التصميم الهندسي المتكامل يجب أن يشمل كل من:

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

2-4 أسس التصميم الهندسي للطريق :-

❖ عند التصميم الهندسي للطريق يجب مراعاة مجموعة أمور من أهمها :

1-2-4 حجم المرور :-

والذي يتمثل بعدد المركبات التي تمر من عند نقطة معينة في الطريق خلال فترة زمنية محددة ، والتي عادة ما تكون ساعة واحدة.

التعداد المروري للطريق الواصل بين خرسا وعبدة : قد تم رصد القيم التالية في يوم الاثنين الموافق 2019/4/15 ، صباحا ومساء على كل من مدخل الطريق ومخرجها.

7:15_8:15

مفرق خرسا

جدول (1-4) التعداد المروري للطريق عند مفرق خرسا صباحا

	7:15_7:30	7:30_7:45	7:45_8:00	8:00_8:15
Personal car	7	9	14	6
Bus	1	0	0	0
Track	1	0	0	0

7:15_8:15

مفرق عبدة

جدول (2-4) التعداد المروري للطريق عند مفرق عبدة صباحا

	7:15_7:30	7:30_7:45	7:45_8:00	8:00_8:15
Personal car	5	8	12	4
Bus	-	-	-	-
Track	-	-	-	-

1:30_2:30

مفرق خرسا

جدول (3-4) التعداد المروري للطريق عند مفرق خرسا مساءا

	1:30_1:45	1:45_2:00	2:00_2:15	2:15_2:30
Personal car	8	9	6	5
Bus	1	0	0	0
Track	-	-	-	-

جدول (4-4) التعداد المروري للطريق عند مفرق عبدة مساء

	1:30_1:45	1:45_2:00	2:00_2:15	2:15_2:30
Personal car	6	4	8	3
Bus	-	-	-	-
Track	-	-	-	-

2-2-4 التركيب 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.

3-2-4 السرعة التصميمية :-

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

جدول (5-4) السرعة التصميمية

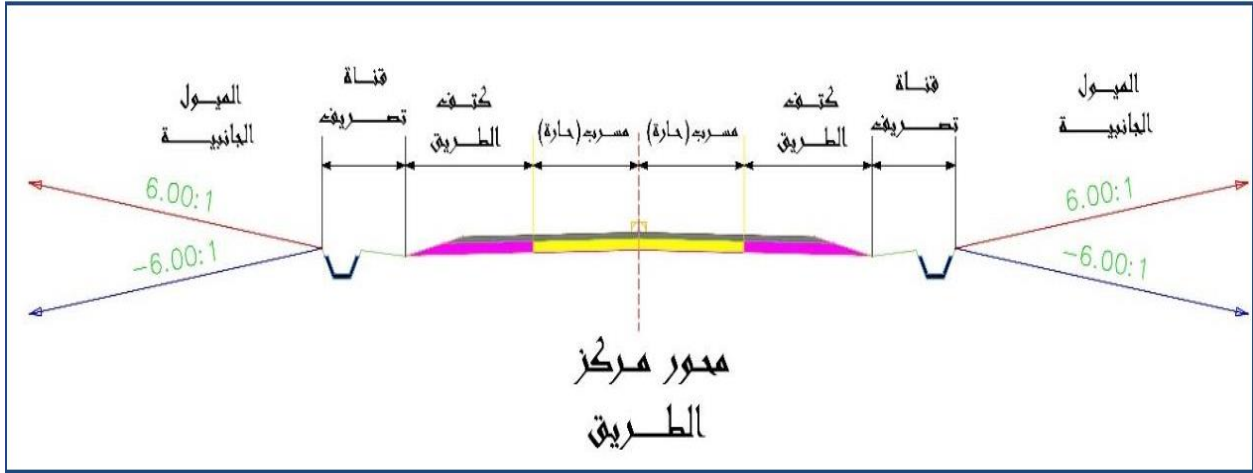
السرعة المرغوبة	السرعة الدنيا	تصنيف الطريق
50	30	طريق محلي (LOCAL)
60	50	طريق تجميعي (COLLECTOR)
60	50	اضطراب ملموس
90	70	أقل اضطراب
100	80	شرياني - عام
120	90	طريق سريع (Expressway)

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.

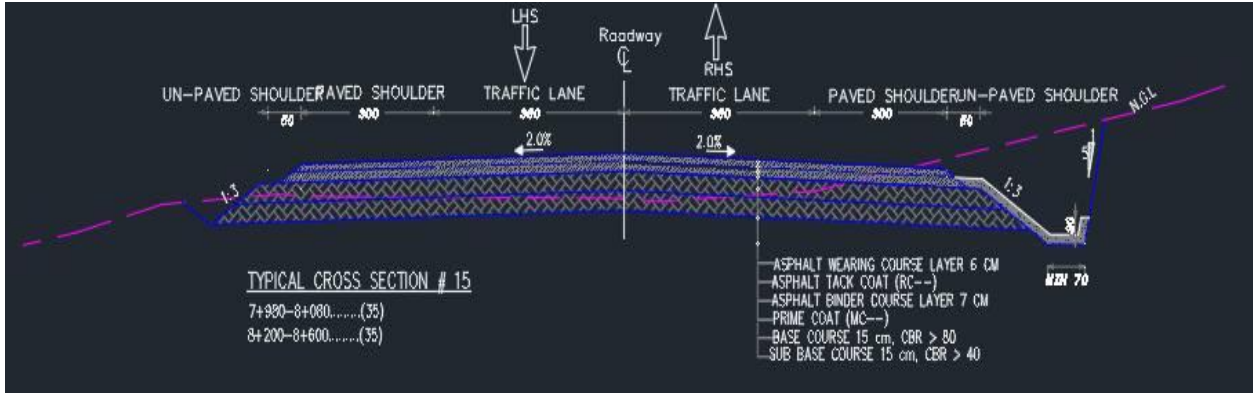
تصميم الشارع على سرعة مسموحة 50 كم/ساعة ، وقد تم تحديدها بناء على المعلومات التي حصلنا عليها من مجلس الخدمات المشترك-ريف دورا⁽⁷⁾ ، وبالتالي سيتم التصميم على سرعة 60 كم/ساعة.

4-2-4 قطاع الطريق :-

إن قطاع الطريق يتمثل في تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق وهذا يتوقف على كيفية الإستفادة من هذا الطريق، فالطريق التي يمر عليها عدد كبير من العربات و بسرعة عالية يتطلب عدد كبير من المسارات وانحدرات 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 الإهتمام بأكتاف الطريق و عمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي المرور مع تخصيص مسارات إضافية عند مناطق الدوران.



⁷ راجع الملحق أ .



الشكل (1-4) مقطع عرضي لطريق⁸.

5-2-4 عرض المسارب والطريق :-

إن عرض المسرب الواحد يختلف حسب درجة و مستوى و نوعية الطريق ، حيث أنه يلعب دورا كبيرا في سهولة القيادة و درجة الأمان على الطريق ، فبعد رسم سطح الطريق يتم تحديد عرض هذا السطح حيث يجب أن لا يقل عرض المسار عن (3 م) في جميع الأحوال. وفي حالة الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض الحارة (3.75م) نظرا لمرور عربات النقل و السرعة الكبيرة بشكل عالي ، حيث كلما أردنا أن نزيد سرعة السيارات و الشاحنات التي تسير على المسرب توجب علينا أن نزيد عرض المسارب ، بالإضافة إلى المسارب الأساسية في الطرق ، هناك 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.
- 2- مسرب التباطؤ: هو مسرب جانبي تسلكه السيارات أثناء مغادرتها الطريق الرئيسي لتتمكن فيها من تخفيض سرعتها بدون أن تعرقل سير السيارات الموجودة على الطريق.
- 3- مسرب الصعود: هو مسرب إضافي في الطريق يخصص للشاحنات التي تسير ببطء أثناء صعودها حتى تفسح المجال للسيارات التي خلفها لتجاوزها.
- 4- مسرب الوقوف: هو المسرب الأوسط اللازم للإنعطاف 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.

حيث سيتم تصميم الشارع على مسرب واحد باتجاهين عرض كل اتجاه 3.5 م ، وقد تم تحديدها بناء على المعلومات التي حصلنا عليها من مجلس الخدمات المشترك-ريف دورا.⁽⁹⁾

⁸ <http://www.arab-eng.org> (ملتقى المهندسين العرب)

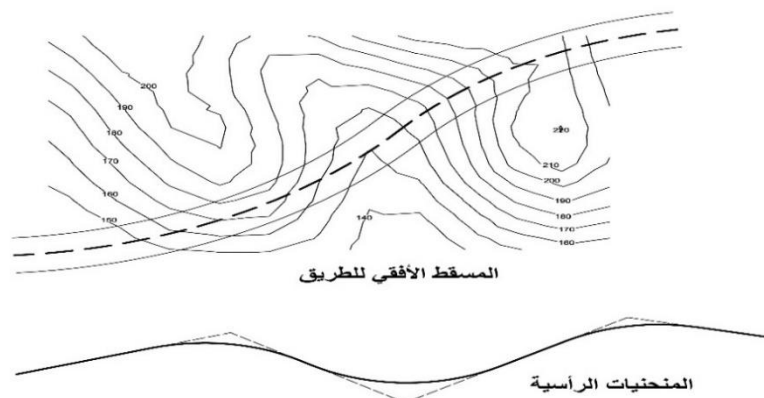
6-2-4 الميول العرضية :-

يتم عمل الميول العرضية للطريق من أجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق و قد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ ، و في حالة وجود جزر وسطى فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كانت كل حارة عبارة عن شارع منفصل.

والميول المستعملة في هذا المشروع هي 4 % لأن نصف القطر عالي ل Curve.

7-2-4 الميول الطولية :-

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



الشكل (2-4) الميول الطولية.

8-2-4 أكتاف الطريق :-

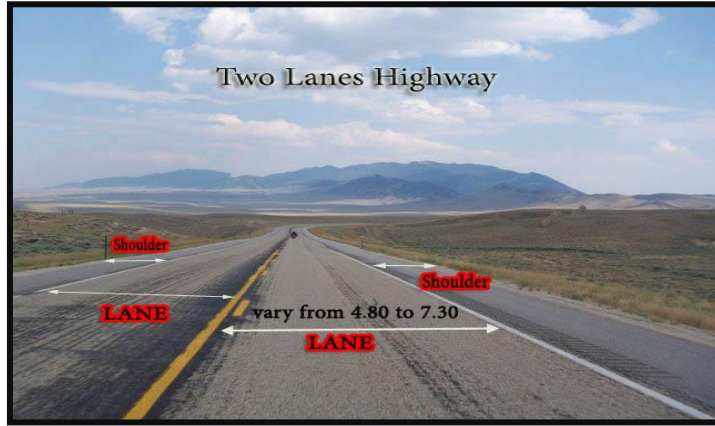
يتم عملها في الطرق الخارجية وذلك لتوقف المركبات في حال حصل أمر طارئ ، ويكون عرضه (0.6) متر في الطرق الداخلية لحماية الحواف و(3) متر في حالة الطرق السريعة ، ويجب أن تزود

⁹ راجع الملحق أ .

بمبول 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 أي (0.7) متر.

❖ فوائد الأكتاف للطريق :

- 1- توقف المركبات لأمر طارئ.
- 2- تصريف مياه الطريق.
- 3- توسيع الطريق في المستقبل.
- 4- منع إنهيار جسم الطريق.
- 5- شعور السائق بالأمان و حماية السيارات عندما تنجح عن مسارها بسبب السير بسرعات عالية.

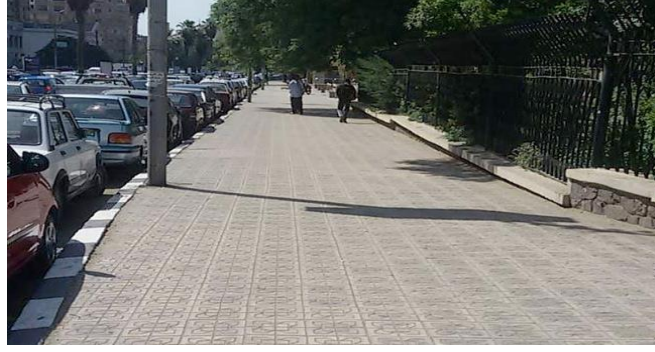


شكل(3-4) كتف الطريق.

9-2-4- الأرصفة :-

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 مشرونا تم تحديد رصيف مشاة عرض 1 م.



الشكل (4-4) رصيف⁽¹⁰⁾

10-2-4 الجزر الفاصلة :-

تقام الجزر الفاصلة من أجل فصل حركة المرور المعاكسة لتحقيق الأمان و السلامة، و جميع الطرق الحديثة مزودة بجزر فاصلة و خاصة إذا كانت من أربع مسارات أو أكثر.

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

وفي مشروعنا لا يوجد جزيرة وسطية.



الشكل (5-4) الجزيرة الفاصلة⁽¹¹⁾

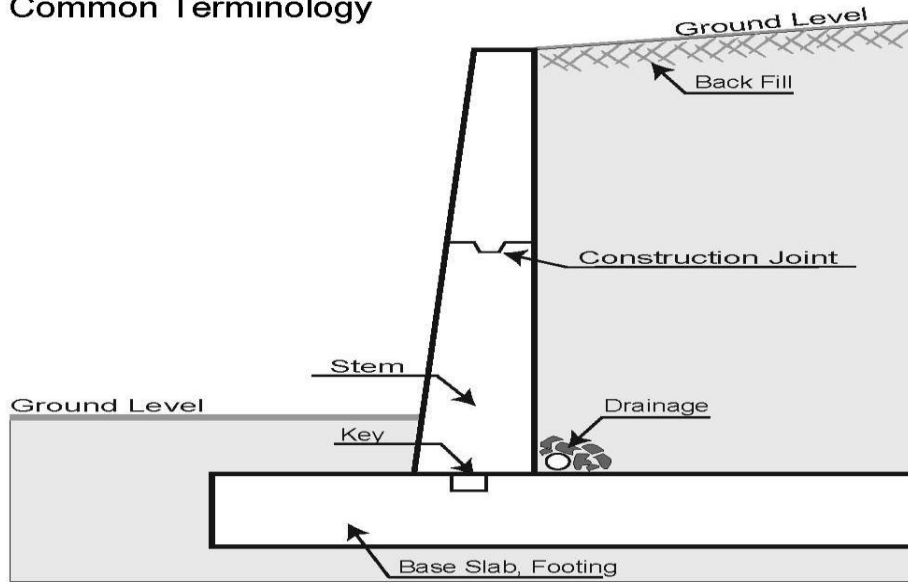
¹⁰ (ملتقى المهندسين العرب) <http://www.arab-eng.org>

¹¹ (ملتقى المهندسين العرب) <http://www.arab-eng.org>

11-2-4 الجدران الإستنادية :-

يتم عمل هذا البند بناء على ميول التربة المجاورة للطريق وذلك لمنع انهيارها على الطريق في حالة كون عرض الطريق ضيق ولا يمكن الابتعاد عن الجوانب وخاصة في المدن يتم عمل الجدران الاستنادية من الخرسانة المسلحة تكون مقاومة للحركة (زيادة الاحتكاك) ومقاومة للعزم (زيادة طول القاعدة)، وفي مشروعنا لا يلزم استخدام جدار استنادي لأنه لا يوجد فرق كبير بين سطح الطريق وبين جوانب الطريق.

Common Terminology



الشكل (6-4) الجدران الاستنادية⁽¹²⁾

3-4 التخطيط الأفقي والرأسي للطريق :-

في الوضع الطبيعي يجب أن تكون الطريق مستقيمة قدر الإمكان والابتعاد عن المنحنيات ، لكن هذا واقعا غير موجود ، فمن غير الممكن الحصول على طريق مستقيم تماما وخالي من المنحنيات ، وذلك بسبب طبيعة المكان كما ذكرنا سابقا إلا أننا نهدف إلى الوصول إلى القدر الأعلى من الأمان بأقل تكلفة اقتصاديا ، ومن هنا جاءت الحاجة الملحة إلى وجود هذه المنحنيات ، وحتى لو أمكن عمل الطريق مستقيم يجب أن لا تزيد المسافة المستقيمة حسب ال (Code) عن 5 كيلومتر ، لعدة أسباب أهمها :

- 1- أسباب أمان ، لأن تشابه الظروف بالطريق يؤدي إلى تعود السائق وفقدان تركيزه.
- 2- الإضاءة بالإتجاه المعاكس يصبح تأثيرها سلبي.
- 3- تقدير المسافات بين المركبات تصبح مسألة صعبة.

❖ أقسام المنحنيات :

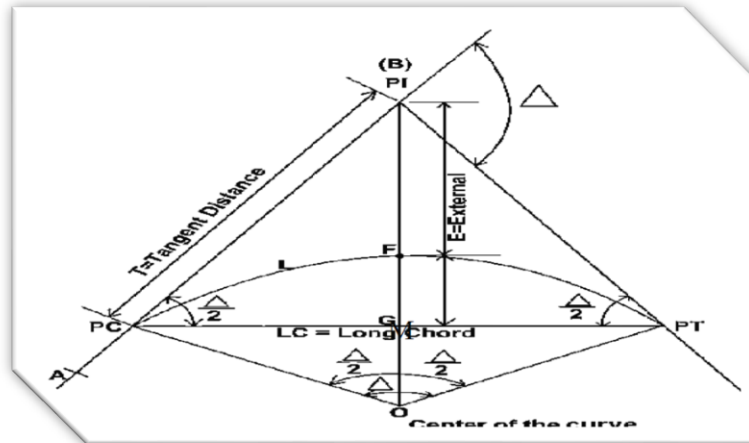
- 1- منحنيات في الاتجاه الأفقي .
- 2- منحنيات في الاتجاه الرأسي.

1-3-4 المنحنيات الأفقية :-

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 :

1-1-3-4 المنحنيات الدائرية البسيطة (Simple Circular Curves) :-

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط :



شكل(7-4) عناصر المنحنى الدائري البسيط (13)

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

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي :

- 1- $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$ 3.1
- 2- $E = R(\sec(\frac{\Delta}{2}) - 1)$ 3.2
- 3- $M = R(1 - \cos \frac{\Delta}{2})$ 3.3
- 4- $LC = 2R \sin(\frac{\Delta}{2})$3.4
- 5- $L = \frac{\pi R \Delta}{180}$ 3.5

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب ال(AASHTO 2004):

جدول(6-4) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق⁽¹⁴⁾

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 (7-4) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحني⁽¹⁵⁾

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)

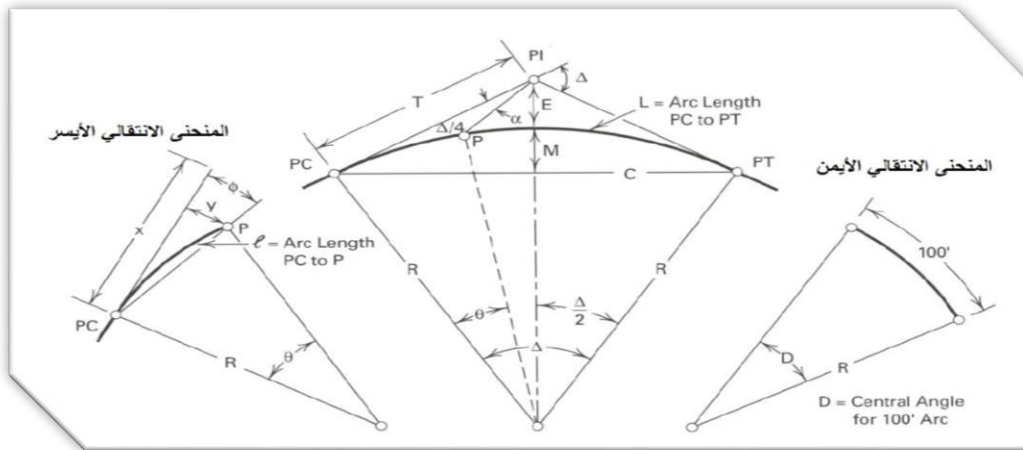
2-1-3-4 المنحنيات الإنتقالية (Transition Curves):-

يستخدم هذا النوع من المنحنيات في المنحنيات الأفقية وهو الأكثر أماناً ، ولكن ليس شرط وجوده ، وتأتي أهميته من اللولبية بين المماس والمنحني الدائري لنقل المركبة من الطريق المستقيم إلى المنحني والعكس أيضاً ، وتتناسب درجته مع طوله وتقل من المالا نهائية حتى درجة المنحني الدائري عند النهاية ، وبناء على السابق فإن المنحني الانتقالي مهم لأنه ينقل السائق بشكل سلس من وإلى المنحني دون مشاكل ، ولأنه يعطي المهندس المصمم المجال في الرفع التدريجي للحواف حتى الوصول إلى الارتفاع المطلوب.

ولا تتطلب الحاجة لوجود المنحنيات الإنتقالية في هذا التصميم.

ويتم حساب طول المنحني الانتقالي من خلال المعادلة التالية :

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



الشكل (8-4) المنحني الانتقالي⁽¹⁶⁾.

¹⁵ AASHTO (2004).

¹⁶ المساحة وتخطيط المنحنيات.

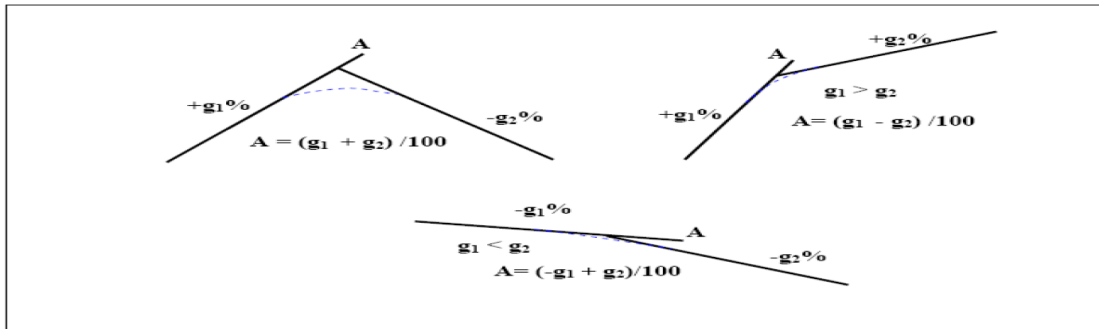
2-3-4 المنحنيات الرأسية :-

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

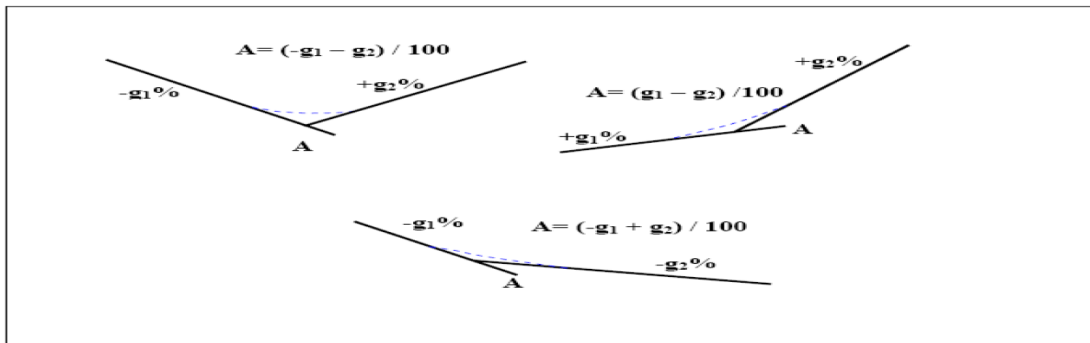
- 1- أن يكون الانتقال تدريجيا وسهلا.
- 2- تحقيق شروط الرؤية بحيث يستطيع السائق رؤية أي حاجز أمامه أو مركبة متحركة باتجاهه من مسافة كافية.

1-2-3-4 أنواع المنحنيات :-

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



الشكل (9-4) المنحنى الرأسي المحدب (17)

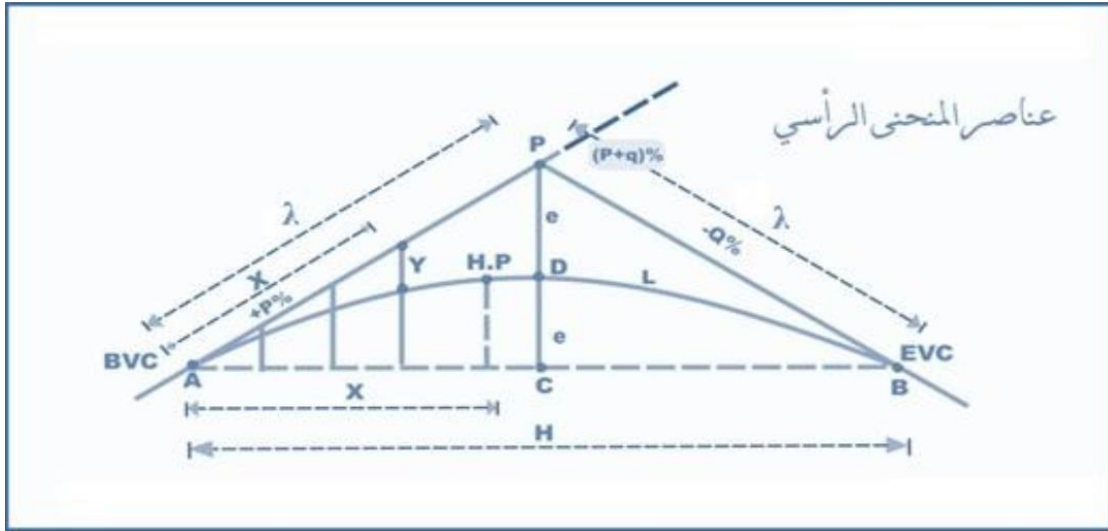


الشكل (10-4) المنحنى الرأسي المقعر (18)

¹⁷ المساحة وتخطيط المنحنيات.

¹⁸ المساحة وتخطيط المنحنيات.

2-2-3-4 عناصر المنحنى الرأسى :-



الشكل (4-11) عناصر المنحنى الرأسى (19)

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

❖ معادلات القطع المكافئ :-

✓ طول المنحنى الرأسى L يساوى مجموع طولي المماسين الخاصين بهذا النحنى ، حيث يكون

طول المماس الخلفى يساوى l₁ وطول المماس الامامى يساوى l₂ :

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

19 المساحة وتخطيط المنحنيات.

✓ الخط الرأسي المار من نقطة تقاطع المماسين ينصف الوتر AB ويكون PD ، بحيث أن $PD = e$
 حيث C نقطة منتصف الوتر و D نقطة تقاطع الخط الرأسي من المنحنى وهذه النقطة
 أعلى أو أخفض نقطة في المنحنى في حالة المنحنيات المتناظرة.
 ✓ وتر المنحنى AB يساوي مسقطه الأفقي H ، ويساوي مجموع المماسين :

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

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

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

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين :

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

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد :

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

أما بدلالة e :

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين:

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

عندما يكون المماس في اتجاه واحد:

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

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

جدول (8-4) قيمة الثابت K للمنحنيات الرأسية .

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

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

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

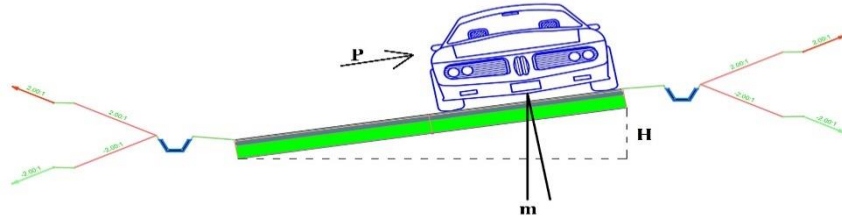
4-4 القوة الطاردة المركزية :-

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 دوراً أساسياً.

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



الشكل (4-12) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات (20)

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.

α : الزاوية الرأسية.

5-4 ارتفاع منحنى ظهر التعلية (Super Elevation) :

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

ويمكن حساب قيمة التعلية 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.

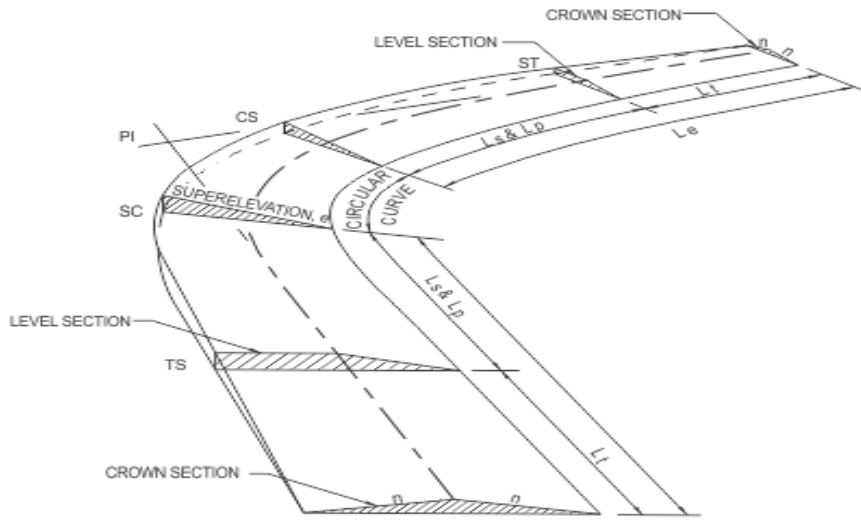
V : هي سرعة المركبة ب كم/ ساعة، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

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:



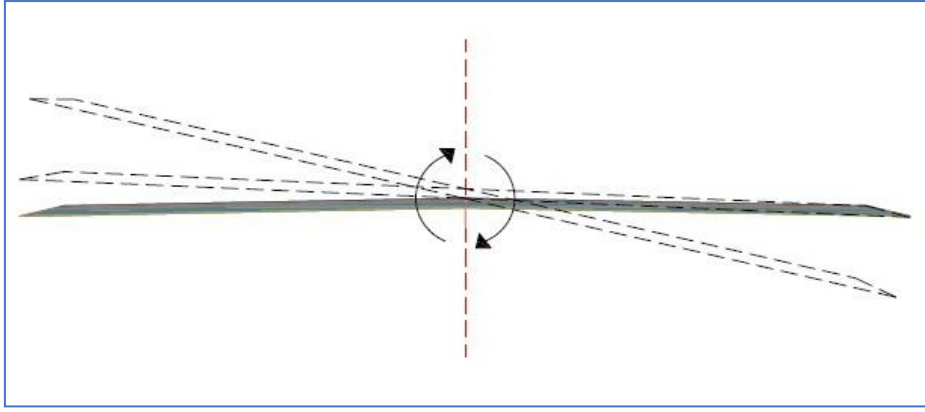
الشكل(13-4) تطبيق التعلية على المنحنيات⁽²¹⁾.

4-5-1 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) :

❖ الطريقة الأولى : الدوران حول محور الطريق

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

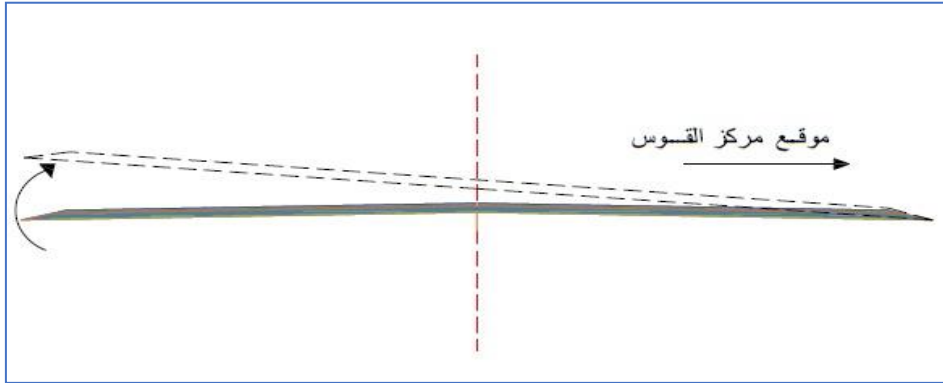
²¹ <http://www.arab-eng.org>



شكل (14-4) الدوران حول المحور²²

❖ الطريقة الثانية : الدوران حول الحافة الداخلية

في هذه الطريقة يبقى أحد جانبي الطريق ثابتاً 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.



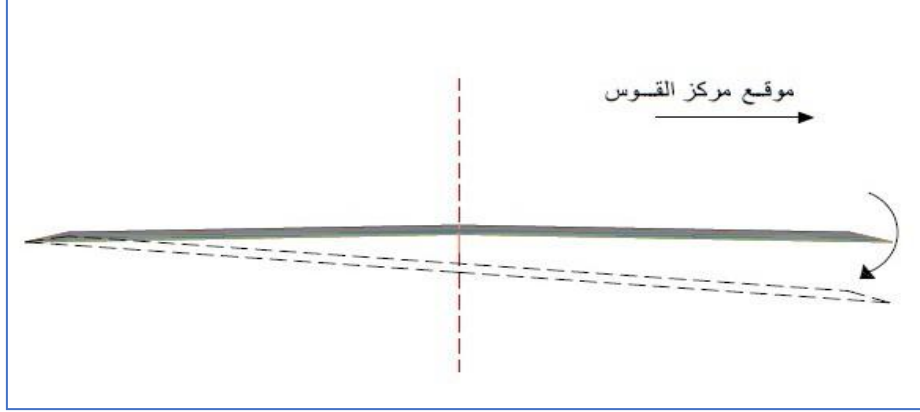
شكل (15-4) الدوران حول الحافة الداخلية²³

<http://www.arab-eng.org>²²

<http://www.arab-eng.org>²³

❖ الطريقة الثالثة : الدوران حول الحافة الخارجية

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



شكل (16-4) الدوران حول الحافة الخارجية²⁴

6-4 تصريف مياه سطح الطريق :-

تعتبر عملية تصريف المياه من الطريق هي عملية التخلص من المياه و التحكم في مسيرها داخل نطاق حرم الطريق ، لذلك يجب عمل مصارف سطحية أو مغطاة عند التصميم والإنشاء.

فعندما تسقط الأمطار، جزء من هذه المياه تسيل على الطريق والجزء الآخر يتخلل طبقات التربة حتى يصل إلى المياه الجوفية، وعملية صرف أو إزالة المياه السطحية بعيدا عن حرم الطريق يسمى بالصرف السطحي (Surface Drainage)، وعملية توجيه وإزالة المياه المتشعبة بالتربة تسمى الصرف المغطى (Sub-Surface Drainage).

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

إن أثر الماء على الطريق يعتمد أيضا على نوع التربة والأحمال المارة وطبيعتها.

<http://www.arab-eng.org>²⁴

❖ أما أهمية صرف المياه تعود للأسباب التالية :

- 1- زيادة نسبة الرطوبة يتسبب في تقليل قوة تحمل الرصف، وهذا يسبب زيادة عدم الإستقرار، وهذا ينعكس على قطاع الرصف ككل.
- 2- زيادة نسبة الرطوبة تؤدي إلى تغيرات ملحوظة في حجم بعض أنواع التربة، وأيضا هذا يؤدي إلى إنهيار سريع في قطاع الرصف.
- 3- تواجد المياه السطحية على أكتاف الطريق وحواف الرصف يتسبب في مخاطر جسيمة قد تتمثل في التعجيل في إنهيار الميول الجانبية للطريق، حيث تقل قوى القص بينما تزداد القوة المسببة لإنزلاق الميول.
- 4- في مناطق الصقيع و في حالة وجود المياه الأرضية قريبة من قطاع الرصف، يتعرض الطريق إلى حركة للأعلى خلال الشتاء، نتيجة لتجمد المياه وزيادة حجمها، وهذا يساعد في تشقق الرصف ويعجل بانهياره.
- 5- في حالة الجسور العالية ، يتسبب سريان المياه السطحية في تأكلها والتعجيل في انهيارها نتيجة للنحر الشديد الذي قد تتعرض له.

4-6-1 متطلبات صرف المياه من الطريق :

- 1- تصريف الماء عن سطح الطريق وذلك بعمل ميلان في سطح الطريق (Cross Slope) و تكون نسبة الميلان عادة 2% وتزداد كلما كان السطح خشنا، أما ميلان سطح الطريق عند المنعطفات (التعليية – Super Elevation)، فيكون باتجاه واحد.
- 2- قطع الطريق أمام المياه السطحية المتجهة من الأراضي المحيطة إلى حرم الطريق.
- 3- تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الإنحدار الكافي لتصريف المياه.
- 4- منع المياه المتساقطة على سطح الطريق من النفاذ إلى داخل جسم الطريق، وذلك بجعل سطح الطريق غير مسامي لا تنفذ من خلاله المياه مع إغلاق الشقوق التي تظهر في السطح بأسرع ما يمكن.
- 5- يجب أن يكون قطاع المصارف الجانبية المكشوفة ذات سعة وإنحدار طولي مناسبين لصرف المياه المتجمعة.

- 6- يجب أن لا تتسبب المياه السطحية المارة على سطح الطريق وعلى الميول الجانبية في تكوين حفر عرضية أو نحر بالتربة.
- 7- يجب أن لا يزيد منسوب المياه الأرضية عن حد معين بالنسبة لأخفض نقطة لقطاع الرصف و المسافة الرأسية بين المنسوبين يجب أن لا تقل عن 1.2 متر .
- 8- منع وصول المياه للطريق من التلال و المساحات القريبة من المنطقة، وذلك بعمل أفنية طولية موازية للطريق تتجمع فيها المياه وتنقلها بعيدا عن الطريق.
- 9- بناء الأطريرف و البالوعات اللازمة في جمع وتصريف المياه.

4-6-2 أنواع صرف المياه :

4-6-2-1 الصرف السطحي :

يتم تجميع المياه السطحية ثم التخلص منها بعد ذلك، ويتم التجميع أولا عن طريق مصارف طولية جانبية، ثم يتم التخلص منها بعد ذلك في أقرب مصرف عمومي أو مجرى مائي أو وادي إلخ.

4-6-2-1-1 تجميع المياه السطحية :

المياه المتساقطة على سطح الرصف تسيل جانبا، بسبب وجود الميول العرضية لطبقة الرصف، ومقدار هذا الميل يتوقف على نوع الرصف وكمية الأمطار المتساقطة وهي تتراوح من 1.5% الى 3% لسطح الطريق، و 4% الى 6% للكثف ، وفي الطرق الخلوية فتسيل المياه عرضيا من على الرصف إلى الأكتاف قبل وصولها إلى المصارف الطولية. ولذلك يجب أن تميل هذه الأكتاف عرضيا بميل مناسب لسرعة التخلص من المياه، ومنع تجميعها على الأكتاف، وتعمل المصارف الطولية مكشوفة وعلى شكل شبه منحرف.

في حالة الطرق في المناطق الحضرية (داخل المدن) فإنه نتيجة لوجود أرصفة للمشاة ووجود جزر فاصلة ووجود تقاطعات كثيرة وعروض محدودة للشوارع فإنه يتعذر عمل مصارف مكشوفة والبديل هو مصارف تحت الأرض لصرف المياه السطحية.

4-6-2-2 الصرف المغطى :

يعزى التغير في كمية الرطوبة بالتربة على تذبذب سطح المياه الأرضية وتسرب المياه الأرضية وتسرب مياه الأمطار وحركة المياه الأرضية بالخاصية الشعرية أو التبخر، وفي حالة استخدام الصرف المغطى فإن التغير في نسبة الرطوبة بالتربة يبقى في حدود ضيقة جدا، ومع ذلك يتم صرف المياه الأرضية المتحركة تحت نطاق الجاذبية الأرضية فقط باستخدام المصارف المغطاة.

الفصل الخامس

حجم المرور والإشارات المرورية

1-5 المقدمة

2-5 حجم المرور

3-5 إشارات المرور

4-5 علامات المرور على الطريق

5-1 المقدمة :-

قبل البدء بتصميم الطريق يجب أخذ حجم المرور وكثافته على ذلك الطريق بعين الاعتبار (حجم المرور من الأسس الرئيسية) ، فإذا كان الطريق مصمم على أرض الواقع يتم حساب حجم المرور اليومي المتوسط (ADT) للمرور في الاتجاهين ، وحجم المرور الساعي التصميمي (DHV) للمرور في الإتجاهين.

ويتم معرفة حجم المرور وكثافته عن طريق معرفة عدد السيارات التي تستخدم هذا الطريق للسير عليه. أما إذا أردنا فتح طريق جديدة فيتم حساب حجم المرور و كثافته بالرجوع إلى دراسة المنطقة التي سوف يخدمها الطريق هل هي سكنية أو صناعية أو زراعية حيث أنه على أساس ذلك نقوم بتصميم الطريق. ويتم ذلك عن طريق حساب المعدل اليومي و السنوي للمرور، إن معرفة حجم السير مهم جدا في عملية تخطيط وتصميم الطرق وذلك من أجل تحديد عدد المسارب وعرضها وتصميم المنحنيات الأفقية والرأسية.

بالإضافة إلى هذا فإنه يجب تحديد نسبة المرور لكل إتجاه خلال ساعة الذروة وخاصة للإتجاه السائد الذي يتراوح عادة بين (50-60)% من حجم المرور الكلي للاتجاهين.

5-2 حجم المرور (Traffic Volume):-:

هو عبارة عن عدد المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال فترة زمنية معينة ، سواء في الإتجاه الواحد أو الاتجاهين ، وهو يختلف عن كثافة المرور التي تعرف على أنها عبارة عن عدد المركبات التي تسير على مسافة معينة أو طول معين من الطريق.

❖ وهنا توضيح لبعض المصطلحات التي سيتم ذكرها أو تفصيلها في هذا الموضوع :

- المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي (AADT) Annual Average Daily Traffic : وهو حجم المرور السنوي مقسوما على عدد أيام السنة.
 - المتوسط اليومي لحجم المرور (ADT) Average Daily Traffic : وهي حجم المرور الكلي خلال فترة زمنية محدودة ، عادة أكثر من يوم و أقل من سنة ، مقسوما على عدد الأيام خلال الفترة الزمنية .
- والعوامل الأساسية التي تتحكم في سريان المرور هي حجم المرور، الذي يرمز له (V) و وحدته عربية في الساعة ، و السرعة (S) و وحدتها كيلومتر في الساعة ، والكثافة (D) ووحدتها مركبة في الكيلومتر.

$$V = D * S$$

5-2-1 تعداد المركبات :

ولتحديد حجم السير لابد من إجراء تعداد للمركبات التي تمر على نقطة معينة من هذا الطريق، فالعدد يختلف من ساعة لأخرى، ومن يوم لآخر، ومن شهر لآخر خلال السنة الواحدة، ولذلك لابد من إجراء التعداد على مدار ساعات النهار والأيام خلال العام الواحد، وأما هدف التعداد فهول للوصول إلى:

- معرفة عدد السيارات بالساعة الواحد خلال اليوم وأيام السنة كاملة، وتحديد الساعات التي يمر بها العدد الأقصى من المركبات واختيار ثلاثين ساعة على مدار السنة كاملة.
- عدد السيارات يوميا على مدار السنة وتحديد الأيام والأشهر التي يكون فيها الازدحام اكبر ما يمكن.
- إيجاد المعدل اليومي للسير $ADT - Average Daily Traffic$ وهو مجموع المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال عدد من الأيام مقسوما على عدد تلك الأيام.
- معدل السير السنوي $AADT - Annual Average Daily Traffic$ وهو مجموع عدد المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال السنة مقسوما على عدد أيام السنة.
- تحديد نوعية المركبات المناسبة الذي سيتم اعتمادها في التصميم، لأن التصميم لا يعتمد على معدل السير اليومي أو السنوي وذلك لان معرفتهما مهم في رسم وتخطيط سياسة الطرق ودراستها، ولكن عند تصميم المنحنيات والانحدارات يعتمد على نوعية المركبات وساعات ازدحامها فلذلك يمكن اعتبار حجم السير للتصميم بما يعادل (8% - 18%) من معدل السير اليومي.

5-2-2 فترات العد

إن إجراء التعداد على فترات مختلفة أمر في غاية الأهمية، وذلك من اجل 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.

3-2-5 طرق إجراء التعداد:

إن طرق ووسائل تعداد المركبات عديدة ولكل منها مساوئ وميزات ونذكر منها طريقتين رئيسيتين للتعداد هما:

❖ **العد اليدوي** : هنا يقوم فريق العمل بتسجيل عدد المركبات التي تمر على الطريق وذلك على فترات مختلفة من الزمن ، وفي الوقت ذاته يقوم بتصنيف السيارات إلى سيارة صغيرة أو شاحنة أو حافلة. وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة والسهولة والدقة ، ولكنها بالمقابل تحتاج إلى فريق عمل كبير.

❖ **العد الآلي (الميكانيكي)**: ويتم ذلك باستخدام أجهزة مختلفة منها أجهزة التصوير والرادار. وتمتاز هذه الطريقة بأنها غير مكلفة.

❖ **العد بطريقة المشاهد المتحرك**: وهو أن يقوم شخص 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.

ومن الجدير بالذكر بأنه سوف نلاحظ استخدام الطريقة الأولى في عد السيارات وذلك لسهولة وبساطتها بالنسبة للطريقة الأخرى التي تحتاج إلى أجهزة رادار وتصوير.

وقد تم عمل تعداد للمركبات على الطريق المقترح إعادة تصميمه⁽²⁵⁾ ، وعلى الطريق البديل وقد تم اعتماد التعداد والحسابات للمركبات على الطريق البديل لأن عدد السيارات أكبر وبالتالي نأخذ التعداد الذي يوحي بعدد السيارات التي ستستخدم هذا الطريق في المستقبل.

والجدول (5-1) يبين تعداد المركبات على الطريق البديل لكل 15 دقيقة بالإضافة للتاريخ ، والجدول (5-2) يبين متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع.

²⁵ راجع ملحق د.

جدول (1-5): تعداد المركبات على الطريق البديل لكل 15 دقيقة

Day	Time		Type of care			
	From	To	Number of cars	Passenger	2-axle	3-axle
Satarday 2/11/2019	07:00	07:15	5	4	1	0
	07:15	07:30	7	7	0	0
	07:30	07:45	6	5	0	1
	07:45	08:00	7	5	1	1
	08:00	08:15	13	11	0	2
	08:15	08:30	10	8	1	1
	08:30	08:45	8	8	0	0
	08:45	09:00	7	7	0	0
	09:00	09:15	8	7	0	1
	09:15	09:30	10	8	0	2
	09:30	09:45	7	7	0	0
	09:45	10:00	5	5	0	0
	10:00	10:15	6	5	0	1
	10:15	10:30	7	7	0	0
	10:30	10:45	9	8	0	1
	10:45	11:00	7	5	0	2
	11:00	11:15	4	2	0	2
	11:15	11:30	6	4	0	2
	11:30	11:45	3	2	0	1
	11:45	12:00	8	8	0	0
12:00	12:15	8	7	1	0	
12:15	12:30	2	2	0	0	

	12:30	12:45	12	10	1	1
	12:45	13:00	14	14	0	0
	13:00	13:15	16	15	1	0
	13:15	13:30	14	12	1	1
	13:30	13:45	12	11	0	1
	13:45	14:00	10	10	0	0
sunday 3/11/2019	07:00	07:15	4	3	1	0
	07:15	07:30	7	5	0	2
	07:30	07:45	7	7	0	0
	07:45	08:00	9	6	1	2
	08:00	08:15	11	9	0	2
	08:15	08:30	9	8	0	1
	08:30	08:45	10	9	1	0
	08:45	09:00	6	6	0	0
	09:00	09:15	10	9	0	0
	09:15	09:30	9	8	1	0
	09:30	09:45	7	6	0	1
	09:45	10:00	6	4	0	2
	10:00	10:15	5	5	0	0
	10:15	10:30	5	4	0	1
	10:30	10:45	8	8	0	0
	10:45	11:00	10	8	0	2
	11:00	11:15	6	6	0	0
	11:15	11:30	3	2	0	1
	11:30	11:45	5	5	0	0
	11:45	12:00	7	7	0	0
12:00	12:15	9	8	1	0	

	12:15	12:30	3	2	0	1
	12:30	12:45	12	11	0	1
	12:45	13:00	13	12	1	0
	13:00	13:15	14	14	0	0
	13:15	13:30	12	11	1	0
	13:30	13:45	15	15	0	0
	13:45	14:00	14	14	0	0
Thursday 5/11/2019	07:00	07:15	5	4	1	0
	07:15	07:30	7	7	0	0
	07:30	07:45	6	5	0	1
	07:45	08:00	7	5	1	2
	08:00	08:15	13	11	0	2
	08:15	08:30	10	8	1	1
	08:30	08:45	8	8	0	0
	08:45	09:00	7	7	0	0
	09:00	09:15	8	7	0	1
	09:15	09:30	10	8	0	2
	09:30	09:45	7	7	0	0
	09:45	10:00	5	5	0	0
	10:00	10:15	6	5	0	1
	10:15	10:30	7	7	0	0
	10:30	10:45	9	8	0	1
	10:45	11:00	7	5	0	2
	11:00	11:15	4	2	0	2
	11:15	11:30	6	4	0	2
	11:30	11:45	3	2	0	1
11:45	12:00	8	8	0	0	

	12:00	12:15	8	7	1	0
	12:15	12:30	2	2	0	0
	12:30	12:45	12	10	1	1
	12:45	13:00	14	14	0	0
	13:00	13:15	16	15	1	0
	13:15	13:30	14	12	1	1
	13:30	13:45	12	11	0	1
	13:45	14:00	10	10	0	0

جدول (2-5): متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع.

متوسط عدد المركبات لكل ساعة			الأيام
3-axle	2-axle	Passenger	
3	1	30	السبت
3	1	31	الأحد
3	1	31	الثلاثاء

إن المعلومات التي تظهر في الجدول (2-5) يتم تحويلها إلى عدد من المركبات المكافئة باستخدام معاملات وفقا للمواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين كما في الجدول (3-5) :

جدول (3-5): معاملات أنواع المركبات وفقا للمواصفات الأردنية.

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

أي أن :-

$$\text{❖ عدد المركبات الكلي} = (\text{عدد السيارات الصغيرة} \times 1 + \text{عدد الباصات} \times 2.5 + \text{عدد الشاحنات} \times 3)$$

(1).....

$$\text{❖ السيارات الصغيرة} = 3 / (1 * (31 + 31 + 30)) = 31 = \text{سيارة صغيرة}$$

$$\text{❖ الشاحنات} = 3 / 3 \times (3 + 3 + 3) = 9 \text{ شاحنات.}$$

$$\text{❖ الباصات} = 3 / 2.5 \times (1 + 1 + 1) = 2.5 \text{ باص.}$$

$$\text{❖ متوسط عدد المركبات الكلي} = 2.5 + 9 + 31 = 43 = \text{مركبة.}$$

$$\text{❖ معدل المرور اليومي ADT} = 24 \times 43 = 1032 = \text{سيارة / يوم}$$

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

$$\text{❖ معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة} = 1032 * 2.5$$

(7).....

$$= 2580 \text{ سيارة / يوم}$$

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

$$\text{❖ عدد المركبات في الساعة التصميمية} = D.H.V \min \times k = \text{معدل المرور اليومي}$$

(8).....

$$2580 \times 0.12 \times 0.55 =$$

$$= 171 \text{ سيارة/ساعة.}$$

$$2580 \times 0.15 \times 0.65 = D.H.V \max$$

=252 سيارة/ساعة.

جدول(4-5): قيم K وD العامة

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

بما أن الطرق في فلسطين هي طرق من الدرجة الثالثة فإنه تم إعتداد 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 لإستيعاب المركبات خلال العشرين سنة القادمة (N_{20}) تعطى بالعلاقة رقم (10):
$$N_{20} = \text{السعة التصميمية} / \dots\dots\dots (10).$$

D.H.V

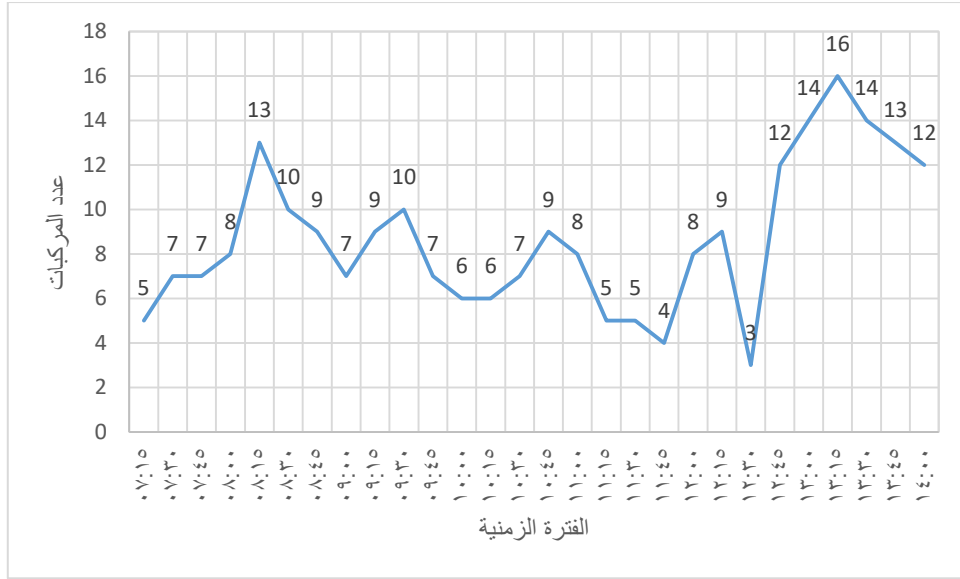
$$=252/250$$

= 1 مسرب في كل اتجاه

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

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

يمثل الشكل (1-5) العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لكل 15- دقيقة في كل ساعة لجميع أيام التعداد ، حيث يتبين لنا من خلال أعلى قيمة في المنحنى أن ساعة الذروة تكون في الفترة (12:30-1:30) عند أعلى عدد مركبات في الساعة .



الشكل (5-1) : العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لكل 15- دقيقة لجميع أيام التعداد .

لكل فترة 15-دقيقة , تصبح :-

$$PHF = \frac{V}{4 * vm_{15}} \dots \dots \dots (12)$$

$$PHF = \frac{57}{4 * 16} = 0.891 \quad , \quad (0.25 \leq PHF \leq 1)$$

والجدول (5-5) يوضح حجم المرور ومعدل التدفق لكل فترة 15- دقيقة في ساعة الذروة (12:30-1:30):

جدول(5-5) : حجم المرور ومعدل التدفق لكل فترة 15-دقيقة في ساعة الذروة .

Time Interval	Volume for Time Interval (vehs)	Rate of Flow for Time Interval (veh/h)
12:15-12:30	14	14/0.25
12:30-12:45	16	16/0.25
12:45-1:00	14	14/0.25
1:00-1:15	13	13/0.25
1:15-1:30	$\sum=57$	

من الجدول السابق يظهر أن أعلى معدل تدفق للمركبات في الفترة (12:30-12:45) ، حيث عندها تكون قيمة (PHF) التي تم حسابها وفق المعادلة رقم (12).

4-2-5 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 إستيعاب 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.

4-2-5 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 .

4-2-6 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 وتركيبه المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور. وتعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لإستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول (5-6) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات هيئة آشتو الأمريكية (AASHTO).

جدول(5-6) : سعة الطريق حسب مواصفات هيئة آشتو (AASHTO).

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

5-3 إشارات المرور المستخدمة :

نظرا لأهمية تنظيم وتوحيد أساليب المرور في جميع دول العالم حتى يتفهمها الناس جميعا فقد اجتمعت الدول على توحيد وتنظيم علامات المرور وإشارات المرور عام 1949 م ، والغرض منها وضع سياسة موحدة لهذه العلامات حتى يمكن لسائقي السيارات إتباعها في جميع أنحاء العالم .

وقد أدخلت تحسينات على الإتفاقية دعت الأمم المتحدة خبراء النقل والمرور في الدول الأعضاء إلى الإجتماع وأسفر عنها الوصول إلى إتفاقية 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 و تناسب حالة السير و نوع الطريق .

5-3-1 أنواع الإشارات :

- 1- إشارات المنع : وهي الإشارات التي تأمر السائق بالعمل بها وإلا يعرض لعقوبة القانون وتتميز باللون الأحمر، على سبيل المثال ممنوع المرور، وتكون مستديرة الشكل كما هي موضحة في الشكل (2-5).

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

الشكل (2-5): إشارات المنع المستخدمة في الطريق⁽²⁶⁾

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

3- إشارات إرشادية^[2]: يجب استعمالها على التقاطعات كما في المثال التالي :-



4- إشارات التحذير: كإشارة إنحدار حاد أو منعطف خطر و تكون هذه الإشارات مثلثة الشكل. والجدول التالي يبين بعض هذه الإشارات.

						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 (3-5): بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق^[2]

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

²⁶ وزارة النقل والمواصلات الفلسطينية.

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

الشكل (4-5): بعض إشارات الأوامر المستخدمة في الطريق ^[27]

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.

2-3-5 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 ، و يتم الحفاظ على هذا

²⁷ وزارة النقل والمواصلات الفلسطينية.

العنصر بإستخدام خصائص الألوان كأن تكون الكتابة على اللوحة فاتحة وخلفية اللوحة بلون غامق على أن تختلف أيضا 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 ، و يجب أن نختار الكتابة التي تناسب ذلك.

والجدول (7-5) يبين المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة:-

الجدول (7-5) : المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة

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

5-4 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 و لتمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشأت من أجله الطريق.

وعلم المرور ينطبق إلى أمور عدة كالإتجاهات والمسارب والتقاطعات والإنعطاف إلى اليمين أو اليسار والمسافات والوقوف وغير ذلك ، وهذه الأمور لا تقل أهمية عن الطريق نفسه ولذلك يجب تنفيذها عند فتح الطريق.

5-4-1 أهداف علامات المرور:

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

❖ والهدف من وراء وضع هذه العلامات هو :-

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

2-4-5 الشروط الواجب توفرها في العلامات :

إن علامات المرور تنتظم حركة السير للسائق والمشاة وتنقل التعليمات لهم، هذا ويراعى في هذه العلامات مايلي :

- 1- أن يتمكن السائق من رؤيتها في كافة الظروف سواء كانت ليلا أو نهارا.
- 2- أن تكون فيها الألوان منسجمة مع بعضها البعض و ملفتة للانتباه.
- 3- أن تخدم الطريق أطول فترة ممكنة و تكون 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.

3-4-5 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 الذاهب ، يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب ، والمتقطع من جهة السير القادم.

توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة ، كما توضع خطوط صفراء متقطعة في المناطق التي يحظر فيها على السيارات المرور فوقها حيث تقوم هذه الخطوط مقام الجزر أو قد تكون موضوعة على أماكن متغيرة المستوى كالموجودة لشد انتباه السائق على المطبات خوفا من المفاجئة .

● الكلمات:

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف أو إتجه يمينا وغير ذلك. ويجب أن تكون الكلمة كبيرة ليتسنى قراءتها ، وأن لا 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 الإهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الطريق.

● المواد العاكسة :

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

الفصل السادس

التصميم الإنشائي للطريق

1-6 المقدمة.

2-6 الرصف المرن (Flexible pavement).

3-6 العوامل المؤثرة على التصميم.

4-6 طرق تصميم الرصفة المرنة.

5-6 تصميم الرصفة المرنة حسب نظام (AASHTO)

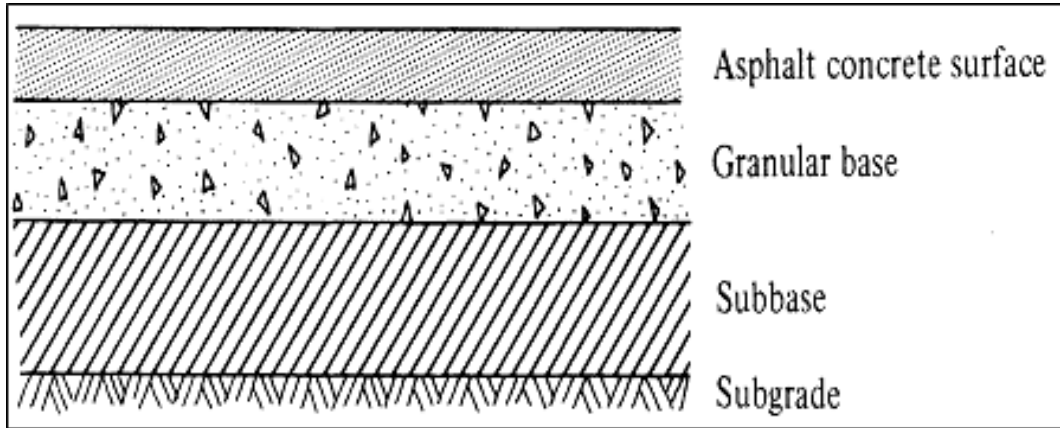
6-1 المقدمة :-

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 الى ثلاث انواع : 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 (Pavement Composite) والممثل في الطرق التي تحتوي أسفلت وخرسانة أي مركبة ، وسيتم إستعراض كيفية تصميم الرصفة المرنة مع تطبيق المشروع كمثال على التصميم.

6-2 الرصف المرن (Flexible pavement) :-

6-2-1 مكونات الرصفة المرنة :

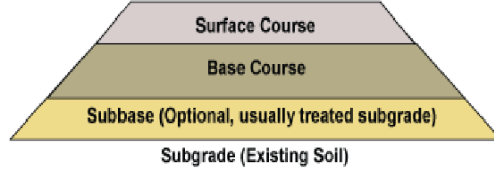
الشكل التالي يمثل طبقات الرصفة المرنة والمتمثلة بالقاعدة الترابية (SUB GRADE) وطبقة ما تحت الأساس (SUB BASE COURSE) وطبقة الأساس (BASE COURSE) وطبقة الاسفلت (SURFACE ASPHALT) والتي يجب تصميمها بحيث تعطي كل منها القوة التي يجب أن تتحملها.



الشكل (1-6) : طبقات الرصفة المرنة.

Flexible Pavement

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



الشكل (2-6): طبقات الرصفة المرنة.

• 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 يرتكز عليها الطريق.

• طبقة ماتحت الاساس (Sub Base) :

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

• طبقة الاساس (Base Course) :

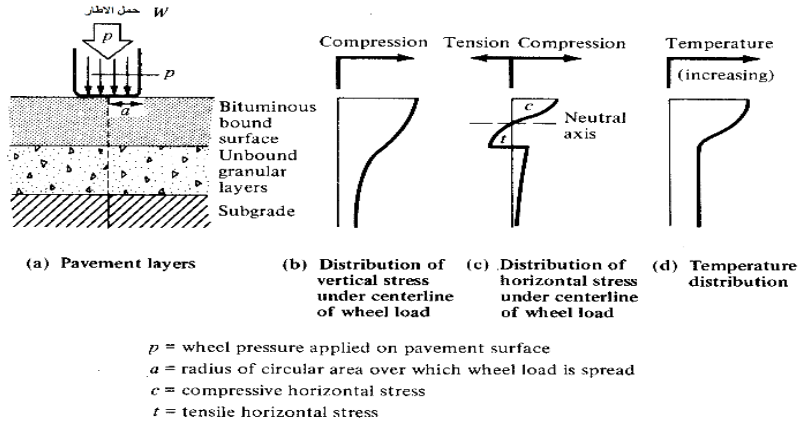
حيث توضع مباشرة فوق طبقة ما تحت الأساس أو فوق طبقة القاعدة الترابية في حال عدم وجود طبقة ما تحت الأساس بناء على متطلبات التصميم، وهي في العادة من مادة (البيسكورس) ، وقد يتم تنفيذها على أكثر من طبقة في حال تعدت سماكتها 20 سم.

• طبقة الاسفلت (Surface Course) :

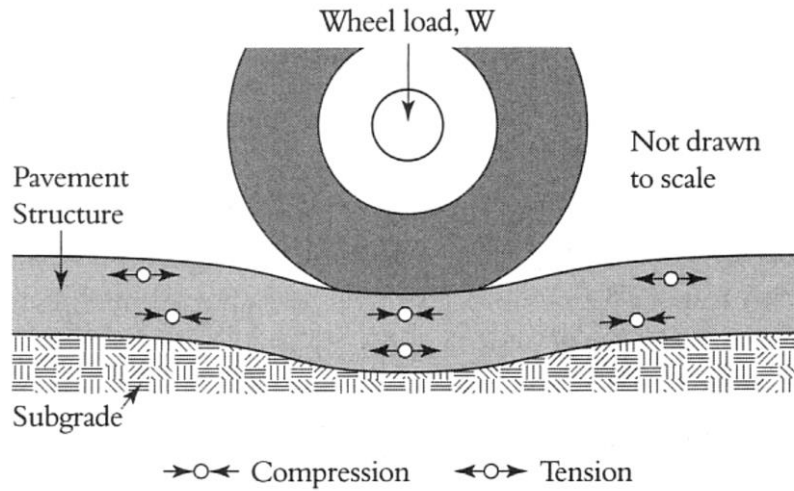
حيث تمثل السطح الذي سيتعرض للأحمال مباشرة والعوامل الجوية وهي الحامية للطبقات الأخرى من العوامل الجوية ، وتختلف مواصفاتها حسب المنطقة الجغرافية كونها تتأثر بالعوامل الجوية وخاصة الحرارة ، ويمكن أن تنفذ أيضا على أكثر من طبقة.

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

يعتمد المبدأ الأساسي للتصميم على أن الأحمال تنتقل من طبقة لأخرى ، وأن طبقة القاعدة الترابية ذات بعد لا نهائي بالإتجاهين الأفقي والرأسي ، ويمثل إطار المركبة الحمل الذي يؤثر على الطبقات كما في الأشكال التالية :

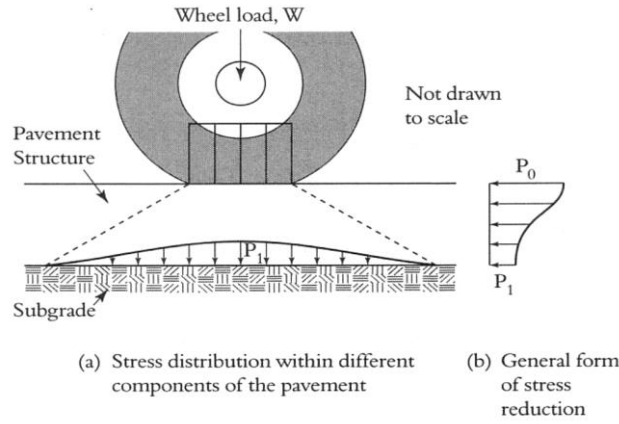


الشكل (3-6) : تأثير الأحمال على طبقات الرصف.



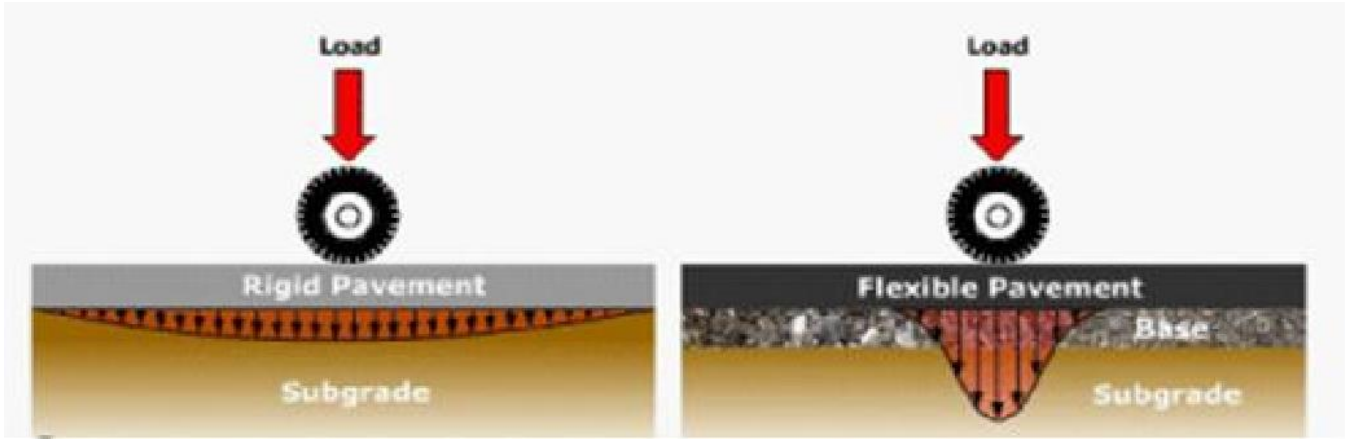
الشكل (4-6) : إتجاه الأحمال الداخلية في الرصف.

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



الشكل (5-6) : توزيع الأحمال الناتجة من الاطار.

● مقارنة الرصف الصلب والرصف المرن من حيث توزيع الاحمال :



الشكل (6-6) : توزيع الأحمال الناتجة من الإطار في كل من الرصف المرن والرصف الصلب.

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

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

6-3 العوامل المؤثرة على التصميم .

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

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

6-4 طرق تصميم الرصفة المرنة.

1. طرق تجربة تعتمد على زاوية تحمّل الحمل :-

1- طريقة ماساشوسست (Massachusetts Method).

2- طريقة جراي (Gray Method).

2. طرق تجربة تعتمد على اختبارات تصنّف التربة ومقاومة التربة :-

1- طريقة معامل المجموعات (Group Index Method).

2- طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا (CBR Method).

3- طريقة الضغط في ثلاث اتجاهات (Triaxial Method).

4- طريقة بيرمستر (Burmister Method).

5- طريقة دليل الاشتو (AASHO Method).

- وفي مشروعنا هذا سيتم استخدام طريقة الإتحاد الأمريكي لطرق الولايات والنقل (AASHTO) لإستخدامها وشيوعها في بلادنا العربية.

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

6-5-1 العناصر التي يعتمد عليها التصميم :

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

• يتم التصميم حسب الخطوات التالية :

1- حساب الحمل المكافئ لمحور مفرد ((Equivalent Single Axle Load (ESAL)) :-

The Equivalent Single Axle Load can be determined using equation:

$$\text{Equivalent Single Axle Loads} = \text{ESAL}_s = \text{ADT} \cdot \text{GF} \cdot \text{T} \cdot \text{A} \cdot \text{LF} \cdot 365$$

Where:

- ESALs : number of repetition of single axle load 18 kib (18000 id) (80 KN) .
- ADT : average annual daily traffic for all axes.
- GF : growth factor in traffic volume.
- T : percent of trucks in design lane.
- A : percent of axle load.
- LF : axle load factor

"LF" is determine using Table (3-6) , "GF" is determine using Table (2-6) , "T" is determine using Table (1-5).

- يتم إختيار معامل T من الجدول التالي :

الجدول (1-6) قيمة معامل T .

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

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على مسربين في الإتجاهين (أي مسرب في كل اتجاه) فتؤخذ قيمة T المقابلة للرقم 2 من الجدول السابق فتكون (T = 50%).

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

الجدول (2-6) : قيمة معامل GF .

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	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

- عند تصميم الطرق عادة يتم إعتبار أن صلاحية الطريق 20 عاما مستقبليلا ، وتوقع نسبة الزيادة السنوية 4 % فتكون قيمة $Gf = 29.78$.
- أما AADT فتؤخذ من الحسابات في الفصل السابق (متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد) = 1032 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 (6-9) و (6-10).

الجدول (3-6) : تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)

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	2,000	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	0.0068 8	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.0100 8	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
71.2	16,000	0.623	0.0472	249.0	56,000		7.41
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		7.92
80.0	18,000	1.00	0.0773	258.0	58,000		8.45
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 (4-6): متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة

متوسط عدد المركبات لكل ساعة			الأيام
3-axle	2-axle	Passenger	
3	1	30	السبت
3	1	31	الأحد
3	1	31	الثلاثاء
3	1	31	المتوسط
%8.6	%2.8	%88.6	النسبة المئوية من العدد الكلي

- Passenger cars (10 kN / axle) = 88.6%
- 2-axle single-unit busses (100 kN / axle) = 2.8%
- 3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) =8.6%

❖ معدل المركبات المتوقع مرورها من الطريق البديل للطريق المراد تصميمه هو 1032 مركبة / يوم.

- # PC = 1032 * 0.886 = 915 pc/day
- # BUS = 1032 * 0.028 = 29 bus/day
- # TRUCK = 1032 * 0.086 = 88 truck/day

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

- 915 PC = 915 PC
- 29 BUS = 58 PC
- 88 Truck = 220 PC

جدول (5-6): وزن المركبات بالنسبة للسيارة الشخصية

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

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

- Load equivalency factor for a cars ($f_{E(car)}$) = 0.0003135 (single axle)
- Load equivalency factor for a busses ($f_{E(2-axle)}$) = 0.198089 (tandem axle)
- Load equivalency factor for a trucks ($f_{E(3-axle)}$) = 0.29419 (tandem axle)

وبالتالي فإن قيمة الحمل المكافئ لمحور مفرد (ESALs):

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

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

$$ESAL(CAR) = 915 \times 29.78 \times 0.50 \times 2 \times 0.0003135 \times 365 = 3118.00$$

$$ESAL (BUS) = 58 \times 29.78 \times 0.50 \times 2 \times 0.198089 \times 365 = 124883.74$$

$$ESAL (TRUCKS) = 220 \times 29.78 \times 0.50 \times 2 \times 0.29419 \times 365 = 703506.55$$

$$ESAL TOTA = 831508.29$$

2- معاملات تصريف المياه ((water Drainage Coefficient (m2, m3)) :

وهي تعكس مقدرة طبقتي الأساس والأساس المساعد على تصريف الامطار ويتم تقديرها على أساس سرعة تصريف المياه من الطبقة والجدول التالي يبين قيم هذه المعاملات :

الجدول (6-6) قيمة معاملات تصريف المياه.

مناطق زراعية Agricultural Region	مناطق صحراوية Desert Region	كفاءة التصريف Drainage Coefficient
1.00	1.15-1.25	جيدة GOOD
0.60	1.05-0.80	ضعيفة POOR

• حيث ستكون قيمة M2,M3 تساوي 0.60

3- فرق مستوى الخدمة للطريق (Serviceability Loss (Δ PSI)) :

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

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 الإنتهاء من تنفيذ الرصف مباشرة تتراوح قيمتها بين 4.2 إلى 4.5 تبعاً لجودة التنفيذ ، القيمة النهائية هي أقل مستوى حالة يسمح به في نهاية فترة التحليل وذلك قبل اللجوء لعمل أي نوع من أنواع الصيانة الجسيمة كالتغطية أو إعادة الإنشاء .

حيث أن :

❖ PSI : present Serviceability index

وتتراوح قيمتها من 0 إلى 5 ، وتشتمل على الآتي :

❖ Initial serviceability index (pi) & terminal serviceability index (Pt).

- Pi = 4.5 للظروف الجيدة
- Pt = (2.5) للطرق الرئيسية (for major highway).

= (2) للطريق متدني المستوى (for lower class highway).

➤ $\Delta PSI = \text{Initial PSI} - \text{Final PSI} = 4.5 - 2 = 2.5$, $\Delta PSI = 2.5$

4- معامل درجة الثقة (R) (Reliability) :

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

الجدول (7-6) : قيمة معامل درجة الثقة (R) (Reliability).

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

- وسوف نختار قيمة معامل درجة الثقة 95 كما هو موضح في الجدول .
- يتم اخذ قيمة الانحراف المعياري الكلي (S_0) طبقا للاشتت من 0.3 – 0.5 ، وسنعمد في المشروع قيمة 0.35 .

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 إختبار تربة قياسية. وتهدف إلى تحديد قوة تحمل التربة الأساسية وطبقة أساس الطرق والمطارات.

- ولأن المشروع يحتوي فقط على تربة **طينية** فقد تم الحصول على فحص (CBR) من خبرات المهندسين العاملين في هذا المجال وأيضاً من خلال قراءات مماثلة لطبيعة التربة من مختبر الجامعة فكانت قيمة (CBR) تساوي 7 % .

الجدول (5-6) قيمة تحمل كاليفورنيا .

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

- وعليه فإن التربة تصنف كترربة مقبولة وتتراوح بين (A2,A4,A6,A7) وعن طريق فحص حدود اتربيرغ يتم تحديد نوع التربة .

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

تستخدم الطريقة المطورة معامل المرونة ((Resilient Modulus (MR)) بدلاً من مقياس التربة الحاملة (Soil Support Value) حيث يتم تحديد قيمة معامل المرونة عن طريق إجراء التجارب المعملية المناسبة لكل طبقة وحسب نوع المواد المستخدمة في هذه الطبقات، وعموماً في

حالة عدم إجراء مثل هذه التجارب يمكن تقدير معامل المرونة بناءً على نتائج اختيار نسبة تحمل أليفورنيا (CBR) .

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

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

b) $MR (Ib/in^2)=1000+555 R$ value (for $R \leq 20$)

c) $Mr (kN/m^2) = 220 CBR$ (for fine-grain soil with soaked CBR of 10 or less)

d) $Mr (kN/m^2) = 145 + 80.4 R$ (for $R \leq 20$)

فبالنسبة لتربة الارض فإن قيمة (CBR) تساوي (7%) وعليه قيمة معامل المرونة يساوي :

$$MR(\text{subgrad}) = 1500 \times CBR$$

$$MR(\text{subgrad}) = 1500 \times 7 = 10500 = 10.5 * 10^3 \text{ Psi}$$

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

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

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

(a2) : رمز على طبقة السطح (Base).

(a3) : رمز على طبقة السطح (Sub Base).

- وهو يمثل القدرة النسبية للمادة المستخدمة في كل طبقة من طبقات الرصف .
- بناء على ما سبق سيتم اعتماد قيمة (MR) لكل من الطبقة السطحية (PSI $2.5 * 10^5$) ، ولطبقة الاساس (PSI $32 * 10^3$) ، ولطبقة ما تحت الاساس (PSI $14.80 * 10^3$) كما هو مبين في الاشكال التالية .

- وعليه حسب المواصفات فإن قيم (CBR) لكل من لطبقة الاساس (100%) ، ولطبقة ما تحت الاساس (30%) ، كما هو موضح في الاشكال التالية .

الجدول التالي يبين معامل المرونة لطبقة الاسفلت ومعامل قوة الطبقة :

الجدول (11-5) Surface layer coefficient (a1)

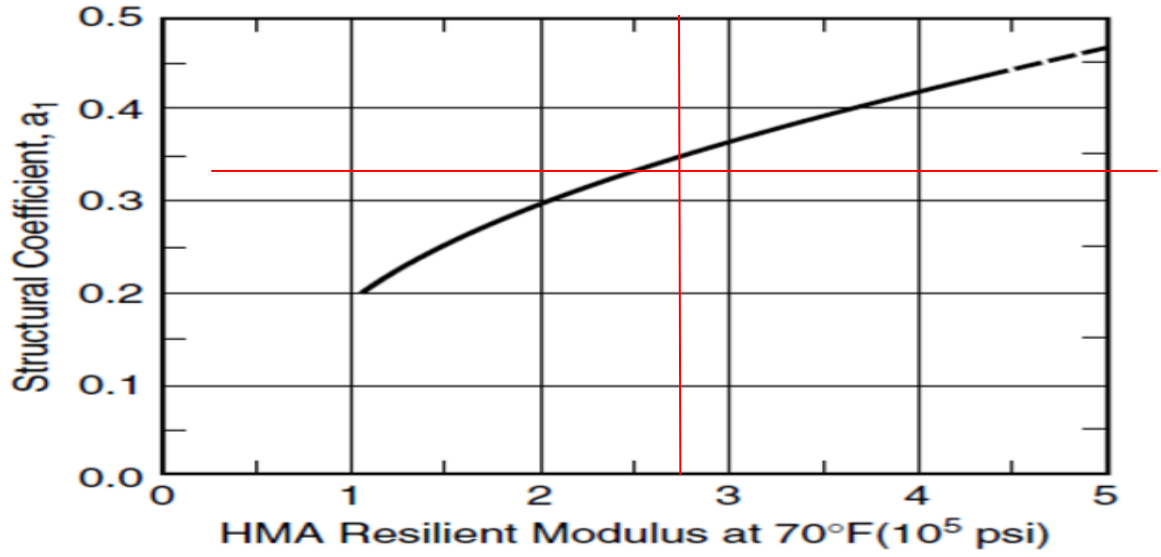
التماسك Hveem	معامل قوة الطبقة الأسفلتية	ثبات مارشال (رطل)	معامل المرونة (رطل / بوصة ²)
80	0.22	500	125.000
95	0.25	750	150000
120	0.30	975	200000
130	0.33	1200	250000
155	0.36	1400	300000
175	0.39	1600	350000
190	0.42	1900	400000

تم اختيار معامل المرونة 250000 ، لذلك قيمة معامل قوة الطبقة يساوي 0.33 ، ويمكن استخراج قيمة معامل قوة الطبقة الاسفلتية من الشكل التالي (5-8) .

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

1. قيمة (a1) :

من الشكل التالي يمكن الحصول على القيمة :

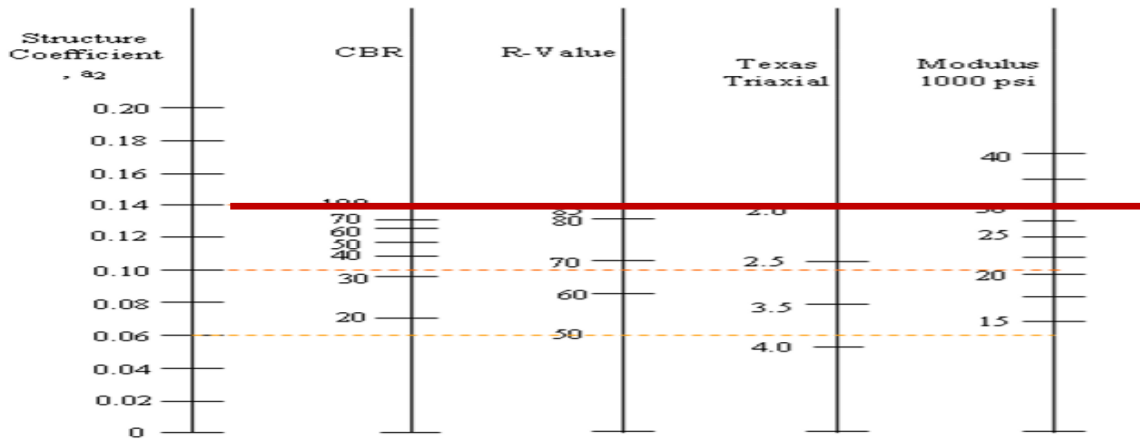


. الشكل (8-5) (a1) Surface layer coefficient

• وبناء على ما سبق فإن القيمة $a_1=0.33$.

2. قيمة (a2):

من الشكل التالي يمكن الحصول على القيمة:

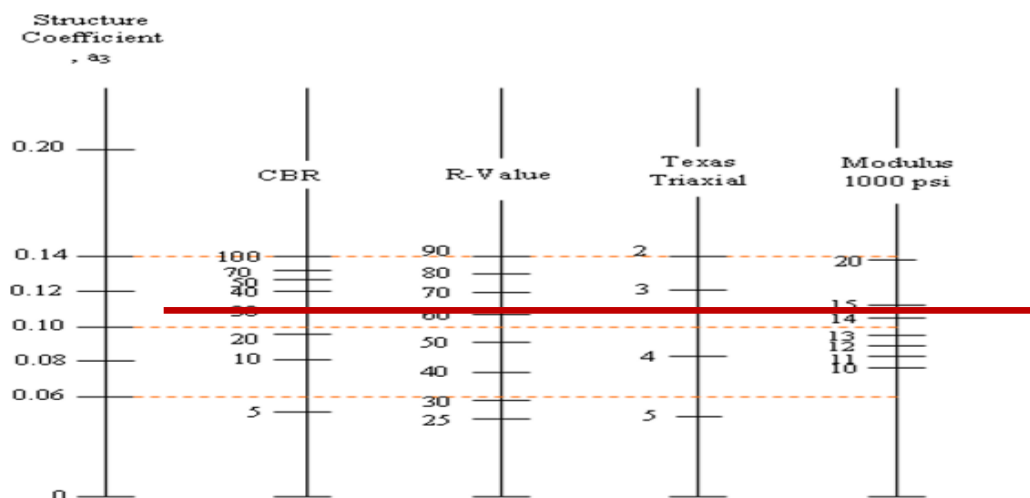


. الشكل (9-5) (a2) Base Course layer coefficient

• وبناء على ما سبق فإن القيمة $a_2=0.14$.

3. قيمة (a3):

من الشكل التالي يمكن الحصول على القيمة :



الشكل (10-5) Sub Base Course layer coefficient (a3)

- وبناء على ما سبق فإن القيمة $a_3=0.11$.

3. الرقم الإنشائي (Structure Number (SN)).

هو رقم يعبر عن صلابة الرصف وهو رقم دللي ناتج من تحليل المرور وتربة التأسيس والمعامل البيئي ، يمكن إيجاد قيمة الرقم الإنشائي عن طريق المعادلة التالية او عن طريق استخدم الشكل (8-5) في تعيين الرقم الإنشائي .

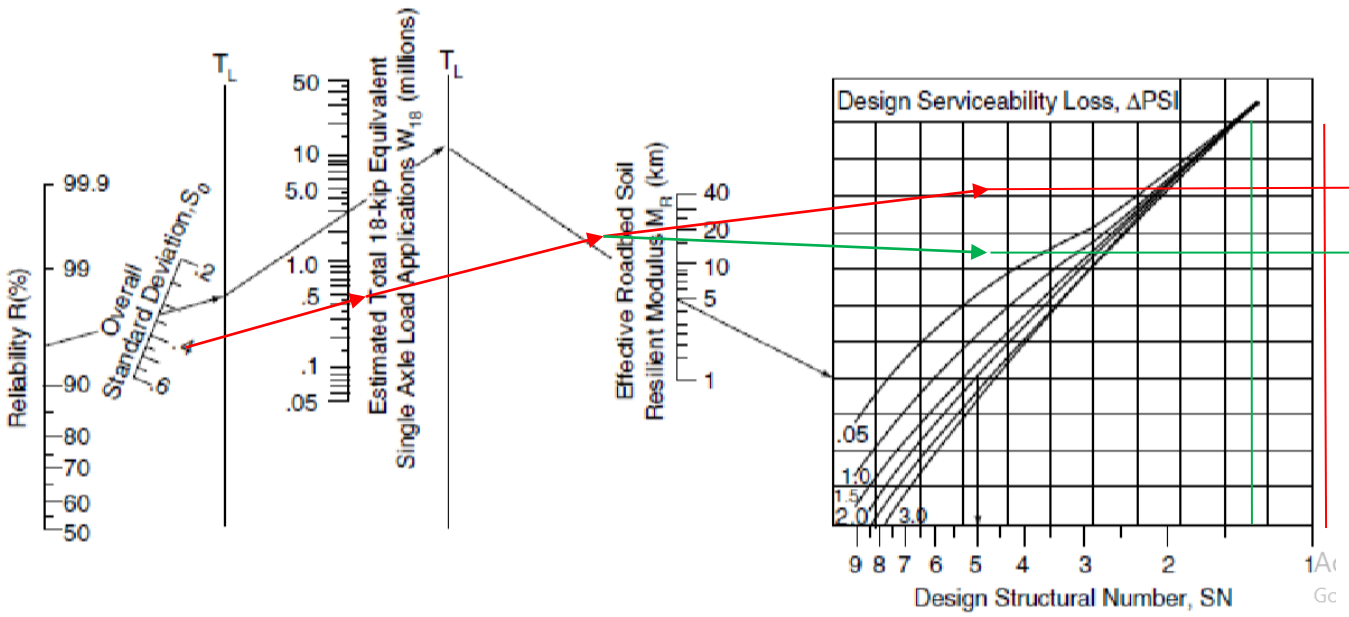
المعادلة :

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

بعد حساب قيمة (SN) للاسفلت كانت 0.851 كما هو موضح بمعادلة الاكسل المرفقة :

R	0.95								
SO	0.035								
ESAL TOTA	6096650.389	LOG10(B3)	=	B1*B2	9.36*LOG10(B6+1)	-0.2	LOG10(B4/2.5)) / ((0.4+(1094/B6+1)^5.19)	2.32*LOG10(B5)	-8.07
ΔPSI	2	6.785091291	=	0.03325	3.014036425	-0.2	-2.65695E-17	12.00853172	-8.07
MR	250000								
sn	0.851	بإرض قيمة SN ومن ثم مقارنة طرفي المعادلة لتعريف قيمة SN							
6.785091291	6.786510751E+00	-0.00141946							

او عن طريق الشكل التالي :



الشكل (11-5) طريقة تعيين الرقم الانشائي .

• من خلال الشكل (11-5) نحصل على قيمة (SN2) تساوي (1.95) ، وقيمة (SN3) تساوي (2.85) .

• بعد جمع جميع المعطيات التي من خلالها نحصل على الرقم الانشائي وهي :

- Reliability (R) = 95%
- Overall standard deviation $S_0 = 0.035$
- $ESAL\ TOTL = 6096650.389 = 6.096650 * 10^6$
- $\Delta PSI = 2$
- $MR1 = 2.5 * 10^5\ Psi$
- $MR2 = 32 * 10^3\ Psi$
- $MR3 = 14.80 * 10^3\ Psi$
- $SN1 = 0.851$
- $SN2 = 1.95$
- $SN3 = 2.85$

• من المعادلات التالية نستنتج سماكة كل من الطبقات الثلاث :

$$SN_3 = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2 + a_3 d_3 m_3$$

$$SN_2 = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2$$

$$SN_1 = a_1 d_1$$

Where:

d_1 = Asphaltic concrete thickness.

d_2 = Base Course thickness.

d_3 = Subbase thickness.

SN_1 = Structural Number for Asphaltic concrete layer.

SN_2 = Structural Number for Base Course.

SN_3 = Structural Number for Subbase.

$$SN_1 = a_1 d_1$$

$$0.851 = 0.33 * d_1$$

$$D_1 = 2.58 \text{ in} = 6.55 \text{ cm} = 7 \text{ cm}$$

$$SN_2 = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2$$

$$1.95 = 0.851 + 0.14 * 1 * d_2 =$$

$$D_2 = 7.85 \text{ in} = 19.939 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

$$SN_3 = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2 + a_3 d_3 m_3$$

$$2.85 = 0.851 + 0.14 * 1 * 7.85 + 0.11 * 1 * d_3 =$$

$$D_2 = 8.18 \text{ in} = 20.78 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$$

- وعليه يتم تقريب السماكات الى اقرب رقم في الزيادة بحيث يتناسب مع المواصفات ، وبعد الاطلاع على بعض مشاريع الطرق ينصح سماكة الطبقات كما هو في الجدول التالي :

الجدول (5-12) سماكة الرصفات للمشروع .

Layers thickness (cm) سماكة الطبقات (سم)	الرصفة (pavement)
7 CM	طبقة الاسفلت (ASPHALT LAYER)
20 CM	طبقة الباسكورس (BASECOURS LAYER)
21 CM	طبقة ما تحت الاساس (SUB BASECOURS LAYER)

- يتم رصف طبقة الاسفلت على مرحلة بسماكة 7 سم حسب المواصفات .
- يتم فرد ودمك طبقة الاساس على طبقة واحدة بسماكة 20 سم حسب المواصفات .
- يتم فرد ودمك طبقة ما تحت الاساس على طبقة واحدة بسماكة 21 سم حسب المواصفات .

الفصل السابع
النتائج والتوصيات

1-7	المقدمة
2-7	النتائج
3-7	التوصيات

7-1 المقدمة :

يناقش هذا الفصل مجموعة النتائج التي تم التوصل إليها في عملية التصميم لهذا الطريق ويحتوي على مجموعة من التوصيات التي من شأنها إعطاء إنطباع جيد عند التنفيذ لهذا المشروع والمساعدة في مشاريع أخرى.

7-2 النتائج :

بعد القيام بعملية الرصد الكاملة وعمل تصميم لهذا الطريق فقد تم التوصل الى 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- تنفيذ هذا الطريق مهم لقرينتي خرسا وعبدة لما يختصره من وقت وجهد على المستخدم.
- 4- أهمية دراسة تصميم الطرق وربطها بالمعارف الأخرى.
- 5- كانت النتيجة تصميم هندسي بالاعتماد على مواصفات (AASHTO 2011) بسرعة تصميمية 50 كم/ساعة.
- 6- كانت نتائج الطبقات الثلاث بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة كما يلي:

• طبقة الأسفلت : سم

• طبقة Base Course : سم

• طبقة Sub Base Course : سم

- 7- تم عمل التصميم على برنامج الـ (Civil 3D)، تم اخراج النتائج على المخططات المرفقة ، وكانت الكميات كما يلي:

الجدول (1-7) الكميات والكلفة التقديرية .

Item	Description	Unit	Quantity	Price (EURO)
1	Bill No. 1 - Excavation and Earthworks			
1.1	Excavation and Earthworks	Cu m	11659.30	3*11659.30 =34977.9
1.2	Embankment Construction	Cu m	2359.35	3*2359.35 =7078.05
2	Bill No. 2 - Sub-Base and Base Course			
2.1	Sub-Base	Sq m	10196.4	3.5*10196.4=35687.40
2.2	Base Course	Sq m	10196.4	3.5*10196.4=35687.40
3	Asphalt Works			
3.1	Prime coat MC	Sq m	7979.86	1*7979.86=7979.86
3.2	Asphalt Wearing Course	Sq m	7979.86	8*7979.86=63838.88
4	Road Signs	Number	16	19*80=1520
5	Continuous or intermittent lines in white and yellow width 15 cm.	L.m	3324.93	3324.93*0.60=1995
6	PIPE CULVERT	L.m	24	24*100=2400

8- القيمة التقديرية للمشروع هي (191165) يورو.

9- تم اختيار مسار المشروع بناء على المخطط الهيكل من مجلس الخدمات المشترك – ريف دورا.

7-3 التوصيات:

- 1- يتم رصف طبقة الاسفلت على مرحلتين بحيث الطبقة الأولى بسماكة 7سم والثانية بسماكة 5سم
- 2- يتم فرد ودمك طبقة الأساس على طبقتين بحيث 20سم لكل طبقة حسب المواصفات.
- 3- يتم فرد ودمك طبقة ما تحت الأساس على ثلاث طبقات بحيث 20سم لكل طبقة حسب المواصفات .
- 4- يجب رش مادة (Prime coat MC) على الطبقة الاخيرة قبل وضع الاسفلت لينتج تماسك جيد.
- 5- يجب رش مادة (Tack coat RC) على الطبقة الاسفلتية الاولى قبل وضع الاسفلت لينتج تماسك جيد.
- 6- يمنع سير المركبات على طبقة الاسفلت قبل مرور 24 ساعة من وقت فردها لكي لا تنهار هذه الطبقة.
- 7- مراعات كمية الحفر والردم الناتجة من المشروع بحيث تقليل التكاليف الى أدنى ما يمكن.
- 8- نحث الجامعة على التواصل الدائم مع المؤسسات الحكومية والغير حكومية للرفعي بالمستوى العام للخريجين وللحصول على مشاريع مناسبة.
- 9- دعوة الجامعة لعمل دورات تدريبية للطلبة للوصول إلى مستوى أعلى وخاصة من الناحية التكنولوجية والبرامج الحديثة.
- 10- الحرص على وجود مشاريع مشتركة ما بين الأقسام المختلفة في كلية الهندسة للوصول إلى التكامل المناسب.

ملحق رقم (أ) : كتاب البلدية



State of Palestine
Ministry Of Local Government
As-Samou' Municipality



دولة فلسطين
وزارة الحكم المحلي
بلدية السموع

No: الرقم البلدية السموع
تساقط
الرقم 3056 لتاريخ 2019/10/22

Date: التاريخ
21.10.2019

السادة جامعة بوليتكنك فلسطين المحترمين
تحية القدس عاصمة فلسطين الابدية..

الموضوع / تصميم طريق داخل حدود المخطط الهيكلي

بالإشارة الى الموضوع اعلاه، ولاحقا لعقب كل من:

1. محمد ماجد سعد.
2. عمرو حسن غريشة.
3. اسلام وائل الزين

تعلمكم بموافقة البلدية على قيام الطلبة المذكورة اسماؤهم على تصميم الطريق الواسل بين عبارة المدارس وعبارة الكرامة بعرض 14 متر وجزيرة وسطية ومسربين مع الاشارات المرورية المطلوبة.

مع الاحترام



ارقام الهواتف | 02-2268001 ** 02-2263058 ** 02-2268554 / رقم الفاكس 02-2268547
الصفحة الإلكترونية | www.samou.ps البريد الإلكتروني | info@samou.ps

ملحق رقم (ب) : تربييط النقاط



الجدول التالي يبين تربييط النقاط (control points) التي تم رصدها بالموقع :

أحداثيات النقاط			
رقم النقطة	E (m)	N (m)	Elevation
1	156131.294	90495.366	652.479
2	155782.526	90503.288	649.514
3	155360.043	90731.838	654.552
4	155039.751	90417.382	641.197

الأشكال التالية تبين صور النقاط والترابط :











