الفصل الاول : المقدمة

1-1 نظرة عامة.

1-2-1 لمحة عن مدينة بيت جالا .

2-2-1 تاريخ المخططات في بيت جالا.

3-1 الموقع والوضع الحالي لمنطقة المشروع.

4-1 فكرة واهداف المشروع.

5-1 مراحل العمل.

6-1 الأدوات المستخدمة في العمل.

7-1 الجدول الزمني.

1-1 نظرة عامة :

كان التوجه في اختيار طبيعة المشروع هو ان يكون مشروع ذات منفعة وفائدة تخدم الاحتياجات البشرية لمنطقة المشروع ومن هنا كان اختيار طبيعة المشروع وهو تصميم طريق ،إذ بدأ الاهتمام بفتح الطرق منذ أن بدأت الحضارات الإنسانية الأولى، فأصبحت مرتبطة ارتباطا وثيقا بالتقدم الحضاري للبلد حيث يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المراد إنشاء الطريق فيها، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا، و إعداد التصاميم ،ودراسة المواد وخواصها سواء أكانت هذه الطرق تصل بين المدن أو بين الأقطار المجاورة ، او بين المدن والقرى أو بين القرى نفسها .

كان توجهنا في اختيار موقع العمل الى بلدية بيت جالا الواقعة في الشمال الغربي من مدينة بيت لحم وذلك نظرا لوفرة المشاريع التطويرية فيها والناجمة عن ارتفاع عدد السكان الامر الذي دفع السكان للتوسع بعيدا عن مركز المدينة ,حيث قابلنا المهندس المسؤول في البلدية الذي اشار علينا بوجود منطقة ذات توسع عمراني بحاجة الى شق طريق لخدمة احتياجات المواطنين والمرافق الموجودة في المنطقة .

1-2 -1 بيت جالا :

وهي مدينة فلسطينية في الضفة الغربية تقع إلى الشمال الغربي من مدينة بيت لحم،تتبع محافظة بيت لحم ولكن لها مجلس بلدي مستقل تأسس عام 1912 م . وقعت تحت الاحتلال في حرب 1967 ولكنها تتبع السلطة الوطنية الفلسطينية الآن، وتبعد عنها 2 كم، وكلمة جالا سريانية الأصل وتعني كومة حجارة، ترتفع المدينة 825 م عن سطح البحر وهي مصيف من المصايف الجميلة تقع على منطقة جبلية، يبلغ عدد سكانها 15670 نسمة حاليا .

شكل رقم (1-1) مدينة بيت جالا

تشهد المدينة نهضة عمرانية متنامية ويمارس قطاع كبير من السكان عملهم في الزراعة حيث تبلغ مساحة أراضيها 13307 دونمات. وتشتهر بزراعة الزيتون والفواكه ، وأهم صناعات المدينة الحفر على خشب الزيتون وصناعة النسيج وصناعة الأدوية والتبغ . و تعتبر بيت جالا ذات موقع أثري يحتوي على العديد من المعالم القديمة من كنائس ومباني ومقابر .[بلديه بيت جالا] .

2-2-1 تاريخ المخططات في بيت جالا:

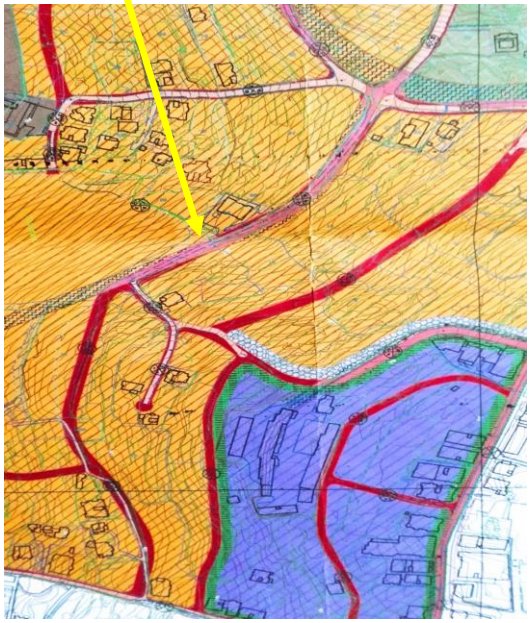
شكل رقم(1-2) صورة جوية لمدينة بيت جالا قبل الشتات

مدينة بيت جالا كحال المدن وقرى الوطن لم يكن هناك اهتمام بتوثيق الاراضي وعمل مخططات مساحية للملكيات والذي كان احد اسباب ضياع الاراضي وفرض الاستيطان السيطرة عليها ،حتى اصبح هناك وعي لدى السكان والمؤسسات القائمة ضد الاستيطان والاحتلال بضرورة توثيق هذه الاراضي ضمن مخططات توضح الملكيات وحدود الاراضي وتوضح ايضا مسارات الشوارع والارتدادات وذلك حتى يكون مرجعا يتم اعتماده في عمل المشاريع التطويرية المستقبلية للبلد او المنطقة .

ففي عام 1940 م تم عمل اول مخطط للمنطقة والذي اشتمل على اجزاء محدودة من المدينة حيث كانت مخططات اولية (احواض تخمين) ، وحتى عام 1987 م تم عمل مخطط هيكلي للمدينة ولكن لم يكن يضم اطراف المدينة ، ثم تم عمل مخطط هيكلي جديد عام 2015 م يشمل جميع اجزاء المدينة يتضمن الحدود وتوسعة الشوارع وخطوط الارتفاعات (كنتور) واستخدامات الاراضي (land use) ...الخ .

وهذه الصورة تبين المخطط الهيكلي الجديد لمدينة بيت جالا ويوضح منطقة المشروع :

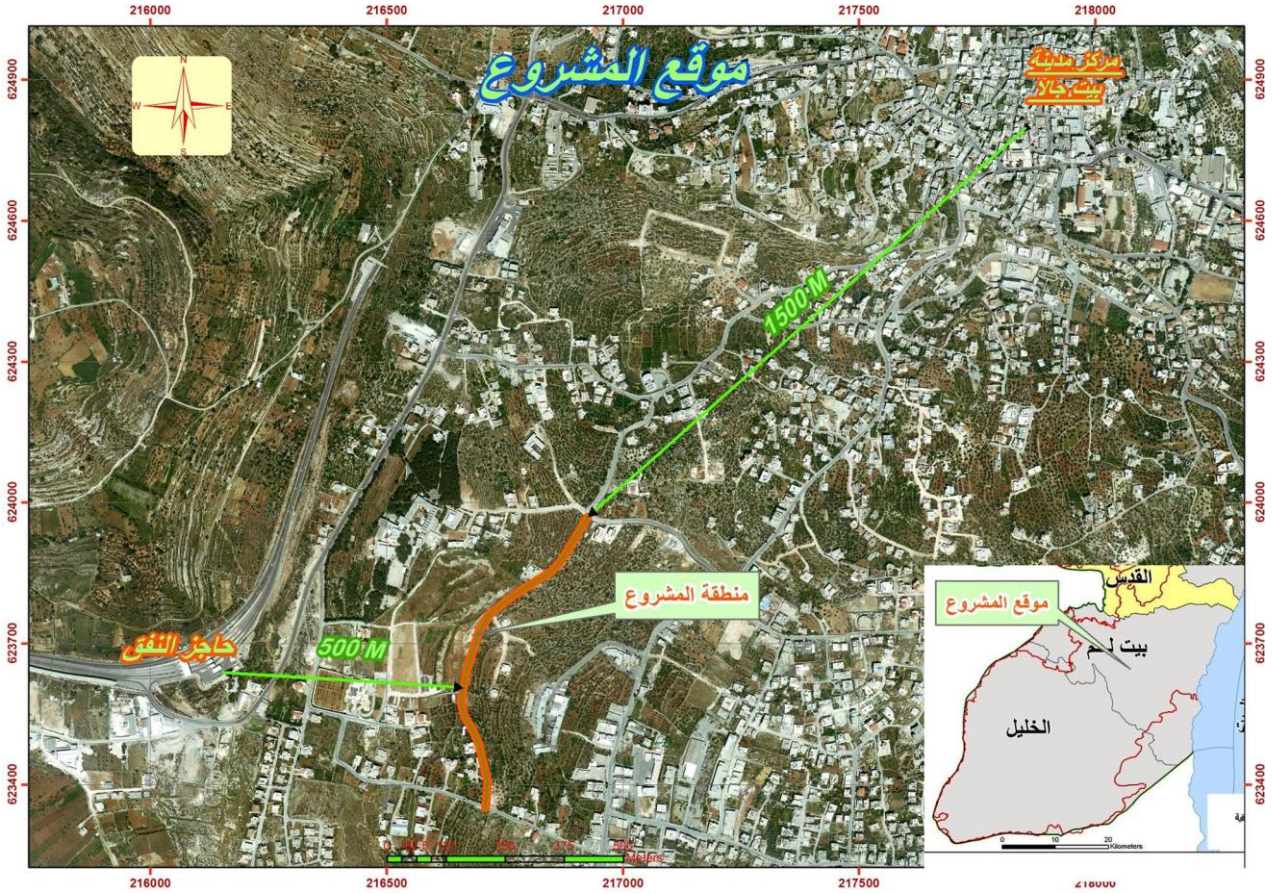
شكل رقم (1-3) صورة للمخطط الهيكلي الجديد لمدينة بيت جالا



شكل رقم(1-4) توضيح لمنطقة المشروع على المخطط الهيكلي

3-1 الموقع والوضع الحالي لمنطقة المشروع :

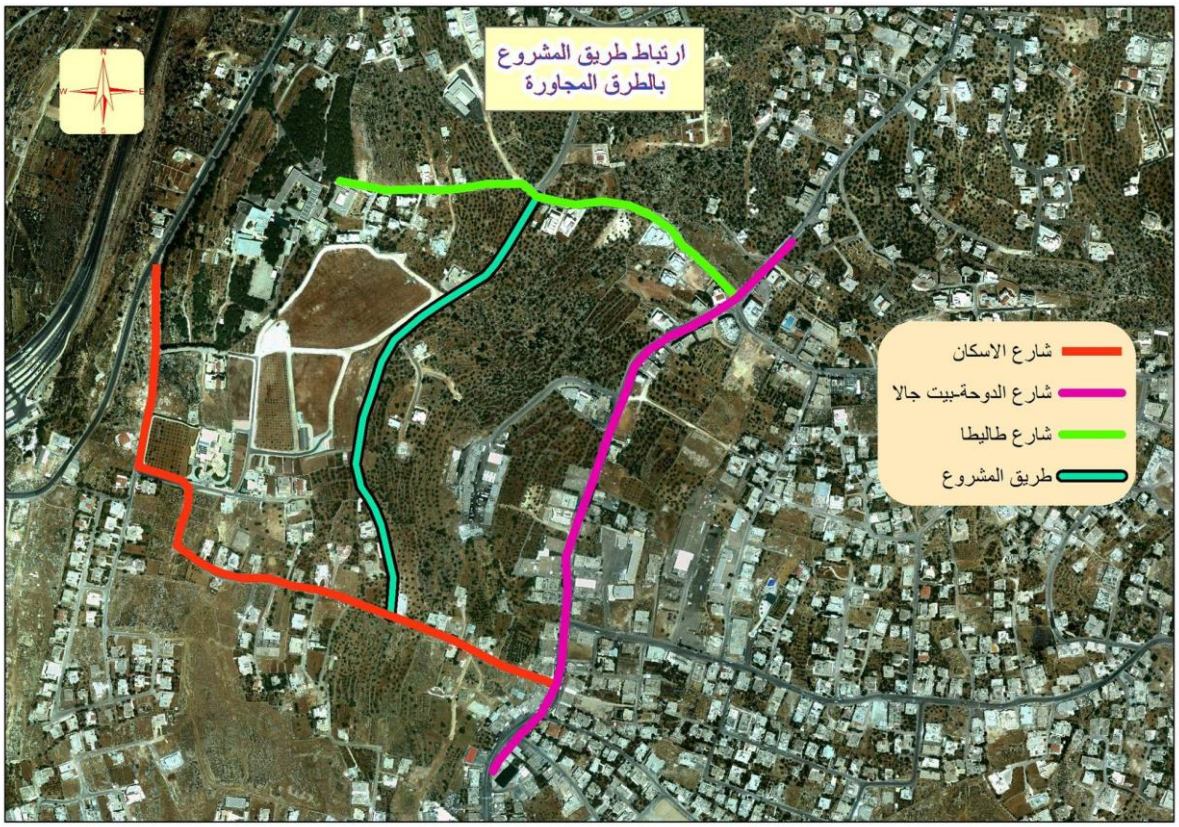
منطقة القاعة تقع على مسافة 1500م جنوب غرب مركز مدينة بيت جالا وهي منطقة تقع ضمن حدود منطقة (ب) ، وتبعد مسافة 500 م عن المدخل الغربي لمدينة القدس (حاجز النفق) ، وهي عبارة عن اراضي زراعية بالمجمل تحتوي على اشجار حرجية مثل الزيتون والذي يشكل ما نسبة 80%من الاشجار المزروعة في المنطقة ، وتتضمن المنطقة اعمال حفر وبناء وهي منطقة حوض طبيعية .



شكل رقم (1-5) مخطط لموقع المشروع

4-1 فكرة واهداف المشروع :

تشتمل فكرة المشروع على انشاء شارع يخدم منطقة القاعة ، يربط بين(شارع طاليتا) الذي يؤدي الى مدرسة طاليتا ويرتبط مع الشارع الرئيسي الذي يربط بين مدينة بيت جالا ومدينة الدوحة وبين (شارع منطقة الإسكان) الذي اصبح يحتوي على تجمع سكاني كبير ، حيث سيمر الطريق من خلال عدد من الأراضي الزراعية التي تربط بين الشارعين ، حيث سيخفف من الازمة الحاصلة في المنطقة خصوصا فترة انتهاء الدوام المدرسي ويسهل للطلاب والسكان الحركة دون عناء لقطع مسافات طويلة.



شكل رقم (1-6) ارتباط طريق المشروع بالطرق المجاورة

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

1-5 مراحل العمل :-

يشتمل عمل المشروع على عدة مراحل تم العمل عليها وهي :-

المرحلة الأولى:- مرحلة جمع المعلومات.

تم في هذه المرحلة جمع معلومات عامة عن المنطقة والمخططات والصور الجوية المتوفرة للمنطقة.

المرحلة الثانية:- مرحلة الأعمال المساحية ومن اهم الاعمال المساحية التي تم العمل بها:

- دراسة المخطط المتوفر للمنطقة بالتزامن مع الصورة الجوية .
- الدراسة الميدانية للموقع والسير على طول المسار المحتمل للطريق.
- العمل الميداني (تثبيت محطات GPS ، الرفع التفصيلي للموقع).

المرحلة الثالثة:-الصعوبات والعوائق وايجاد طرق للحل .

في هذه المرحلة تم تحديد الصعوبات والمشاكل المختلفة التي واجهناها خلال العمل على المشروع ومحاولة إيجاد الحلول المناسبة بهدف الوصول لافضل نتيجة ممكنة .

المرحلة الرابعة:- التصميم الهندسي للطريق .

المرحلة الخامسة:-عمل الفحوصات اللازمه للطريق مثل : (فحوصات التربه ,وفحوصات الاسفلت ..) .

المرحلة السادسة:-توفير خدمات الطريق ، الذي يشمل اشارات المرور ان وجدت والانارة على الطريق وتخطيط الطريق.

المرحلة السابعة:-التصميم الانشائي وتصميم شبكة الصرف للطريق.

6-1 الادوات المستخدمة في العمل :-

1-أجهزة (Total Stations) وما يلزم معها مثل (عواكس، أجهزة لاسلكية ، شريط قياس مسافات ، علبة دهان لتعليم النقاط ، مسامير...الخ).

2-جهاز (GPS) واستخدم بطريقة ال fast static.

3-برنامج . (ArcGIS)

4- برنامج (Civil 3D) .

5-برنامج(Autocad).

الجدول(1-1) الجدول الزمني للمشروع

النشاط / الاسبوع	اختيار المشروع وجمع المعلومات	العمليات الاستطلاعية	العمل الميداني	الاعمال المكتبية	تجهيز التقارير الاولية	تجهيز التقارير النهائية لمقدمة المشروع	العد المروري	عمل الفحوصات المخبرية	العمل المكتبي والتصميم	تحضير التقرير الاولي للمشروع	تحضير التقرير الاولي للمشروع
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											

الفصل الثاني : الاعمال المساحية

2-1 المقدمة.

2-2 دراسة المخططات.

2-3 الأعمال الاستطلاعية.

2-4 العمل الميداني.

2-5 أنظمة الملاحة العالمية باستخدام الأقمار الصناعية(GNSS).

2-5-1 مكونات نظام تحديد المواقع(GPS).

2-5-2 طرق الرصد في نظام(GNSS).

2-5-3جدول الاحداثيات.

2- 6 الاقتطاعات.

1-2 المقدمة:

عندما يكون هنالك حاجة لشق طريق في منطقة معينة لا بد من ان يكون ذلك بهدف حل مشكلة او تحقيق غاية معينة ومن اجل الوصول لتلك الغاية يجب ان يكون ذلك ضمن عمل وتصميم يخدم الاهداف الاساسية لانشاء الطريق من حركة مرورية دون التسبب بمشاكل على طول الطريق ومن حوادث وأزمات مرورية وربط المناطق بعضها ببعض ثم تنظيم الحركة على الطريق سواء للسيارات أو للإنسان. وهذا لا يتم إلا عن طريق الأخذ بالقوانين والاصول التصميمية والتي تأخذ بعين الاعتبار جميع الظروف الثابتة والمتغيرة المتعلقة بالموقع والمجاورين ومساحة المنطقة التي يخدمها الشارع، حيث ان اعتبارين مهمين يتم النظر اليهما خلال عمل المشروع :

1- قيمة الجدوى الاقتصادية لهذا المشروع وتقليل التكلفة قدر الامكان دون ان يكون ذالك على حساب الجودة.
2- الاستفادة قدر الامكان من هذا المشروع.

حيث ان التصميم ليس فقط قوانين ومعادلات يتم تطبيقها بل هنالك ايضا ظروف اخرى تؤثر على طبيعة التصميم فمن مشروع لمشروع اخر هنالك فروقات تصميمية بسبب ظروف معينة للمنطقة مثلا اسعار الاراضي من منطقة لاخرى مختلف فيتم اخذ ذلك بالحسبان عند اختيار المسار للطريق، وايضا جيولوجية الارض المقام عليها الطريق او المشروع او محتوى الارض المراد اقتطاعها في الطريق من انواع معينة من اشجار أو معالم اخرى، فكل تلك امور على المصمم ان يضعها بالحسبان عند العمل على المشروع .

فمن هناك بدأ العمل على المشروع وتم تلخيص اهم الاعمال المساحية التي تم العمل بها بالتالي :

- دراسة المخطط المتوفر للمنطقة بالتزامن مع الصورة الجوية.
- الدراسة الميدانية للموقع والسير على طول المسار المحتمل للطريق.
- العمل الميداني (تثبيت محطات GPS، الرفع التفصيلي للموقع).

ومن السابق نستطيع تلخيص ان التصميم ذات اهمية كبيرة في توفير الوقت والتكلفة والحفاظ على سلامة المستخدمين للطريق من مشاة ومركبات ...الخ.

2-2 دراسة المخططات :

يتم الحصول على تلك المخططات من جهات رسمية مثل البلديات او مكاتب هندسة معتمدة حيث قمنا بالحصول على مخطط الهيكلي للمنطقة من بلدية مدينة بيت جالا، يتم دراسة هذه المخططات بهدف اخذ فكرة عن طبيعة المنطقة وحدود المجاورين ومحاولة التوصل لصورة عن شكل المنطقة بعد اقامة الطريق.

3-2 الاعمال الاستطلاعية :

يكون الهدف من هذه المرحلة هو محاولة رسم افضل مسار للطريق والذي يضمن اقل تكلفة وأقصر مسار للطريق ويتم ذالك بنزول الفريق الى الموقع ومعاينة المنطقة بصريا بالاسعانة بالمخططات والصور الجوية المتوفرة للمنطقة حيث تساعد في

تحديد شكل المنطقة العام وتساعد على وضع المسار للطريق وفي حال افتقد الفريق لهذه المخططات يتم الاستعانة بطريق المشاة واتباع الحس الهندسي والقواعد التصميمية في تحديد المسار الامثل للطريق .

ويمكن تلخيص هذه القواعد بالتالي:

1- ارتباط الطريق بالطرق الأخرى.
2- تقليل عدد التقاطعات الموجودة في الطريق.
3- تخفيض التكلفة وذلك بأخذ أقصر مسار.
4- مراعاة نواحي الأمان لكل مستخدمي الطريق (بشر، مركبات).
5- تأثير هذا المسار على المنطقة.
6- الأخذ بعين الاعتبار النواحي الجيولوجية للمنطقة.
7- الأخذ بعين الاعتبار خطوط الكنتور لهذه المنطقة وتجنب الإضرار بالبشر والبيئة.

2- 4 العمل الميداني:

وتشمل هذه المرحلة عدة خطوات :

1) رصد المحطات (نقاط الضبط):

حيث تم العمل برصد احداثيات نقاط الضبط باستخدام جهاز التوقع الكوني (GPS) على طول مسار المشروع لتكون هي المرجع في رصد النقاط التفصيلية للموقع ومن مواصفات هذه النقاط انها تكشف اكبر قدر ممكن من مسار الطريق، وبذلك يتم ربط نقاط المشروع جميعها مع نظام الاحداثيات للدولة مما يسهل عملية التعامل معها بعد ذلك يتم تربيط وتوثيق هذه النقاط بالصور، ثم يتم دراسة المخططات الطبوغرافية التي رسمت في الموقع للوصول إلى أفضل مسار ممكن.

2) الرفع التفصيلي للموقع:

بعد ان تم حساب احداثيات نقاط الضبط يصبح بالامكان البدء بعملية الرفع التفصيلي للموقع باستخدام جهاز المحطة الشاملة (total station)، وفي حال كان هناك حاجة لمحطات اخرى يتم رصدها من المحطات المرصودة سابقا بهدف كشف تفاصيل اخرى في الموقع.

3) يتم عمل ميزانية طولية على طول محور الطريق بأبعاد مناسبة وأخذ مقاطع عرضية بهدف معرفة الميول المناسب وحساب كميات الحفر والردم ويفضل ان يكون كل 20 متر او عند وجود اي تغير في التضاريس والميول.

4) المسح الإنشائي:
بشكل عام هو تثبيت الأوتاد الأساسية في الطريق مثل أوتاد التقاطعات والمنحنيات والميول وأوتاد حرم الطريق.

5) الأعمال المساحية النهائية:

يتم في هذه المرحلة استكمال جميع المخططا ت الاولية ثم دراستها لمختلف المسارات الممكنة لاختيار أفضل وأنسب مسار، وبالتالي فإن هذه المرحلة تتضمن رسم مقاطع طولية لكافة المسارات المتاحة وحساب كميات تقديرية للحفر والردم وبالتالي تحديد المسار الأفضل اقتصاديا واجتماعيا، ولقد تم الرفع التفصيلي وسيتم استكماله في الفصل القادم.

5-2 أنظمة الملاحة العالمية باستخدام الأقمار الصناعية (GNSS) :

الشكل رقم (2-1) انظمة الملاحة

(Global Navigation Satellites Systems) هو بشكل عام نظام ملاحة عبر الأقمار الصناعية يقوم بتوفير معلومات عن الموقع والوقت في جميع الأحوال الجوية في أي مكان على أو بالقرب من الأرض حيث هناك خط بصر غير معاق لأربعة أو أكثر من أقمار الGNNS. يوفر النظام قدرات ومعلومات مهمة للمستخدمين العسكريين والمدنيين والتجاريين في جميع أنحاء العالم .

ويتضمن نظام (GNSS) اربع أنظمة رئيسية حول العالم:

1- النظام الامريكي (GPS) :

وهو اكثر الانظمة المعمول بها على النطاق الأوسع عالمياً من حيث اكتمال مراحله، تكون هذا النظام عام 1970م ليصبح اول نظام ملاحة عامل بالموجات الرادوية، يتضمن هذا النظام 6 مدارات يحتوي كل مدار 4 اقمار صناعية اي بما مجموعه 24 قمر صناعي بالاضافة الى 3 اقمار احتياطية وذلك بهدف زيادة الدقة او تعويض النقص في حال خروج قمر صناعي عن الخدمة، تتواجد هذه الاقمار على متوسط ارتفاع 20200 كم بمقدار زاوية ارتفاع 55 درجة.

وقد كان نظام (GPS) الأمريكي هو المستخدم في عملية رصد نقاط الضبط في الموقع لهذا المشروع.

2- النظام الروسي (Glonass):

تم انجاز هذا النظام عام 1996 م، يتشكل من 3 مدارات يحتوي كل مدار على 8 اقمار صناعية اي 24 قمر بالمجمل بالاضافة الي اقمار احتياطية لوقت الحاجة، تقع على متوسط ارتفاع 19100 كم بمقدار زاوية ارتفاع 64.8 درجة واجه النظام مشاكل بسبب انهيار الاتحاد السوفييتي مما ادى الى توقفه عن الخدمة، ثم عاد بعد ذلك للعمل عام 2001م وكان يتضمن 6 اقمار صناعية، وحتى عام 2011 م عاد النظام بالعمل بشكل كامل (full operational mode).

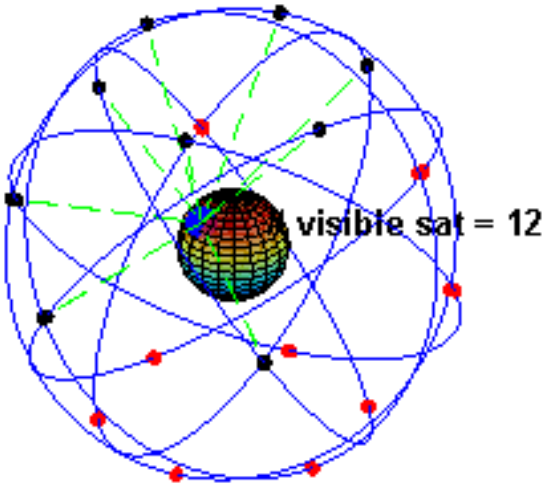
3- النظام الاوروبي (Galileo) :

وهو نظام لم يكتمل بعد وهو تحت التطوير والتجربة، لكن الخطة المعمول بها في هذا النظام تشتمل على 27 قمر صناعي (رئيسية + مساعدة) بحلول عام 2020م، تدور في 3 مدارات 9 اقمار في كل مدار بمتوسط ارتفاع 23222 كم وبزاوية 56 درجة.

4- النظام الصيني (beidow):

ومعناها الدب الاكبر وهو ايضا نظام تحت الانشاء تم اطلاق اول قمر صناعي عام 2000م بدا النظام بارسال البيانات والمعلومات للمستخدمين عام 2012م حيث ان النظام يشتمل 35 قمر صناعي 5 منها اقمار ثابتة بالنسبة للأرض (Geostationary sat)، و30 قمر غير ثابت تدور في 3 مدارت وبمتوسط ارتفاع 21528 كم، وزاوية ارتفاع 55 درجة، ومن المفترض ان يكون النظام فعال بشكل كامل (FOM) عام 2020 م.

وهناك بعض الانظمة التي تطورها بلدانها لتوفر أكبر استقلالية عن النظام الأمريكي خصوصاً و ذلك لأسباب لوجستية معروفة. أما الفوائد الأخرى التي يمكن أن تقطف جراء هذا، فهو الحصول على تغطية أدق للبلدان الراعية وهي تعمل بمبدأ عمل شبيه بالأنظمة الأخرى.



الشكل رقم (2-2) صورة توضح عدد الاقمار الواقعة في مجال نقطة فرضية على الارض

2-5-1 مكونات نظام تحديد المواقع(GPS):

- الاقمار الصناعية GPS Satellites.

- نظام التحكم الأرضي GPS Ground Control Segment.

- جهاز الاستقبال Receiver.

آلية عمل النظام :

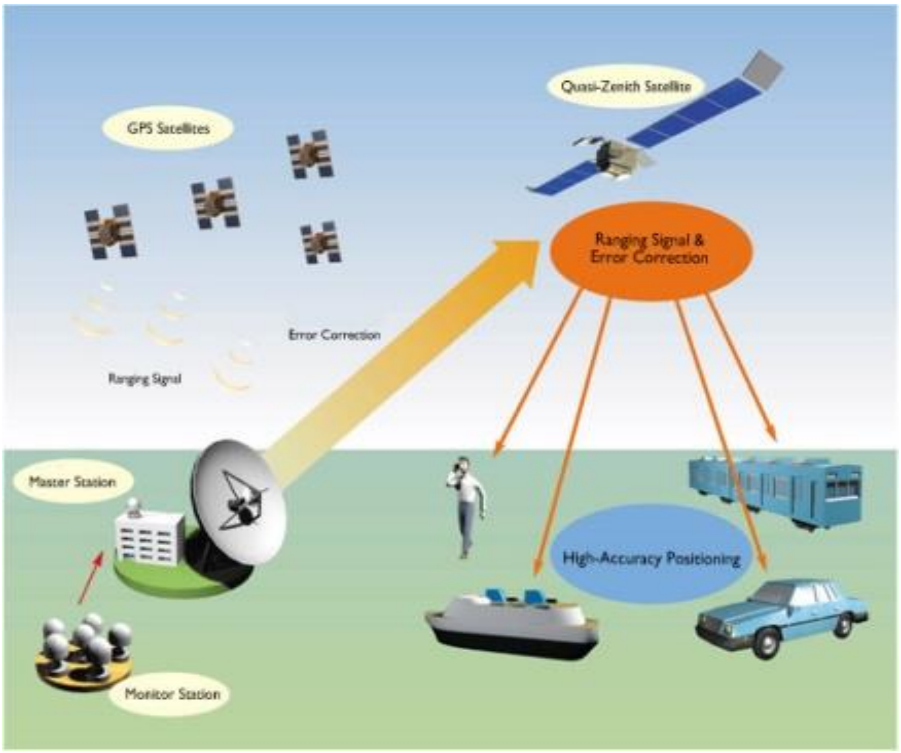
يحسب جهاز استقبال الجى.پى.إس موقعه عن طريق حساب توقيت الإشارات التي يتم إرسالها من أقمار الجى.پى.إس الموجودة على ارتفعات نحو 36.000 كيلومتر فوق سطح الأرض، يرسل كل قمر رسائل متتالية تضم التالي:

- وقت ارسال الرسالة بدقة.

- معلومات عن حالة النظام وسلامته.
- معلومات عن القمر نفسة مثل الموقع والمدار وحالة القمر الصناعي.

يستخدم جهاز الاستقبال الرسائل التي يستقبلها في تحديد وقت انتقال كل رسالة من القمر الصناعي إلى الجهاز المستقبل على الأرض. ويحسب المسافات بينه وبين كل قمر صناعي. تستخدم هذه المسافات، مع مواقع الأقمار، ومع استخدام حساب المثلثات لحساب موقع جهاز الإرسال و الأستقبال، فيتم إظهار الموقع على الجهاز المستقبل.

ونظريا يبدو ان ثلاثة أقمار صناعية تكون كافية لتحديد أي موقع على الأرض، وهذا لأن الفراغ يتكون من ثلاثة أبعاد. ولكن أي خطأ ولو بسيط جداً يحدث في تقدير الساعات، عندما يتم ضرب الثلاثة أزمنة في سرعة الضوء الكبيرة جدا – وهى السرعة التي تنتشر بها إشبشارات القمر الصناعي – تسبب في خطأ كبيرً في تحديد الموقع. لهذا تستخدم أجهزة الاستقبال أربعة أقمار صناعية أو أكثر لتحدد موقع ووقت جهاز الاستقبال بدقة.



الشكل رقم (2-3) مكونات نظام الملاحة

طرق حسابات الاخطاء :

1-code measurment (time mesurment):

تعتمد هذه الطريقة على إضافة فرق الوقت بين المستقبل والقمر الصناعي الى فرق الاحداثيات حيث تصل الدقة الى حوالي 300م قبل إضافة عامل الوقت، وبعد إضافة فرق التوقيت تصل الدقة الى حوالي 10م.

:fase mesurment-2

تعتمد هذه الطريقة على تسجيل اطوال الموجات المنبعثة وبمعرفة طول الموجة وعددها والسرعة التي تنتقل (C) بها يمكن معرفة المسافة بين القمر الصناعي والمستقبل، وتحتوي على نوعين من الموجات الحاملة:

L1: 19.03 سم.

L2: 24.42 سم.

C : سرعة الضوء

تطبيقات نظام GPS :

- التطبيقات العسكرية والتجسس .
- الاعمال المساحية ووضع الخرائط.
- توجيه الطائرات المدنية والملاحة البحرية.
- انظمة الملاحة في السيارات وارشاد السائق الى الهدف.
- تطبيقات في علم الجيولوجيا والجيوديسيا وقياسات التصدعات.

وحركة الصفائح الارضية.

- تطبيقات المدنية مثل: الزراعة، البيئة، والانشائات، وغيرها من التطبيقات الاخرى .

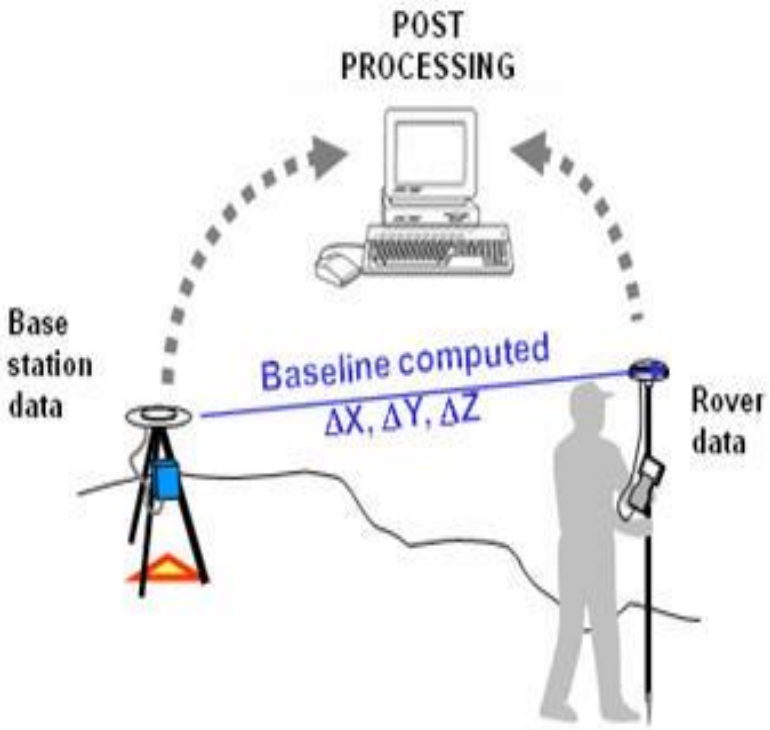
2-5-2 طرق الرصد في نظام (GNSS) :

1- الرصد الثابت (Static Observations).

يتم تثبيت المستقبل على النقطة المراد رصدها لفترة زمنية معينة حسب الدقة المطلوبة، وطول خط القاعدة ما بين المسقبل والقاعدة المثبتة على نقطة معلومة الاحداثيات، وكلما زاد طول الخط قلت الدقة وذلك لأن التصحيحات على القراءات التي ستؤخذ من القاعدة والتي تشمل (تصحيحات طبقات الغلاف الجوي Ionosphere & Troposphere وفرق الاحداثيات 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 واستخراج الاحداثيات في المكتب (Post Processing).

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 وتكون مدة القراءة في الغالب من (15 – 20) دقيقة وذلك لاعطاء دقة عالية في حساب الاحداثيات.



الشكل رقم (2-4) الرصد الثابت

3- الرصد في الوقت الحقيقي (Real Time Kinematic _RTK).

تمتاز هذه الطريقة بأنه يمكن الحصول على الاحداثيات في الموقع على شاشة معالج البيانات وتكون دقة القياس 3 سم، وهذه الطريقة هي التي تم استخدامها على ان تكون قيم أولية للمشروع .

نظم عمل الشبكات في RTK:

1-Area Correction Paramete(ACP):

هذا النظام يعتمد في الحصول على أحداثيات النقطة والتصحيحات من أقرب محطة (CORS) وهي اختصار correction oprator referance station، والتي تكون على اتصال مع الخادم الذي يقوم بأرسال البيانات واستقبالها من المستخدم.

2-Flachen - korrektur –Paramer(FKP):

وهذا النظام يعتمد على حساب الاحداثيات والتصحيحات من أقرب ثلاث محطات (CORS) حيث يتم عمل التصحيحات للقراءات من خلال ال (Interpolation).

3-Virtual Refernce Station (VRS):

المحطة الفرضية الوهمية، يعتمد هذا النظام على حساب الموقع التقريبي من قبل المستخدم وارساله الى الخادم بصيغة ملف (NMEA)، يقوم الخادم بتطبيق العمليات الرياضيه المعقده على البيانات الفرضيه (Code/Phase)باستخدام البيانات المسجله ل (CORS) حيث يتم معالجة واخراج ملف ال(REINEX) بعد ذلك يقوم الخادم بأرسال البيانات الخام الى المستخدم، يتم حساب فرق الاحداثيات بين المحطة والخادم (Base line) وايجاد احداثيات الموقع الفرضي باستخدام (Data Collector) الخاصة بالمستخدم، يجب الانتباه ان نظام ال (VRS).

Master Auxiliary Station (MAC) -4

يقوم هذا النظام على مبدأ محطة رئيسة ومحطتين فرعيتين من شبكة (CORS) مكونة من ثلاث محطات، حيث يقوم الخادم بإرسال تصحيحات أخطاء المحطات ال (CORS) الفرعية بعد أن يتم تصحيحها من قبل المحطة الرئيسة. يقوم المستخدم بحساب فرق الإحداثيات (Base Iine) بينه وبين المحطة الرئيسة بالاعتماد على تصحيحات أخطاء المحطات الفرعية.

3-5-2 الجدول التالي يظهر القراءات التي تم رصدها في الميدان حبث تم رصد الاحداثيات بطريقة (RTK) :

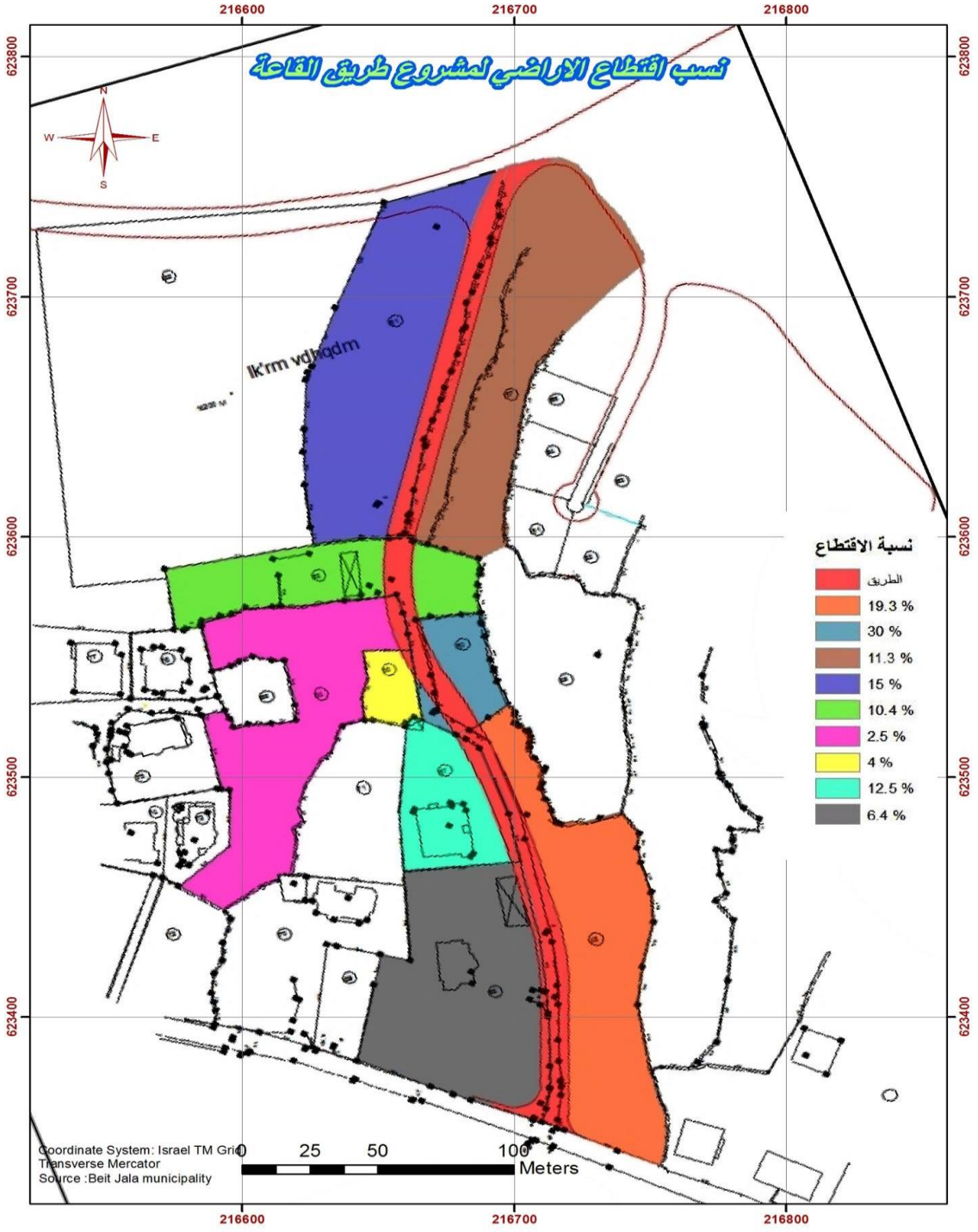
جدول (2-1) يوضح قيم احداثيات نقاط الضبط المرصودة

Point	3	North	123770.688	East	166727.630	Elevation	871.119	Description	g3
Point	2	North	123822.804	East	166811.436	Elevation	873.859	Description	g2
Point	1	North	123876.707	East	166875.704	Elevation	872.007	Description	g1
Point	1000	North	123969.304	East	166925.262	Elevation	869.313	Description	g0
Point	4	North	123521.652	East	166603.898	Elevation	877.054	Description	g4
Point	5	North	123560.984	East	166664.933	Elevation	865.615	Description	g5
Point	6	North	123526.396	East	166670.867	Elevation	865.189	Description	g6
Point	7	North	123511.342	East	166691.900	Elevation	863.096	Description	g7
Point	8	North	123440.567	East	166711.017	Elevation	861.387	Description	g8
Point	9	North	123355.367	East	166714.351	Elevation	856.980	Description	g9

2- 6 الاقتطاعات:

عند العمل على تصميم طريق فمن اهم الامور التي يجب ان تؤخذ بعين الاعتبار مساحة الاراضي التي سيمر منها الشارع وان تكون هذه المساحة ضمن المسموح به حسب القواين المتبعة في البلديات وان يتم توزيع المساحة المقتطعة بين المجاورين للطريق بحيث لا يحدث ظلم.

وفي مشروعنا هذا قمنا بالاستعانة بالمخطط الموضح في الشكل رقم (2-5) لحساب نسبة الاراضي المقتطعة من مسار الشارع حيث بلغت اعلى نسبة اقتطاع 30% و هذه النسبة مسموح بها حسب القوانين المتبع بها في بلدية بيت جالا.



شكل رقم (2-5) نسبة الاقتطاع

كذلك قمنا بعمل جدول يوضح مساحة قطع الاراضي بالارقام ونسبة الاقتطاع لكل منها كما في الجدول المبين رقم (2-2)

جدول رقم (2-2) مساحة الاراضي المقتطعة

رقم القطعة	المساحة الكلية	المساحة المقتطعة	نسبة الاقتطاع %
48	6130.7	1188.3	19.3
50	1292	392	30
57	6150	613.4	11.3
61	6534.8	979.5	15
63	2810.5	294	10.4
64	4705.6	117	2.5
66	553.8	22.4	4
67	2012.8	250.7	12.5
68	5388.5	345	6.4

الفصل الثالث : حجم السير واشارات المرور

1-3 حجم المرور.

1-1-3 طرق اجراء العد.

2-1-3 حجم السير الحالي والمستقبلي.

3-1-3 عمر الطريق.

4-1-3 سعة الطريق

2-3 تعداد المركبات

3-3 إشارات المرور واهدافها.

1-3-3 أنواع الإشارات.

2-3-3علامات المرور واهدافها.

1-3 حجم المرور:

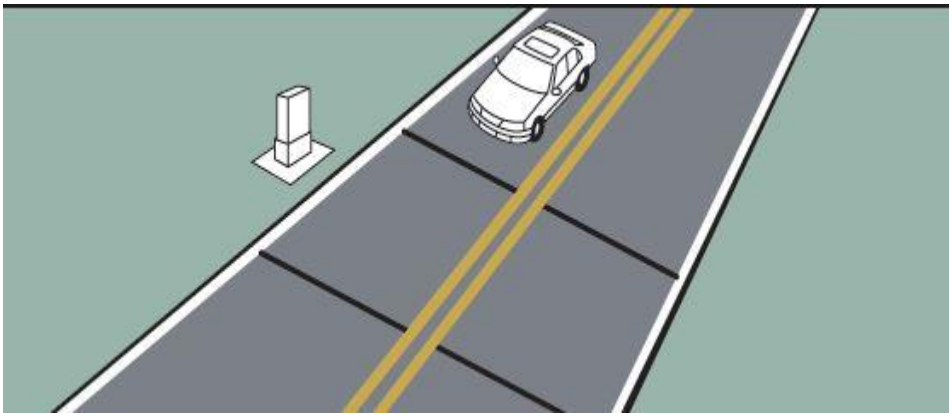
هو عدد المركبات المارة عند نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة وهو يختلف عن سعة أو كثافة الطريق والتي تعرف بانها عدد المركبات التي تسير على مسافة معينة في وقت محدد ويعتبر حجم المرور من الأسس الرئيسية التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم الطريق على أن تشمل دراسة حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا والذي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

1-1-3 طرق إجراء العد:

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

شكل (3-1) العد اليدوي

* **العد الميكانيكي :** يتم بواسطة اللاقط المغناطيسي، اوالتصوير، والرادار، والخراطيم التي تثبت على الطرق وتمر فوقه السيارات وتسجل العدد بواسطة جهاز مثبت على جانب الطريق. ومن فوائد هذه الطريقة أنها رخيصة ولكن من مساوئها أنها تحتاج إلى صيانة دائمة ولا تقوم بتصنيف أنواع السيارات أو عدد محاورها.



شكل (3-2) العد الميكانيكي

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

والهدف من التعداد هو التوصل للمعلومات التالية :

1- تحديد المعدل اليومي للمرور Average Daily Traffic (ADT) وهو مجموع المركبات التي تمر عند نقطة معينة خلال عدد من الأيام مقسوما على عدد تلك الأيام.
2- تحديد معدل السير اليومي على مدار السنة Annual Average Daily Traffic (AADT) وهو مجموع عدد المركبات التي تمر عند نقطة معينة خلال السنة مقسوما على عدد أيام السنة.
3- تحديد العدد المناسب من المركبات التي سيتم اعتماده واستعماله في تصميم الطريق ويسمى(Design Hourly Volume (DHV فالطريق لا تصمم على أساس السير اليومي أو معدل السير السنوي ولكن تصميم الطريق من حيث المنحنيات والانحدارات فانه يتطلب التعرف على ساعات الازدحام.

3-1-2 حجم السير الحالي والمستقبلي:

من الطبيعي أن حجم السير غير ثابت بل يزداد يوما بعد يوم، وعند تصميم للطريق يجب أن يؤخذ حجم السير المستقبلي على الطريق أثناء تصميم هذه الطريق، وذلك حتى يستوعب الطريق حجم السير الحالي والمستقبلي. لذلك فان السير المستعمل لتصميم الطريق يتكون من العناصر التالية:

- السير الحالي: ويتم الحصول عليه بإجراء تعداد على الطريق أو بتعداد حجم السير على الطرق المؤدية إلى الطريق المراد تصميمه.
- الزيادة الطبيعية في عدد السيارات (Peak Factor) الناتجة عن زيادة عدد السكان وزيادة استخدام المركبات بالإضافة إلى الزيادة الناتجة في تطور البلد.
- السير المتطور: يتولد هذا السير من التحسين في المنطقة حيث يتم الاستفادة من الأراضي في استعمالات جديدة كالزراعة والسياحة والصناعة.

ملاحظة: إن جميع أنواع الزيادة في عدد المركبات كما ذكر يؤدي إلى مضاعفة حجم السير الحالي على الطريق على مدى 15 أو 20 عاما.

3-1-3 عمر الطريق:

إن في أي عملية تصميم ينظر للزيادة المتوقعة في استخدام هذا الطريق وبذلك فمن الواجب تحديد فترة زمنية للتصميم مثلا 10، 15، 20 أو 25 عاما تصبح بعدها الطريق إما عديمة الفائدة أو تحتاج لإعادة صيانة، وعند تصميم الطرق لفترة قصيرة تكون اقل تكاليف ولكن بنفس الوقت تكون خدمتها محدودة على عكس الطرق المصممة لفترات طويلة التي تكون تكاليفها عالية وبنفس الوقت تخدم لفترات طويلة.

4-1-3 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 وتركيبة المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور. وتعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول (3-1) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات هيئة الآشتو الأمريكية[AASHTO2004 [1]].

الجدول (3-1) سعة الطريق حسب مواصفات هيئة الآشتو (AASHTO)1.

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)

2-3 تعداد المركبات:

وتتم عملية تعداد المركبات خلال ساعات مختلفة وفي أيام مختلفة وتحديد ساعات الازدحام ومن خلال ذلك يتم حساب عدد المركبات المناسب والذي سيتم اعتماده في التصميم (Design Hour Volume) (D.H.V) كما هو مبين في الحسابات اللاحقة.

ويجب الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات المستخدم في التصميم وذلك بالتعويض عن أنواع المركبات بما يقابلها من مركبات صغيرة (عدد السيارات الصغيرة *1 ،عدد الحافلات *2.5 ،عدد الشحن*3). وبناء على اختيار حجم السير المناسب فانه يجري تحديد عرض الطريق، والسرعة التصميمية.

جدول(3-2) معاملات أنواع المركبات وفقا للمواصفات الأردنية

Type of Vehicle	Factor
PC + VAN	**1**
Bus	**2.5**
3-Axle + 4,5,6 – Axle + Articulated 3,4,5,6 – Axle + Tractor and Animal Cart	**3**

جدول(3-3) متوسط عدد المركبات لكل ساعة للداخل الى الطريق

Day	PC	VAN	Bus	3-Axle	4,5,6 - Axle	Articulated 3,4,5,6 - Axle	Tractor, Animal Cart
Mon	**76**	**5**	**2**	**0**	**3**	**0**	**1**
Tus	**65**	**4**	**0**	**0**	**2**	**0**	**1**

عدد السيارات الكلي للداخل الى الطريق =

((عدد السيارات الصغيرة X 1) / (عدد ايام العد)) + ((عدد الباصات X 2.5) / (عدد ايام العد))

+ ((عدد السيارات الثقيلة X 3) / (عدد ايام العد)) =

(150*1) / 2 + (2 *2.5) / 2 + (7*3) / 2 = **88**

معدل المرور اليومي AADT للداخل الى الطريق = 88 ×24

= **2112** سيارة / يوم

جدول(3-4) متوسط عدد المركبات لكل ساعة للخارج من الطريق

Day	PC	VAN	Bus	3-Axle	4,5,6 - Axle	Articulated 3,4,5,6 - Axle	Tractor, Animal Cart
Mon	**80**	**4**	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**
Tus	**70**	**2**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**

عدد السيارات الكلي للخارج من الطريق =

93 = 2 / (9*3) + 2 / (1*2.5) + 2 / (156*1)

معدل المرور اليومي AADT للخارج من الطريق = 93 × 24

= **2226** 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.

معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة **للداخل** الى الطريق = 2112 * 2.5

= 5280 سيارة / يوم

معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة **للخارج** من الطريق = 2226 * 2.5

= 5565 سيارة / يوم

بسبب عدم توفر معلومات دقيقة عن عدد المركبات في ساعات الذروة فانه تم اعتبار حجم المرور للتصميم يساوي نسبة من معدل المرور اليومي وهذه النسبة تساوي (0.15 - 0.12) ويرمز لها بالرمز k، لذلك فان معدل مرور المركبات للساعة التي يتم أخذها بالتصميم يمكن إيجاده من المعادلة التالية :

عدد المركبات في الساعة التصميمية للداخل الى الطريق

D.H.V min = k× D× معدل المرور اليومي

=5280×0.12×0.55

= 348 سيارة / ساعة.

D.H.V max= 5280×0.15 ×0.65

= 515 سيارة /ساعة.

عدد المركبات في الساعة التصميمية للخارج من الطريق

D.H.V min = k× D× معدل المرور اليومي

=5565×0.12×0.55

=367 سيارة / ساعة.

D.H.V max= 5565×0.15×0.65

= 543 سيارة /ساعة.

جدول(3-5): قيم K و D 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 إن الطرق في فلسطين هي طرق من الدرجة الثالثة فانه تم اعتماد السعة التصميمية للطريق تساوي 850 سيارة / ساعة، حيث أن السعة التصميمية عبارة عن أقصى عدد من المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال ساعة تحت الظروف السائدة.

وبما ان الفرق في عدد المركبات في الساعة التصميمية بين الداخلين والخارجين من الطريق ليست كبيرة فانه تم اعتماد الرقم الاكبر وهو 543 سيارة / ساعة.

إن عدد المسارات المطلوبة لاستيعاب المركبات خلال العشرين سنة القادمة (N_{20})تعطى بالعلاقة رقم (1):

N_{20} = D.H.V / السعة التصميمية.....(1).

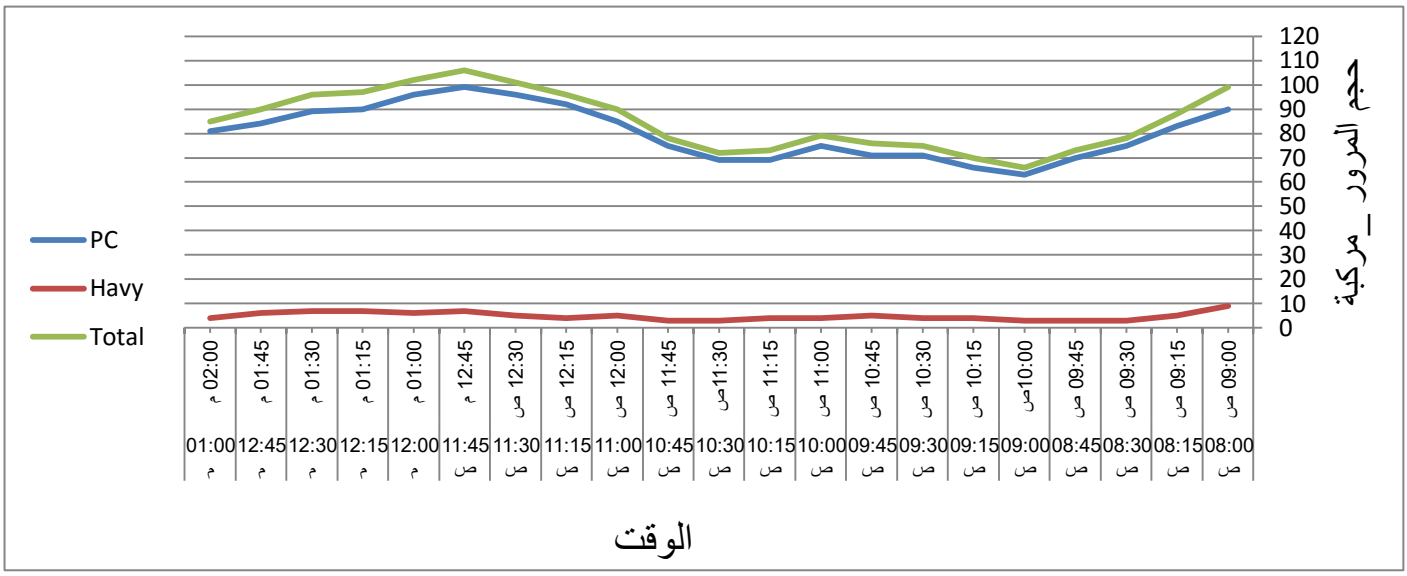
= 543 / 850

= 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 (2).

$$PHF = \frac{\text{hourly volume}}{\text{max.rate of flow}} \quad \text{.....(2)}$$

والرسوم البيانية التالية توضح العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لكل ساعة لجميع ايام العد المروري :



شكل (3-3) العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لمسرب الدخول لليوم الأول

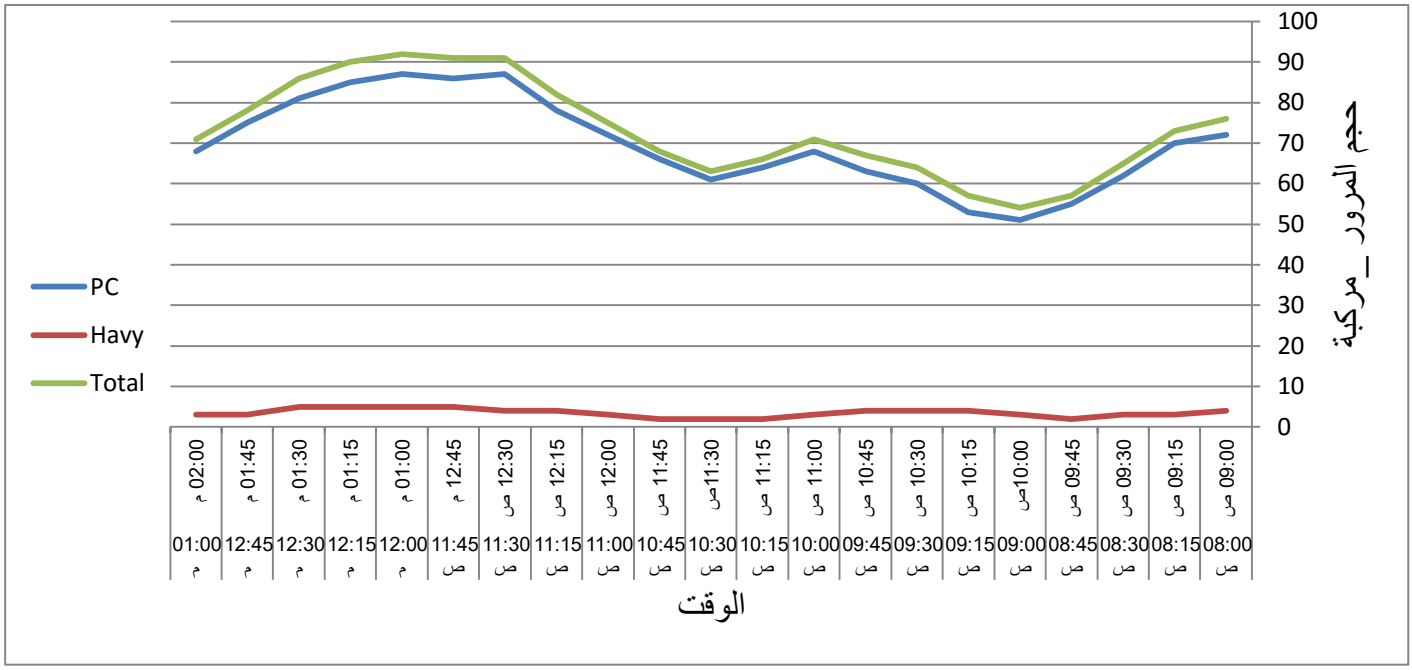
يلاحظ كما في الرسم البياني السابق ان اعلى معدل للتدفق من الساعة 11:45 وحتى الساعة 12:45 وهي ساعة الذروة.

جدول(3-6) حجم المرور ومعدل التدفق لكل 15 دقيقة في ساعة الذروة

Rate of Flow for Time Interval ((veh/h	Volume for Time Interval (vehs)	Time Interval	
31/0.25	31	**12:00pm**	**11:45am**
22/0.25	22	**12:15pm**	**12:00pm**
25/0.25	25	**12:30pm**	**12:15pm**
28/0.25	28	**12:45pm**	**12:30pm**
	106	**12:45pm**	**11:45am**

$$PHF = \frac{V}{4 * vm15}$$

$$PHF = \frac{106}{4*31} = 0.85$$



شكل (3-4) العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لمسرب الدخول لليوم الثاني

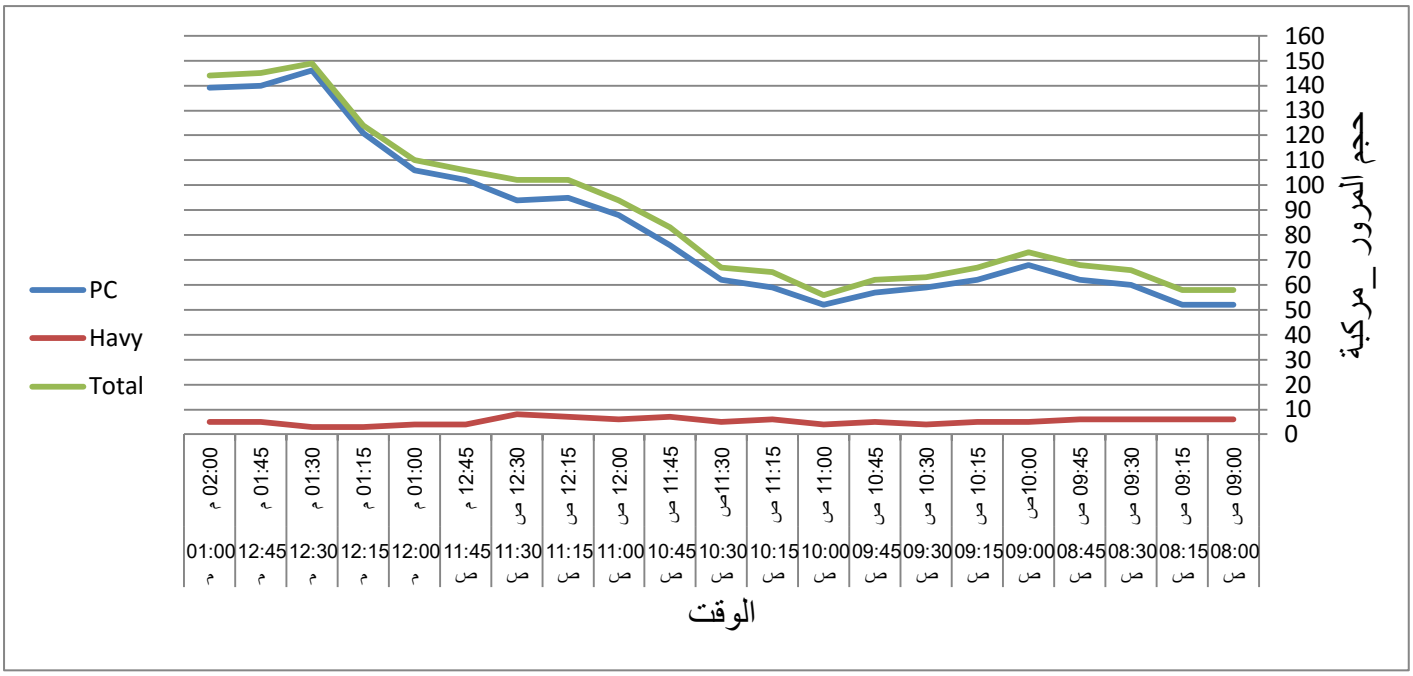
يلاحظ كما في الرسم البياني السابق ان اعلى معدل للتدفق من الساعة 12:00 وحتى الساعة 1:00 وهي ساعة الذروة

جدول(3-7) حجم المرور ومعدل التدفق لكل 15 دقيقة في ساعة الذروة

Rate of Flow for Time Interval ((veh/h	Volume for Time Interval (vehs)	Time Interval	
19/0.25	19	**12:15pm**	**12:00pm**
25/0.25	25	**12:30pm**	**12:15pm**
22/0.25	22	**12:45pm**	**12:30pm**
26/0.25	26	**1:00pm**	**12:45pm**
	92	**1:00pm**	**12:00pm**

$$PHF = \frac{V}{4 * vm15}$$

$$PHF = \frac{92}{4*26} = 0.88$$



شكل (3-5) العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لمسرب الخروج لليوم الأول

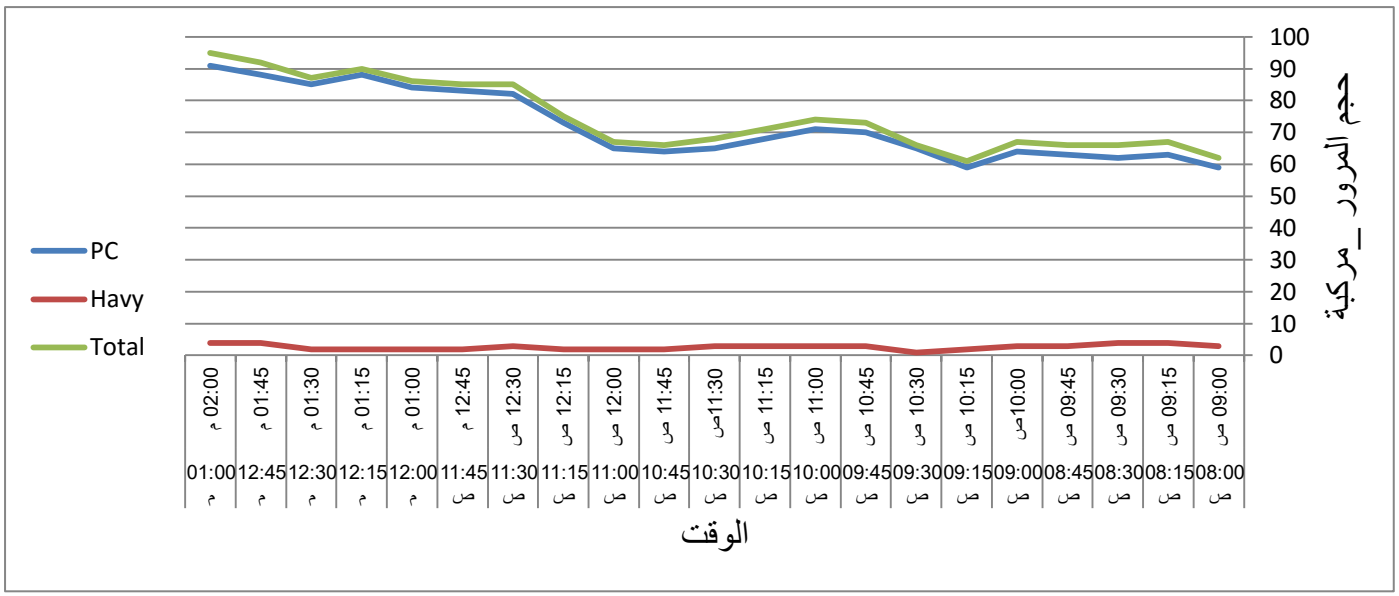
يلاحظ كما في الرسم البياني السابق ان اعلى معدل للتدفق من الساعة 12:30 وحتى الساعة 1:30 وهي ساعة الذروة.

جدول(3-8) حجم المرور ومعدل التدفق لكل 15 دقيقة في ساعة الذروة

Rate of Flow for Time Interval ((veh/h	Volume for Time Interval (vehs)	Time Interval	
34/0.25	34	**12:45pm**	**12:30pm**
27/0.25	27	**1:00pm**	**12:45pm**
42/0.25	42	**1:15pm**	**1:00pm**
46/0.25	46	**1:30pm**	**1:15pm**
	149	**1:30pm**	**12:30am**

$$PHF = \frac{V}{4 * vm15}$$

$$PHF = \frac{149}{4*46} = 0.81$$



شكل (3-6) العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لمسرب الخروج لليوم الثاني

يلاحظ كما في الرسم البياني السابق ان اعلى معدل للتدفق من الساعة 1:00 وحتى الساعة 2:00 وهي ساعة الذروة.

جدول(3-9) حجم المرور ومعدل التدفق لكل 15 دقيقة في ساعة الذروة

Rate of Flow for Time Interval ((veh/h	Volume for Time Interval (vehs)	Time Interval	
25/0.25	25	**1:15pm**	**1:00pm**
24/0.25	24	**1:30pm**	**1:15pm**
23/0.25	23	**1:45pm**	**1:30pm**
23/0.25	23	**2:00pm**	**1:45pm**
	95	**2:00pm**	**1:00pm**

$$PHF = \frac{V}{4 * vm15}$$

$$PHF = \frac{95}{4*25} = 0.95$$

Avg** PHF= (0.85+0.88+0.81+0.95) / 4 =**0.87

3-3 إشارات المرور واهدافها:

الهدف من الإشارات: تستعمل الإشارة لتوصيل المعلومات للسائقين أو المشاة، وتتألف من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الاثنان معا، بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق.

3-3-1 أنواع الإشارات:

تقسم الإشارات إلى أربعة أنواع رئيسية ولكل نوع من هذه الأنواع شكل خاص متعارف عليه حتى يسهل تفهمه من قبل السائق وهذه الأنواع هي:

1. إشارات التحذير: كإشارة انحدار حاد أو منعطف خطر وتكون هذه الإشارة مثلثة الشكل.
2. إشارات الزامية : حيث إن هذه الإشارة تعطي الأوامر إلى السائق مثل أمر قف، تمهل، وغيرها من الأوامر وهذه الإشارة تكون مستديرة الشكل.

3. إشارات المنع: مثل ممنوع المرور، ممنوع التجاوز، وهي مستديرة الشكل.
4. إشارات التعليمات (الارشاد): وهي تعطي التعليمات إلى السائق مثل استراحة، مكان وقوف، وهذه تكون مربعة أو مستطيلة الشكل.

شكل رقم (3-7) انواع الاشارات المرورية

3-3-2علامات المرور واهدافها:

إن علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة أو متقطعة مفردة أو مزدوجة، بيضاء أو سوداء أو صفراء، كما أنها قد تكون أسهما أو كتابة (كلمات).

أهداف علامات المرور:

1. تحديد المسارب وتقسيمها.
2. منع التجاوز.
3. فصل السير الذاهب عن القادم.
4. منع الوقوف أو التوقف.
5. تحديد أماكن عبور المشاة.

6. تحديد أولوية المرور على التقاطعات.
7. تحديد مواقف السيارات.
8. تعيين الاتجاهات باسهم (يمينا، يسارا) لتحديد الأماكن التي يتجه إليها السائق.
9. تحديد جانبي الطريق.
10. إعطاء تعليمات ومعلومات إلى السائق مثل اتجه إلى اليمين، توقف، وغير ذلك.

الفصل الرابع : التصميم الهندسي للطريق

4-1 المقدمة.

4-2 أسس التصميم الهندسي للطريق.

4-3 المنحنيات.

4-3-1 المنحنيات الأفقية .

4-3-2 المنحنيات الرأسية.

4-4 القوة الطاردة المركزية .

4-5 التعلية (Super Elevation) .

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

4-6 تصريف مياه سطح الطريق.

1-4 المقدمة :

عندما نتكلم عن التصميم الهندسي نتكلم عن الأمور الظاهرة في الطريق سوء أكان للأمور الرأسية 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 ومن 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 للطريق.
2- التصميم الرأسي للطريق.
3- التصميم العرضي للطريق.

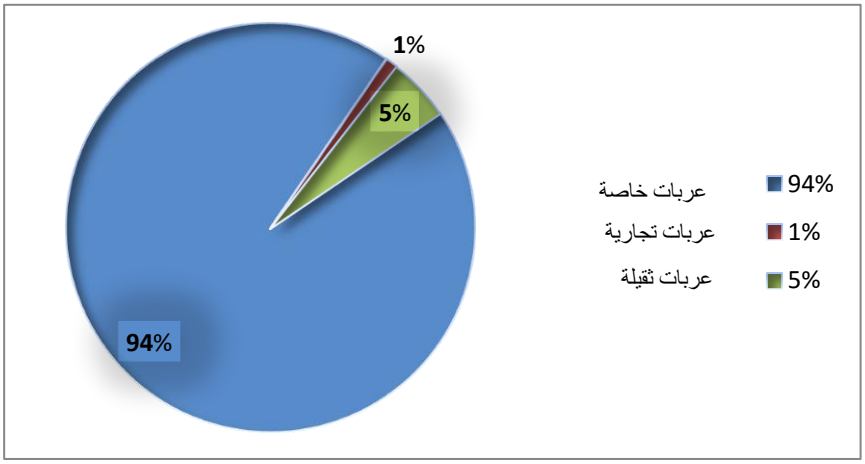
2-4 أسس التصميم الهندسي للطريق:

تعتمد اسس التصميم على عوامل عدة منها :

1) **حجم المرور** : يعتبر الحجم المروري من أهم الأسس التي يجب مراعاتها عند التصميم الهندسي للطريق ، حيث يتم عمل دراسات لتقدير الحجم المروري للطرق الحالي والمستقبلي بعد الأخذ بعين الاعتبار الطرق التي سيرتبط بها هذا الطريق، حيث تم حساب معدل المرور اليومي الحالي (AADT) وكان **2226** سيارة / يوم وايضا تم حساب معدل المروراليومي المستقبلي (AADT) وكان **5565** سيارة / يوم. كما تم تفصيله في الفصل السابق.

شكل(4-1) الحجم المروري

2) **التركيب المروري** : هذا البند يعتمد على البند السابق ، حيث يتم عمل تحديد نسب كل العربات التي يتوقع أن تستخدم هذا الطريق (عربات خاصة ، عربات تجارية ، عربات ثقيلة) وكانت النسب كالتالي:



شكل رقم(4-2) نسب المركبات حسب النوع

3) **السرعة التصميمية للطريق** : هي أعلى سرعة ممكن أن تسير بها المركبة بشكل مستمر في الأوضاع الطبيعية للطريق، وتعتبر السرعة التصميمية من أهم الأمور التى تدل على الخدمة التي يوفرها هذا الطريق.ويتم إختيار هذه السرعة بناءا على عدة امور من أهمها:

- الجدوى الاقتصادية.
- الطبيعة للمنطقة.
- درجة الطريق.
- حجم المرور.

أما بالنسبة للسرعة التقديرية للسرعة التصميمية فهي كالتالي: [Highway engineering[1]]

جدول(4-1) السرعة التصميمية [1]

نوع الطريق	السرعة الدنيا (Km/hr)	السرعة المرغوبة (Km/hr)
محلي	30	50
تجميعي	50	60
اضطراب كبير	50	60
اضطراب قليل	70	90
عام	80	100
سريع	90	120

وهذا البند كما أسلفنا من قبل هو مهم جداً وذلك لأنه من خلاله يتم تحديد التقاطعات والمنحنيات وأقطارها وميل الطريق ومسافة الوقوف وعدد المسارب وعرض المسرب في الاتجاه الواحد وسعة الطريق وأمور أخرى.

4) **عرض الحارة** : عرض الحارة من أهم الأمور التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في هذا الجزء من العمل ، حيث يعتمد عرض المسرب الواحد في الطريق على عدة أمور من أهمها:

- العرض الكلي للطريق.
- نوع الطريق سرع ، شرياني ، تجميعي ، محلي).
- السرعة التصميمية للطريق ، حيث كلما زادة السرعة من الأفضل أن يزيد عرض الحارة الواحدة.

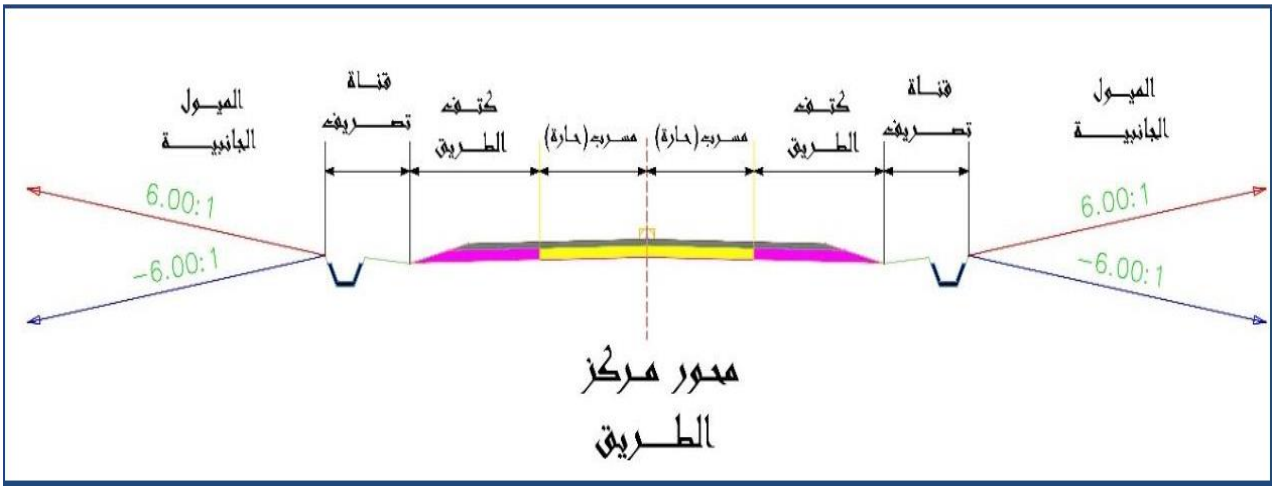
ومن المتعارف أن عرض الحارة الواحدة يجب أن لا يقل عن 2.75 أمتار في الأوضاع العادية وعن 3.75 متر في حالة الطريق السريع وذلك بسبب مرور مركبات كبيرة ومركبات سريعة ويلعب عرض الحارة دوراً هاماً في تحديد درجة الأمان على الطريق وسهولة القيادة.

وقد تقرر ان تكون الحارة بعرض3.5 متر بناء على الدراسة السابقة في هذا المشروع.

5) **قطاع الطريق** : قطع الطريق بند مهم لأن من خلاله يتم تحديد الاستفادة من الطريق ، فالطريق الذي يمر عليه عدد كبير من المركبات وبسرعة عالية يتطلب عدد أكبر من المسارات وانحدارات طويلة خفيفة ، وأنصاف أقطار أكبر عند المنحنيات .

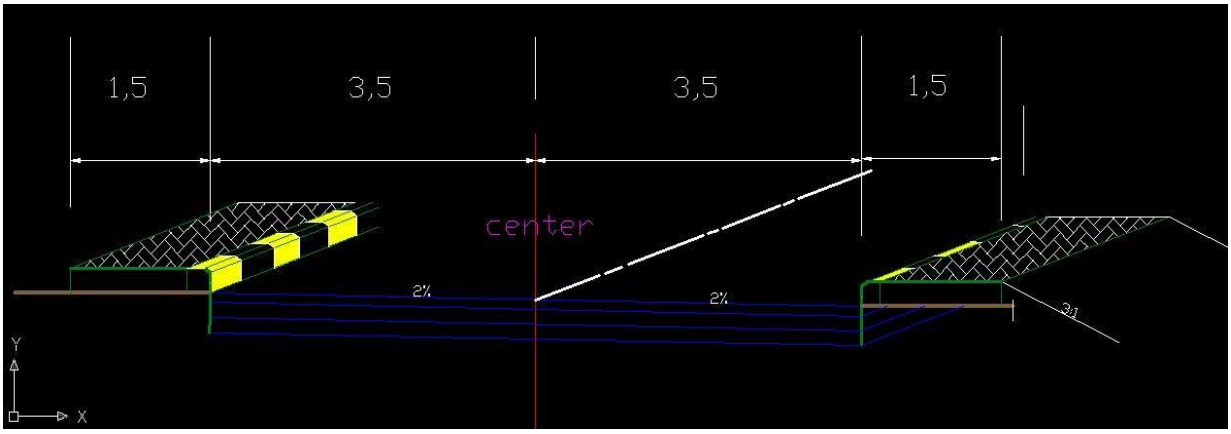
وقد تم اختيار قطاع الطريق لهذا المشروع بعرض 10 امتار .

أما بالنسبة للشكل العام فيكون:



الشكل(4-3) مقطع عرضي لطريق من حارتين

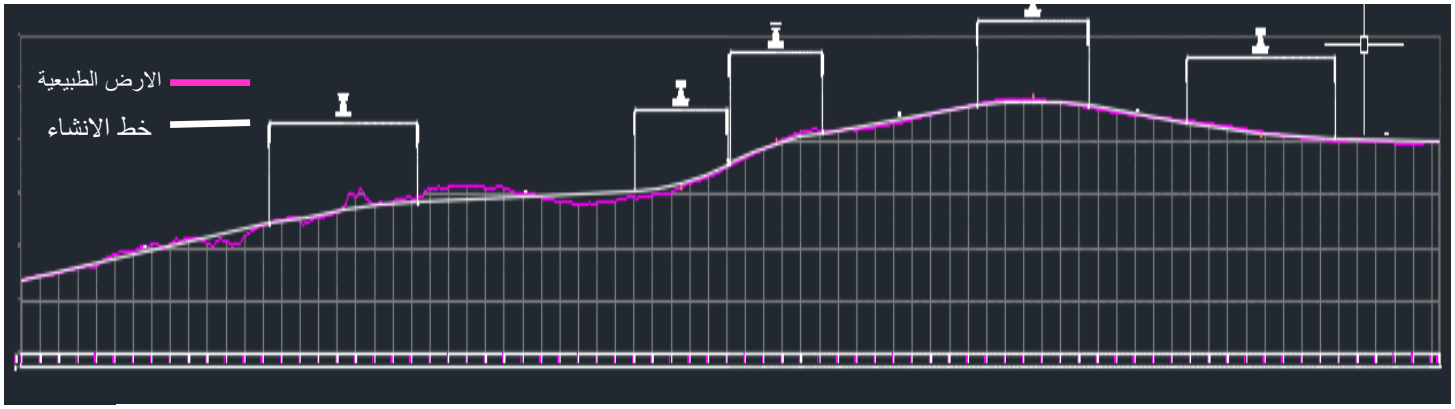
اما بالنسبة لمقطع الطريق المعمول به في هذا المشروع كما هو مبين في الشكل التالي :



شكل رقم(4-4) مقطع عرضي للطريق

6) **الميول العرضية** : تكمن أهمية هذا البند في تصريف المياه عن سطح الطريق ، حيث يتم عمل ميول من منتصف الطريق بشكل منتظم أو غير منتظم ، وإذا كان يوجد جزيرة وسطية من الممكن عمل كل اتجاه بميل مختلف حسب الحاجة وفي هذا المشروع تم عمل الميول العرضية بمقدار **2%** في اتجاه واحد كما هو مبين في الشكل رقم (4-4) .

7) **الميول الطولية** : في المناطق المستوية يتم التحكم في المناسيب عن طريق نظام صرف الأمطار ، أما في المناطق التي يكون فيها مستوى المياه مع مستوى الأرض الطبيعية فإن سطح الرصيف السفلي يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه على الأقل ب (0.5)متر ، أما المناطق الصخرية فيقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية للأكتاف أعلى من منسوب الصخر ب (0.3)متر على الأقل وذلك لتجنب الحفر الصخري غير الضروري ويعتبر (0.25%) هو أقل ميل لصرف الأمطار بالاتجاه الطولي، حيث كان اقل منسوب للميل الطولي في مشروعنا هو 0.52 % واعلى منسوب 8.7%وهو ضمن المسموح.



شكل رقم (4-5) بروفايل

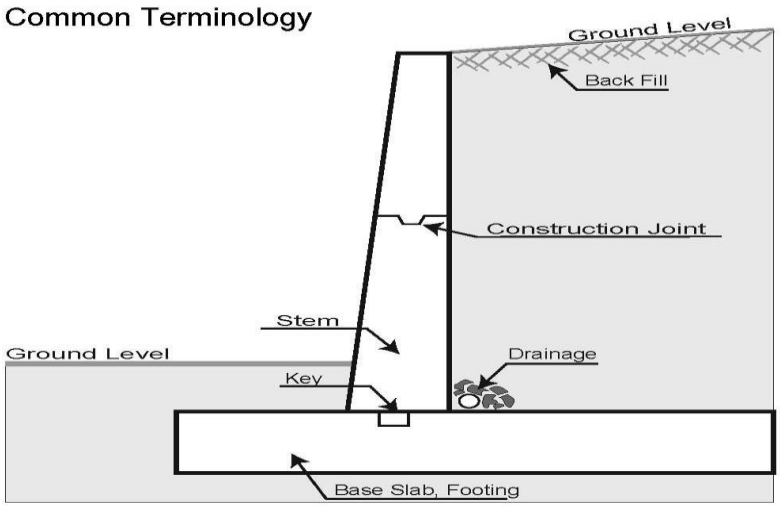
8) **الأرصفة (sidewalk)** : تكمن أهمية هذا البند في المدن وفي بعض المناطق التي تكون فيها الإضاءة الخافتة وسرعة المركبات قد تتسبب بأذى للمشاة. وتنبع أهمية الأرصفة في توفير الأمان لأحد مستخدمي الطريق (المشاة)، حيث تزداد الحاجة لها بالقرب من المدارس والمستشفيات والأسواق والأماكن العامة ، ومن المعروف أنها لا تقل عن(1.5)متر كما هو الحال في مشروعنا، حيث تم عمل رصيف على اليمين ورصيف على اليسار بعرض 1.5م .

الشكل(4-6) الرصيف بجانب منشأة عامة.

9) **الجزر الفاصلة (Median)** : يتم عمل الجزر الفاصلة لفصل الحركة بالاتجاه المعاكس وذلك لتقليل الأخطار وإمكانية حصول الحوادث، وتقليل تأثير الضوء المنبعث من الاتجاه الآخر ليلاً. ، ويكون عرضها متر فما أكثر.اما بالنسبة لمشروعنا فلم يتم عمل جزر فاصلة وذلك بسبب عدم وجود حركة كبيرة على الشارع وللحفاظ على المساحة المخصصة للطريق وبالتالي لا داعي لاستخدام جزيرة وسطية ونكتفي برسم خط متقطع في منتصف الشارع.

الشكل(4-7) الجزيرة الفاصلة

10) **الجدران الاستنادية** (Retaining walls): يتم عمل هذا البند بناء على ميول التربة المجاورة للطريق وذلك لمنع انهيارها على الطريق في حالة كون عرض الطريق ضيق ولا يمكن الابتعاد عن الجوانب وخاصة في المدن. يتم عمل الجدران الاستنادية من الخرسانة المسلحة تكون مقاومة للحركة (بزيادة الاحتكاك) ومقاومة العزم (بزيادة طول القاعده)، وفي هذا المشروع سوف يتم استخدام جدران استنادية لمقطع معين من الطريق وذلك لمنع انهيار التربة.

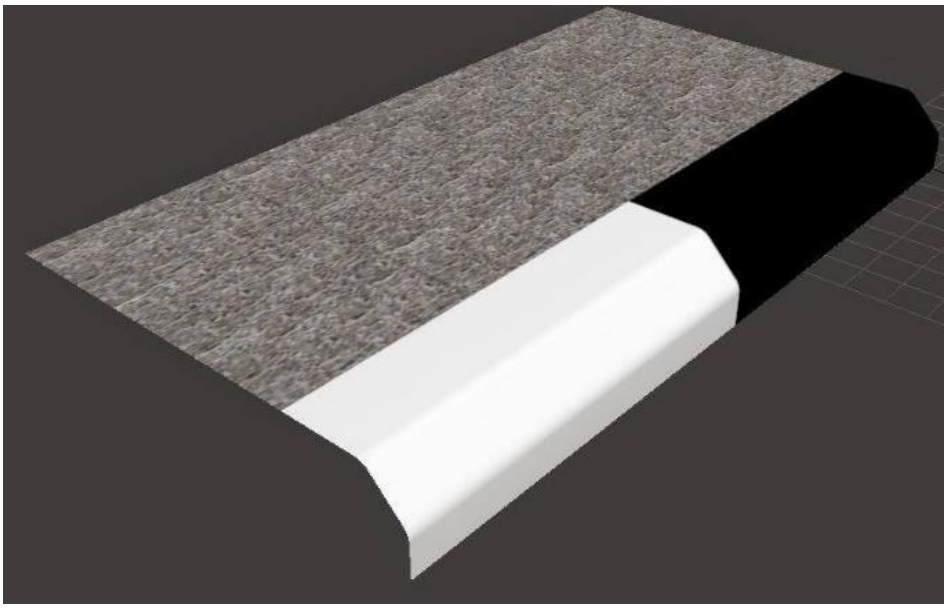


الشكل(4-8) الجدران الاستنادية

ويمكن التعويض عن الجدران الاستنادية بمكعبات ضخمة من الحجر لمنع انهيار التربة وانزلاقها، ومن الممكن استخدامها في المشروع وذلك حسب الحاجة .

الشكل(4-9) المكعبات الحجرية

11) الأطاريف : مهمة في زيادة الأمان على الطريق وتصريف المياه ومنع السيارات من الخروج عن الطريق في الأماكن الخطرة ، ويكون لونها له معنى خاص ، وهي تحدد حافة الرصيف وتعطي الطريق الشكل النهائي. وتستخدم داخل التجمعات السكنية لتحدد الرصف الخاص بالمشاة، وقد تم استخدام اطاريف بالون الابيض والاسود والتي تعني ان بالامكان لسائق السيارة الوقوف جانبا.



الشكل(4-10) الأطاريف

3-4 المنحنيات :

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

من الممكن أن تكون المنحنيات منقسمة إلى :

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

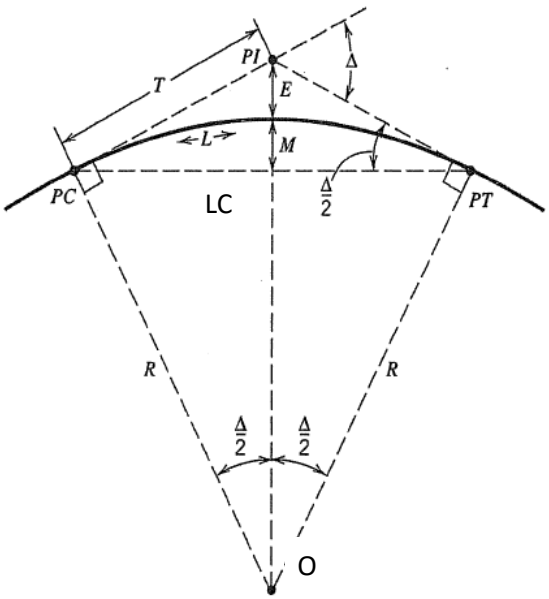
حيث يكون لكل نوع منهما حاجة وظروف لاستخدامه.

4-3-1المنحنيات الأفقية :

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

1) **المنحنى الدائري البسيط** :

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط



شكل(4-11) عناصر المنحنى الدائري البسيط

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

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

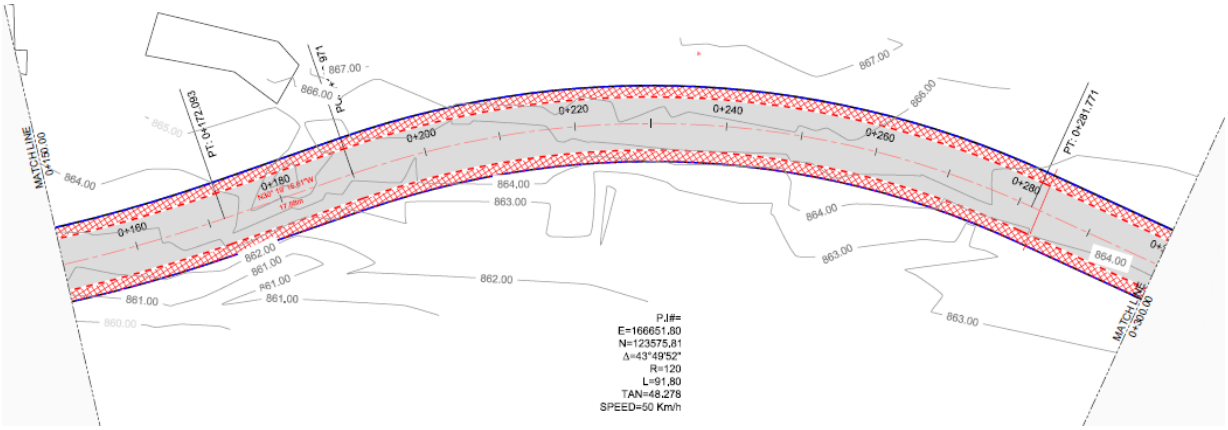
1- $T = R\tan\frac{\Delta}{2}$……4.1

2- $E = R(\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1)$…….4.2

3- $M = R(1-\cos\frac{\Delta}{2})$……4.3

4- $LC = 2R\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$……4.4

5- $L = \frac{\pi R\Delta}{180}$……..4.5



الشكل (4-12) منحنى افقي

والشكل (4-12) يوضح اخد المنحنيات البسيطة التي نتجة معنا خلال عملية التصيم وسيتم توضيح المنحنيات الاخرى في المخططات المرفقة.

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب (AASHTO 2004):

جدول(4-2) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق1

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

أما الحد الأدنى لأنصاف الأقطار فهي : [2.1AASHTO (2004)]

جدول(4-3)الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى2

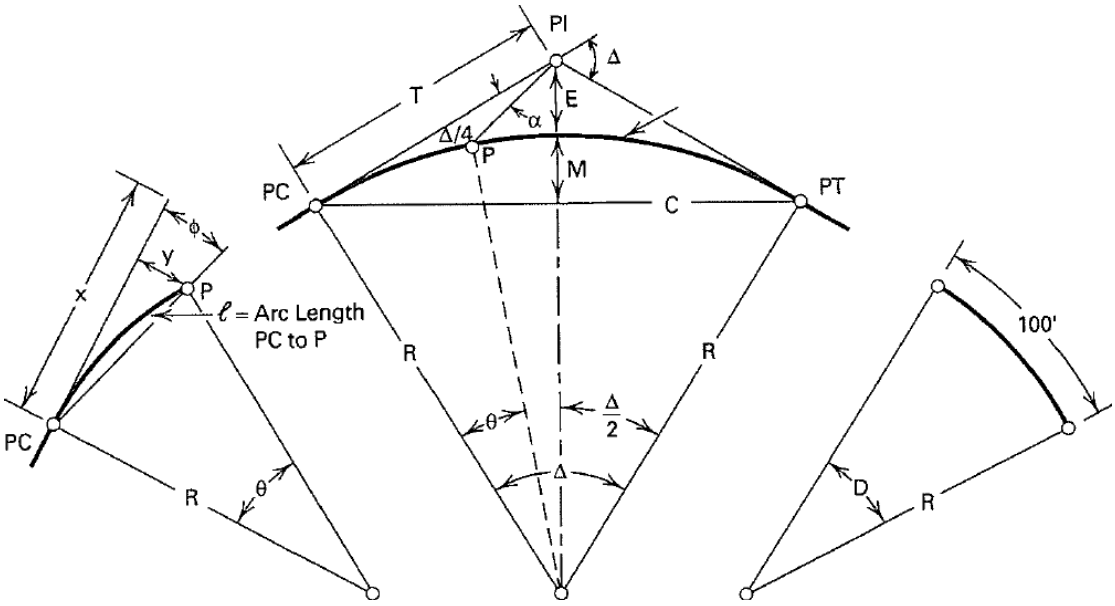
65	55	48	40	32	25	السرعة(كم/الساعة)
0.17	0.18	0.20	0.23	0.27	0.32	معامل الاحتكاك
0.09	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	ميلان السطح
140	100	75	50	30	15	الحد الادنى لنصف القطر (م)

2) المنحنى الانتقالي :

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

أما طوله فيحسب:

$$L=(\frac{V^3}{a*R})\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4.6$$



الشكل(4-13) المنحنى الانتقالي

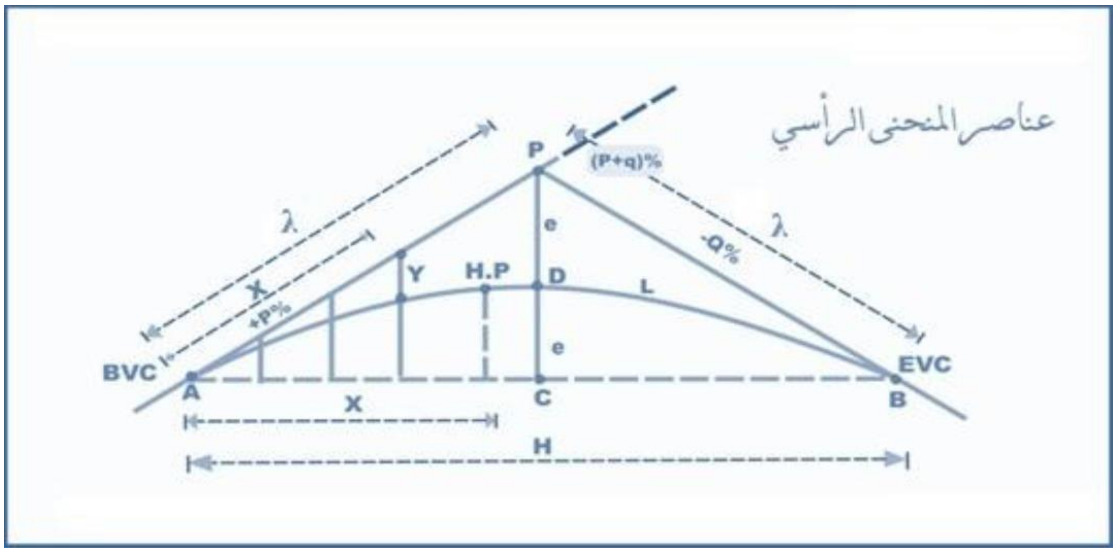
2-3-4 المنحنيات الرأسية :

هو ذلك المنحنى الذي من خلاله يتم الانتقال من منسوب الى منسوب آخر ، حيث يتم تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية والميل الجديد المطلوب إنشاءه ، وعند عمل وإنشاء المنحنى الرأسي يجب مراعاة تحقيق هذه الشروط :

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

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

أما بالنسبة لأجزاء وعناصر المنحنى الرأسي :



الشكل(4-14) عناصر المنحنى الرأسي

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

معادلات القطع المكافئ :

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

$$L= l_1+ l_2 \text{ .....4.7}$$

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

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

$$AB = H = 2*l = L \text{.....4.8}$$

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

$$y = ax^2 \text{.....4.9.}$$

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين :

$$a = \frac{p+q}{400\,l}x^2 \ldots\ldots\ldots 4.10$$

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد :

$$a = \frac{p-q}{400\,l}x^2 \ldots\ldots\ldots\ldots 4.11$$

أما بدلالة e :

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين :

$$e = \frac{p+q}{400}\,l \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4.12$$

عندما يكون المماس في اتجاه واحد :

$$e = \frac{p-q}{400}\,l \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4.13$$

$$y = e\left(\frac{x}{y}\right)^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4.14$$

$$K = {length}/{|p-q|} \ldots\ldots\ldots 4.15$$

جدول(4-4)قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية[1]

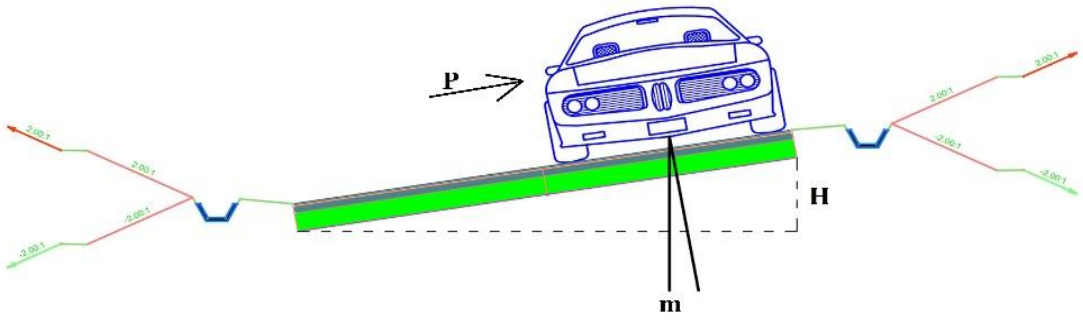
Speed	*AASHTTO2004*	
kph	*K(crest)*	*K(sag)*
20	*1*	*3*
30	*2*	*6*
40	*4*	*9*
50	*7*	*13*
60	*11*	*18*
70	*17*	*23*
80	*26*	*30*
90	*39*	*38*
100	*52*	*45*
110	*74*	*55*
120	*95*	*63*
130	*124*	*73*

وهذه النسبة تقريبية ولكن عمليا يؤخذ بها في تصميم الطرق السريعة والحضرية ، وهي تعبر عن مدى انحناء المنحني الرأسي ، فكلما زادت قيمة K يصبح المنحنى الرأسي اقرب الى الانبساط بمعرفة قيمة الانحناء الامامي او الميل الامامي والخلفي يتم حساب طول المنحنى الرأسي من العلاقه (4.15) .[1AASHTO (2004)

4-4 القوة الطاردة المركزية :

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

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من اللانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر ، انظر الى العلاقة (4.16) ، 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(4-15) القوة الطاردة المركزية على المركبات

حيث أن :

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

العلاقة الرياضية التي تربط العناصر السابقة مع بعضها البعض هي :

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....4.16}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:

$$\tan\alpha = P_1 = \left(\frac{mv^2}{r}\right)/(mg) = \frac{v^2}{gr} \quad \text{.....4.17}$$

5-4 التعلية (Super Elevation) :

التعلية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية ، وذلك من أجل تفادي القوة الطاردة المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبة وقد تؤدي إلى انقلابها ، وقيمة هذا الميل الجانبي للطريق تتراوح من 2% - 8% وقد تصل إلى 12% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله .

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات :

$$e + f = \frac{V^2}{gR} = \quad e + f = \frac{(0.75\times v)^2}{127\times R} \quad \text{.....4.18}$$

حيث أن :

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

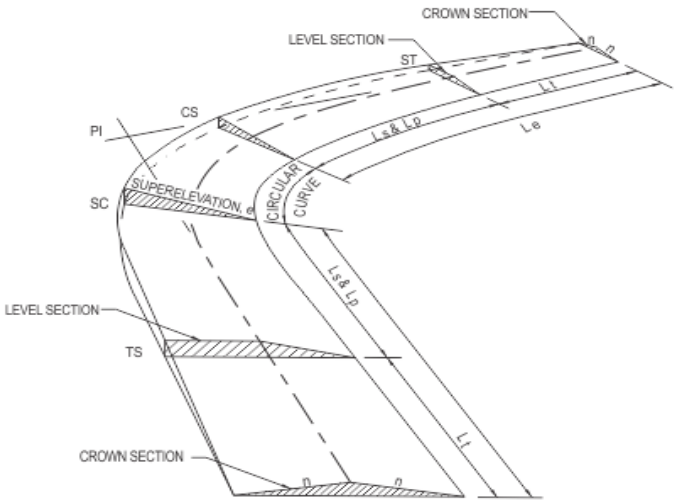
v : هي سرعة المركبة بالـ كم/ ساعة ، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

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

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

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \quad \text{.....4.19}$$

والشكل التالي يظهر تطبيق التعلية على المنحنيات :

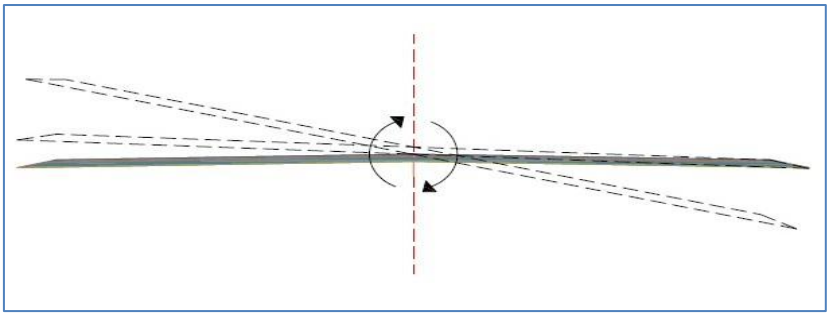


الشكل(4-16) تطبيق التعلية على المنحنيات

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

- **الطريقة الأولى :**

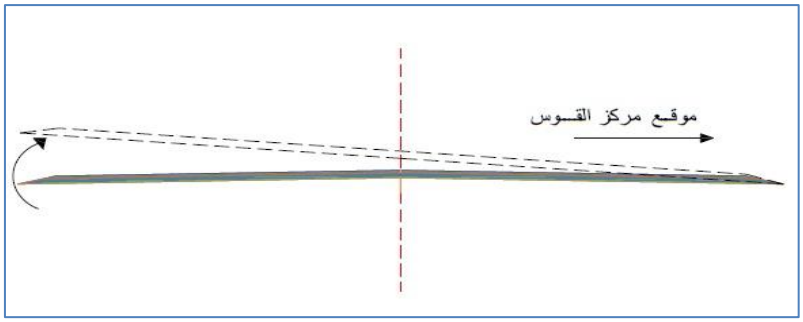
في هذه الطريقة يبقى محور الطريق ثابت لايتغير ويبقى الجانب الاخر من الطريق ثابت ونبدا في رفع جانب الطريق حتى يتساوى جانبي الطريق وبعد ذالك يستمر جانب الطريق بالارتفاع و يبدأ الجانب الثابت بالانخفاض بنفس النسبه حتى يتحقق الميلان المطلوب ، وبعد الانتهاء من المنحنى تعود العملية عكسية حتى يعود الشارع الى وضعه الطبيعي و هو بميول 2% تقريبا لتصريف مياه سطح الطريق ، وهذه الطريقه التي سيتم استخدامها في المشروع .



شكل (4-17) الدوران حول المحور

- **الطريقة الثانية :**

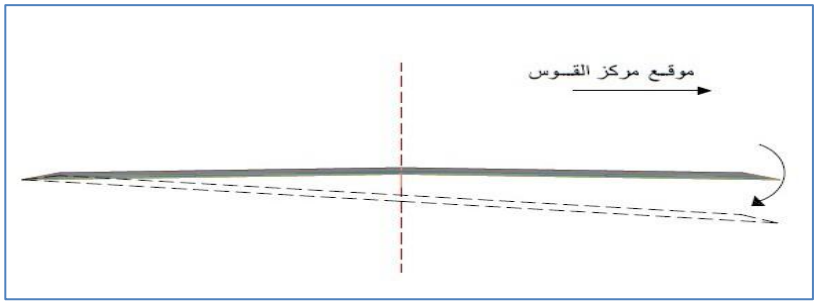
في هذه الطريقه يبقى احد جانبي الطريق ثابتا وليس المحور ، حيث يتم تثبيت احد جانبي الطريق ونعمل على رفع الجانب الاخر من الطريق حتى يساوي ارتفاع الجانب الاول من الطريق وبعد ذالك نستمر في رفع جانبي الطريق للوصول الى الميلان المطلوب .



شكل (4-18) الدوران حول الحافة الداخلية

- **الطريقة الثالثة :**

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



شكل (4-19) الدوران حول الحافة الخارجية

التخطيط الرأسي للطريق :

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

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

6-4 تصريف مياه سطح الطريق :

هي عباره عن تصريف المياه الناتجه من سطح الطريق (المياه السطحيه) بالاضافه الى المياه الناتجه من السيول ، حيث نعمل على التخلص من هذه المياه و تحديد مسارها وذالك للاستفاده منها فيما بعد.

- **أهمية تصريف المياه :**

إن بقاء الماء فوق سطح الطريق يسبب خطرا كبيرا سواء على حياة الناس (حيث يؤدي الى حوادث بسبب عدم السيطره على السيارات) او على بنية الطرق (حيث ان بقاء الماء على سطح الطريق سيؤدي الى تفكك جزيئات الاسفلت وتصبح سهلة الاقتلاع و مع مرور المركبات فوق هذا السطح سيؤدي ذالك الى اقتلاع الاسفلت ، وتعمل التربة على امتصاص الماء الامر الذي يؤدي الى اضعاف التربه وهي التي تشكل طبقة الاساس للاسفلت حيث ان التربة تكون قوية جدا وهي جافة وضعيفة وهي رطبة الامر الذي يؤدي الى دمار طبقة الاساس وبالتالي انهيار الشارع والذي يصبح غير صالح لاستخدام) .

وبذالك تظهر اهمية تصريف المياه في المحافظة على حياة الناس و بنية الطريق واستمراريته لمدة اطول .

وفي هذا المشروع سوف يتم تصريف المياه من خلال وضع عبارة لتصريف المياه عن الطريق.

الفصل الخامس : الفحوصات المخبرية والتصميم الانشائي للطريق

5-1 المقدمة.

5-2 عينات التربة.

5-2-1 أماكن استخراج العينات.

5-2-2 أخذ العينات.

5-3 التجارب المخبرية .

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

5-3-2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR).

5- 4 التصميم الانشائي .

5-4-1 الانواع الرئيسية للرصف.

5-4-2 العوامل المؤثرة على التصميم حسب AASHTO(2004).

5-5 تصميم الرصفة المرنة .

5-6 حساب سماكة طبقات الرصف.

1-5 مقدمة :

التربة: هي الطبقة السطحية الهشة أو المفتتة التي تغطي سطح الأرض. تتكون التربة من مواد صخرية مفتتة خضعت من قبل للتغيير بسبب تعرضها للعوامل البيئية والبيولوجية والكيمائية، ومن بينها عوامل التجوية وعوامل التعرية. ومن الجدير بالذكر أن التربة تختلف عن مكوناتها الصخرية الأساسية والتي يرجع السبب في تغييرها لعمليات التفاعل التي تحدث بين الأغلفة الأربعة لسطح الأرض؛ وهي الغلاف الصخري والغلاف المائي والغلاف الجوي والغلاف الحيوي. ونستنتج من ذلك أن التربة تعد مزيجا من المكونات العضوية والمعدنية التي تتألف منها التربة في حالاتها السائلة و الغازيه. حيث تحتفظ المواد التي تتألف منها التربة بين حبيباتها المتفككة بفجوات مسامية (أو ما يُعرف بمسام التربة) وهي بذلك تُشكل هيكل التربة الذي تملؤه هذه المسام. وتتضمن هذه المسام المحلول المائي (السائل) والهواء (الغاز). ووفقًا لذلك فإنه ينبغي أن يتم التعامل غالبا مع أنواع التربة على اعتبار أنها نظام يتألف من ثلاثة أطوار. وتتراوح كثافة معظم أنواع التربة بين 1 و2 جرام/سنتيمتر مكعب. كما تُعرف التربة أيضا باسم الأرض؛ وهي المادة التي اشتق منها كوكب الأرض الذي نحيا عليه. يرجع تاريخ بعض المواد التي تتكون منها التربة في كوكب الأرض إلى ما قبل الحقبة الجيولوجية الثالثة ولكن معظم هذه المواد لا يرجع تاريخها إلى ما قبل العصر البليستوسيني (وهو أحد العصور الجليدية وأكثرها حداثة). هذا ويتم عمل عدة فحوصات للتربه لفحص قوة تحملها للضغط والاحمال.

2-5 عينات التربة:

1-2-5 أماكن استخراج العينات:

تستخرج العينة الأولى من سطح الأرض مباشرة ، وتستخرج العينات الاخرى عند كل تغير في الطبقات.

شكل رقم (5-1) استخراج العينات

2-2-5 أخذ العينات:

يعتبر أخذ العينات من أهم مراحل الأعمال الجيوتقنية، ولا تقل أهميته عن الاختبارات التي ستجري عليها، لذا فإنه من الضروري تحري الدقة والحيطة عند أخذ العينات وطريقة تعبئتها لتكون عينات ممثلة لطبيعة التربة الأصلية، ويتم أخذ عينات في التربة المفككة والمتماسكة إما المقلقلة (وهي العينة التي تكون فيها بنية التربة متفككة وخواصها الميكانيكية قد تغيرت أثناء أخذ العينة) أغير المقلقلة ومن أماكن تخزين التربة Stockpiles .

حيث تم اخذ عينة من التربة من موقع المشروع وعمل الفحوصات اللازمة في مختبر التربة في جامعة بوليتكنك فلسطين، والتي تتضمن التجارب التالية :

3-5 التجارب المخبرية:

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

*** الهدف من التجربة :**

تحديد مقدارالكثافة العظمى للتربة ومقدار محتوى الماء المثالي، من أجل فحص نسبة تحمل كاليفورنيا.

*** الادوات المستخدمة:-**

1- قالب بروكتور مع الغطاء المتحرك.

2- مطرقة البروكتور المعدلة (5.5 باوند).

3- وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء مع مسطرة واداة غير حادة.

4- منخل3/4 .

5- جفنات صغيرة وفرن للتجفيف.

6- ميزان لقياس الاوزان .

*** طريقة العمل :**

1- تنخل العينة على منخل ¾ ، من أجل التخلص من الحصى الذي قد يؤثر سلبا على نتيجة الاختبار، نظرا لأن كثافة الصخور في الغالب أكبر من التربة.

2- يتم إضافة 6 كغم من التربة لاضافة نسب الماء اليها.

3- تضاف نسبة 5% من وزن العينة ماء اليها، وبعد خلطها جيدا ، ينم وضع الطبقة الأولى في القالب وتدمك بمطرقة قياسية 56 ضربه، وتكرر العملية لل5 طبقات التالية، ثم يتم تسوية سطح العينة في القالب و توزن. وبمعرفة وزن القالب فارغ (5080 كغم) وحجمه (2124 سم 3) يتم حساب كثافة العينة، ويتم أخذ عينة من التربة ووضعها في جفنة قد تم وزنها فارغة مسبقا وتوضع في فرن تجفيف لمعرفة 7 محتوى الرطوبة لحساب الكثافة الجافة.

4- نكرر العملية السابقة بإضافة 3 % ماء من وزن العينه (6 كغم).

شكل رقم (5-2) اثناء عملية اجراء التجربة

الحسابات:

وتضمنت هذه التجربة القوانين والحسابات التالية:

- نسبة الماء=wc.
- وزن القالب فارغ = 5080 غم.
- نسبة الماء =(وزن الماء / وزن العينة جافة).
- الكثافة الرطبة =(وزن العينة الرطبة / حجم القالب)، والجدول (5-1) يبين القراءات للعينات التي تم اخذها بفي المختبر والكثافة الرطبة لكل منها.
- الكثافة الجافة =(الكثافة الرطبة / (wc+1))، والجدول (5-2) يبين القراءات للعينات التي تم اخذها في المختبر وقيم الكثافة الجافة لكل منها.
- وزن الماء= (وزن العينة الرطبة مع القالب _ وزن العينة الجافة مع القالب).
- وزن العينة الجافة = (وزن العينة الجافة مع القالب _وزن القالب).

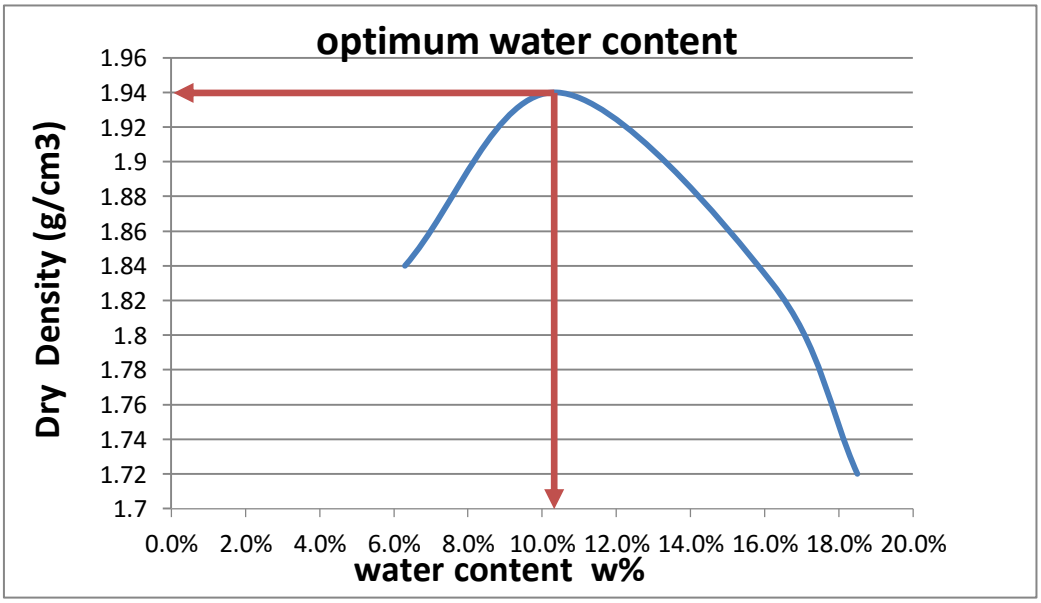
الجدول (5-1) قيم الكثافة الرطبة

وزن القالب فارغ(غم)	5080	5080	5080	5080
وزن القالب + التربة رطبة(غم)	9236	9594	9608	9408
وزن التربة رطبة (غم)	4156	4536	4528	4328
كثافة التربة الرطبة (غم / سم3)	1.96	2.14	2.13	2.04

الجدول (5-2) قراءات تجربة الكثافة العظمى

رقم الجفنة	3	A11	X35	E11
وزن الجفنة فارغة	32	31.8	31.8	31.6
وزن الجفنة + التربة رطبة	163.4	159	152	185.6
وزن الجفنة + التربة جافة	155.6	147	135.2	161.6
محتوى الرطوبة (WC)	6.30%	10.40%	16.20%	18.50%
كثافة التربة الجافة	1.84	1.94	1.83	1.72

5- ثم يتم رسم العلاقة بين محتوى الرطوبة والكثافة وتمثل قمة المنحنى القيمة العظمى للكثافة ونسبة الماء المثالية، والشكل التالي يظهر العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة:



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

القراءات والنتائج:

من الشكل (5-3) يظهر ان: نسبة الماء المثالية = 10.2% والكثافة الجافة العظمى = 1.94غم/سم3.

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

* الهدف من التجربه:

معرفة مقدار تحمل عينة من التربة للضغط الناتج من مكبس قياسي بالنسبة لعينة تربة قياسية.

* خطوات العمل:

- يتم دمك التربة في قالب قياسي بنسبة الماء المثالية لتحقيق الكثافة العظمى، بتكوين 5 طبقات وضرب كل طبقة بالمطرقة القياسية 56 ضربة.
- وضع العينة تحت الجهاز الموضح في الشكل الآتي، ووضع المكبس بحيث يلامس سطح العينة، وثم تصفير أجهزة القراءة.

الشكل (5-4) جهاز فحص CBR .

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

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

جدول(5-3) قيم نسبة تحمل كاليفورنيا

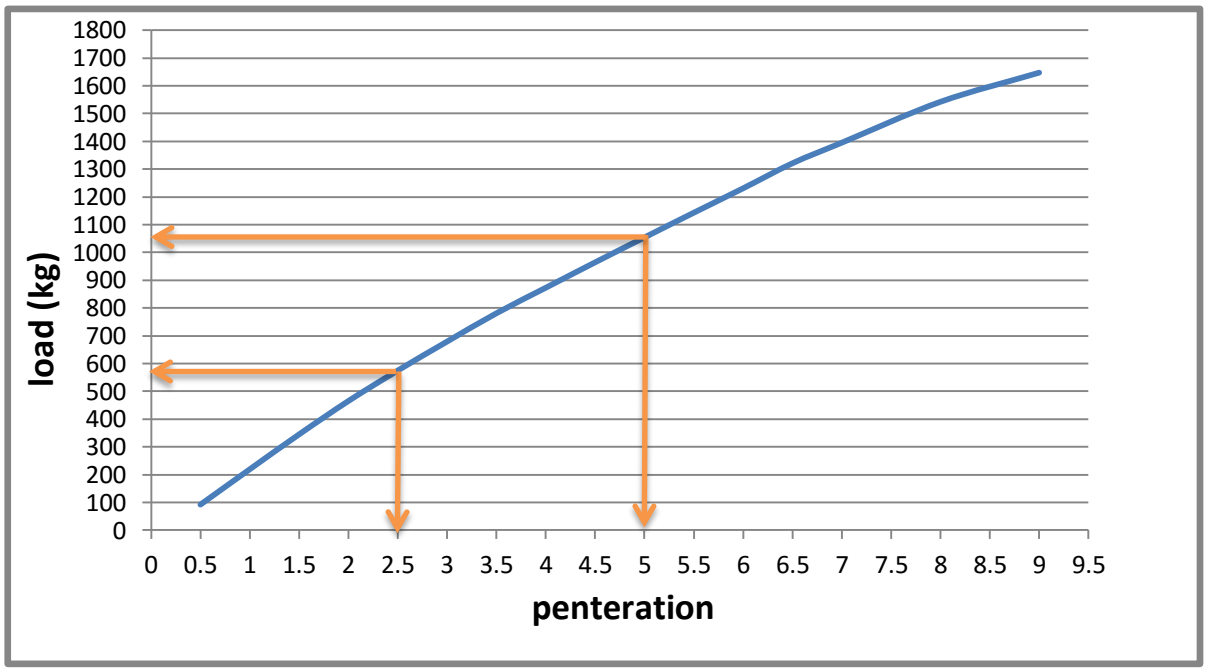
نسبة التحمل(CBR)	تصنيف المواد	مجال الاستخدام	النظام الموحد USC	نظام الآشتو AASHTO
0-3	ضعيفة جداً	القاعدة الترابية	OH,CH,MH,OL	A5 ,A6,A7
3-7	ضعيفة	القاعدة الترابية	OH,CH,MH,OL	A4 , A5 A6,A7
7-20	مقبولة	تحت الأساس	OH,CH,MH,OL	A2 , A4 A6,A7
20-50	جيدة	اساس وتحت الاساس	GC,SW ,GMSM, SP,GP	A1b , A2 – 5, A3,A2-6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

*** القراءات والنتائج :**

جدول (5-4) قراءات التجربه

penetration	load	kg	CBR
0.5	36	92.2	
1	86	219.4	
1.5	136	345.1	
2	183	465.2	
2.5	226	575	0.42
3	268	679.2	
3.5	307	781	
4	344	872.9	
4.5	379	964.3	
5	415	1054	0.51
5.5	450	1143	
6	485	1230.8	
6.5	520	1321	
7	549	1395.1	
8	607	1542.2	
9	648	1647	

الشكل التالي يوضح العلاقه بين الغرز والقوة :



الشكل (5-5) العلاقة بين الغرز والقوة

* **الحسابات** :

تم حساب نسبة تحمل كاليفرنيا CBR عند غرز 2.5ملم و5ملم فكانت النتائج كالتالي:

نسبة تحمل كاليفرنيا CBR= (الخمل المسبب لاختراق 2.5ملم للعينة عند التجربة / الحمل المسبب لنفس الاختراق لعينة قياسية *100%)

=(1370/575)*100=42%

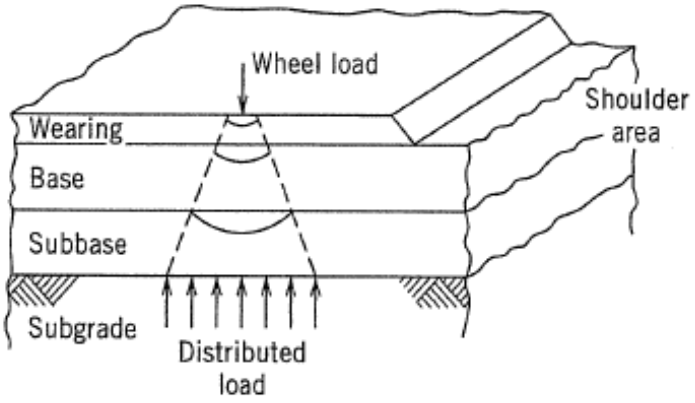
نسبة تحمل كاليفرنيا CBR= (الخمل المسبب لاختراق5ملم للعينة عند التجربة / الحمل المسبب لنفس الاختراق لعينة قياسية *100%)

=(2055/1054)*100=51%

حيث يتم اعتماد قيمة CBR الاكبر وهي (51%) وبالتالي يتم اعتماد طبقة التربة (Sub grad) لانها مطابقة للمواصفات.

5- 4 التصميم الانشائي :

هي عبارة عن إيجاد مكونات الطبقات وسماكاتها ومواصفاتها حتى تتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات المتحركة على هذا الطريق.



شكل رقم (5-6) طبقات الطريق

5-4-1 الانواع الرئيسية للرصف:

الرصفة القاسية: (Rigid Pavement)

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

الرصفة المرنة: (Flexible Pavement)

وهي التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي، مهما اتخذ هذا السطح من أشكال وتعرجات وهذه الطريقة هي الاكثر شيوعا واستخدام في بلادنا، وسيتم استخدامها في مشروعنا هذا.

شكل (5-7) الرصفة المرنة

وتوجد على نوعين :

- **رصفة تلفورد**: وذلك بحيث تحدد الرصفة وتبنى اطاريف بأحجار تسمى حجارة الشك ثم يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة 20 سم و تعبا الفراغات بحصى صغيرة، ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات ومن ثم يرش إسفلت بدرجة غرز 80% و بمعدل 4 كيلو على المتر المربع.

- **رصفة الفرشيات** : يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصفة بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البسكورس وفرشها بالسمك المطلوب، وهذه الطريقة هي الاكثر استخداما في عملية الرصف.

2-4-5 العوامل المؤثرة على التصميم حسب AASHTO(2004):

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

1- الحجم المروري.

2- نوع المرور والمركبات التي ستستخدم هذا الطريق بشكل عام.

3- خصائص التربة وفحوصاتها، والتي تم توضيحها سابقا.

4- العوامل البيئية لمنطقة الطريق.

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

تتكون الرصفة المرنة من العناصر:

1- **الطبقة الترابية (sub grade)**: وهي عبارة عن الطبقة الطبيعية لسطح الطريق ، ويتم عمل دمك لها عن طريق المدحلة مع رش المياه حتى تصل القوة الكافية والمطلوبة.

2- **طبقة ما تحت الاساس (sub base)**: هي الطبقة التي يتم إنشاؤها مباشرة فوق الطبقة الترابية إذا كانت خصائص الطبقة الترابية غير جيدة.

3- **طبقة الأساس (base course)**: هي عبارة عن حصى متوسط التدرج بمواصفات خاصة يتم احضاره من الكسارات خصيصا لهذا السبب.

4- **طبقة الإسفلت (surface course)**: وهي عبارة عن طبقة اسفلتية بخصائص متعارف عليها يتم رشها على سطح الطريق.

* أما في حال كون الطبقة الترابية جيدة ومطابقة للمواصفات فمن الممكن الاستغناء عن طبقة ما تحت الاساس (sub base) والاكتفاء بالطبقات الثلاثة الاخرى.

5-5 تصميم الرصفة المرنة :

حيث تم اتباع طريقة AASHTO لتصميم الرصفة المرنة .

حساب ESAL (Equivalent Accumulated 18,000 Ib Single Axle Load)

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

* الحمل المكافئ لمحور مفرد:

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

* معامل حمل المحور المكافئ:

المعامل المكافئ لحمل المحور لمركبة ما هو نسبة التأثير لكل مرة تمر فيها المركبة على رصف معين إلى التأثير الذي يحدثه مرور الحمل المحوري المفرد القياسي على نفس الرصف. ويتم التعبير عن عدد مرات تكرار الحمل الذي يؤدي إلى وصول الرصف لنهايته المقبولة بصلابة طبقة الرصف، ويتم التعبير عن صلابة طبقات الرصف بالرقم الإنشائي (SN) ويكون مستوى الخدمة النهائي (PT) للطرق الرئيسية (ذات المرور الثقيل) مساويا"2.5 والطرق المحلية والثانوية (ذات المرور المتوسط) مساويا" 2.00. بينما القيمة الابتدائية لدليل مستوى حالة الرصف بعد الانتهاء من تنفيذ الرصف مباشرة تتراوح قيمتها بين 4.2إلى 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) و 2 للطريق متدني المستوى (for lower class highway).

القيمة الحالية لدليل مستوى حالة الرصف موضحة في المعادلة (5.1):

ΔPSI=pi-pt=4.5-2.5→2……(5.1)

أما المحور القياسي فمقداره 18000رطل (80000 كيلو نيوتن) وباستخدام قيم المعاملات المكافئة لأحمال المحاور التي تمر على الطريق خلال الفترة التصميمية وتبعاً لمعامل النمو وحجم المرور اليومي مصنفاً حسب نوع المركبات ونسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية يتم حساب قيمة الحمل التصميمي المكافئ على الطريق من العلاقة (5.2)

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad \text{.....(5.2)}$$

حيث أن :

Equivalent Accumulated 18,000 Ib Single Axle Load: ESAL:

$f_{d:}$ design lane factor.

G_f: growth factor.

AADT: first year annual average daily traffic.

N_i : number of axles on each vehicle.

f_E : load equivalency factor

- ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول(5-5).

جدول (5-5) : نسبة المركبات في المسرب الواحد [1]

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

- أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على مسربين في الاتجاهين (أي مسرب في كل اتجاه) فتؤخذ قيمة fd المقابلة للرقم 2 من الجدول السابق(5-5) فتكون (fd = 50%).[1 AASHTO2004].

أما قيمة growth factor (Gf) فيتم الحصول عليه من الجدول(5-6).[AASHTO2004.][1]

جدول (5-6):معامل النمو (Growth factor) [1]

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

إن تصميم أي طريق يتم على اعتبار أن صلاحية الطريق تؤخذ عادة ل 20 سنة مستقبلا، وتوقع نسبة الزيادة السنوية 4% فتكون قيمة $(G_f) = 29.78\%$.

أما AADT فتؤخذ من فصل العد المروري.

متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد للسيارات Passenger = 1872سيارة / يوم.

متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد للسيارات 2-Axle =60 سيارة / يوم.

متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد للسيارات 3-Axle = 324 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 (5-7) و(5-8)[AASHTO2004.][1]

جدول (5-7): تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor) [1]

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	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
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430		213.5	48,000	44.50	4.17
40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	4.51
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		5.23
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		5.63
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		6.04
62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		6.93
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
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
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 (5-8): متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة

متوسط عدد المركبات لكل ساعة			الأيام
3-axle	**2-axle**	**Passenger**	
10	3	165	الثلاثاء – دخول وخروج
6	0	141	الاربعاء – دخول وخروج
8	1.5	153	المتوسط
%5	%1	%94	النسبة المئوية من العدد الكلي

ايضا تم الحصول من الفصل السابق(حجم المرور) على معدل المرور اليومي الاكبر من في الاتجاهين وكان (2226) سيارة\يوم

- Passenger cars (10 kN / axle) = 94%
- 2-axle single-unit busses (100 kN / axle) =1%
- 3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) =5%

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على هذه الأحمال من الجدول (5-7) بإستخدام (**interpolation**).

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

وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة التالية كل على حده ومن ثم تجمع القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) كما في المعادلة (5.3).

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad \text{.....(5.3)}$$

ESAL **car** =0.5 * 29.78 * 1872 *0.94* 365 * 2 * 0.0003135 = 5996.38

ESAL **buss** = 0.5 * 29.78 * 60 * 0.01* 365 * 2 *0.198089 = 1291.90

ESAL **truck** = 0.5 * 29.78 * 324* 0.05 * 365 * 3 *0.29419 =77705.50

ESAL **total** = 84993.78

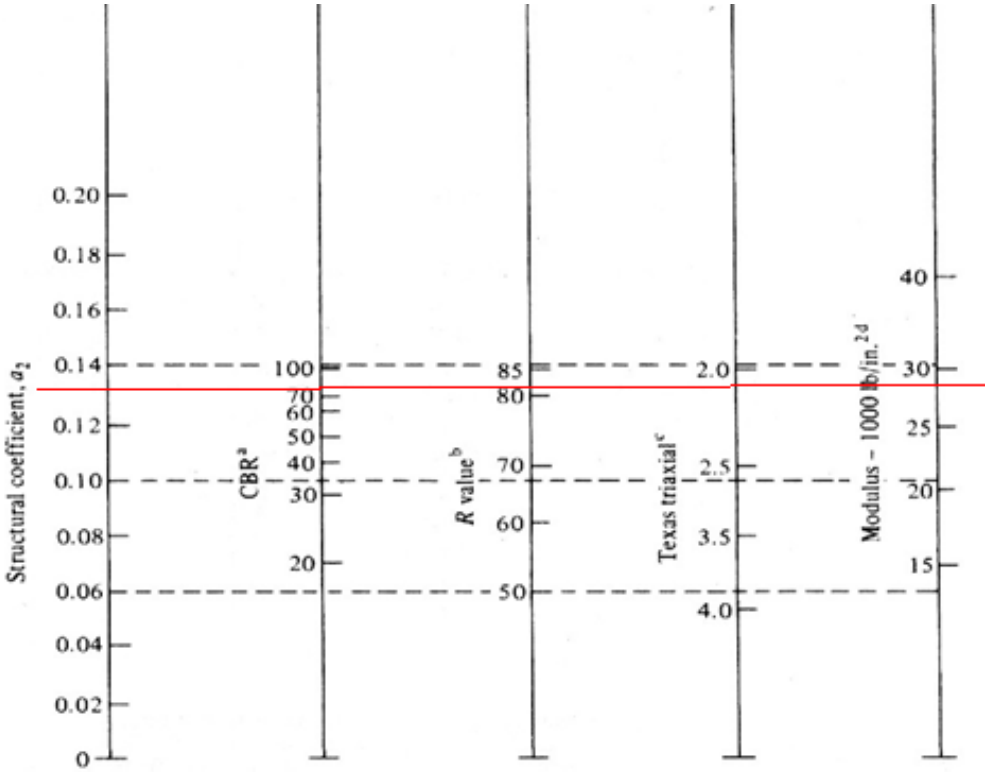
5-6 حساب سماكة طبقات الرصف:

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

*** معامل الرجوعية (Mr):**

يعتبر معامل الرجوعية مقياساً لمقاومة أي طبقة من طبقات القطاع الإنشائي للرصف والتي يمكن تحديدها بدءاً من طبقات تربة التأسيس فالأساس المساعد ثم الأساس فطبقات الرصف الإسفلتية ويتم إيجاد قيمة هذا المعامل عن طريق إجراء التجارب المخبرية المناسبة لكل طبقة وحسب نوع المواد المستخدمة في هذه الطبقات وعموماً في

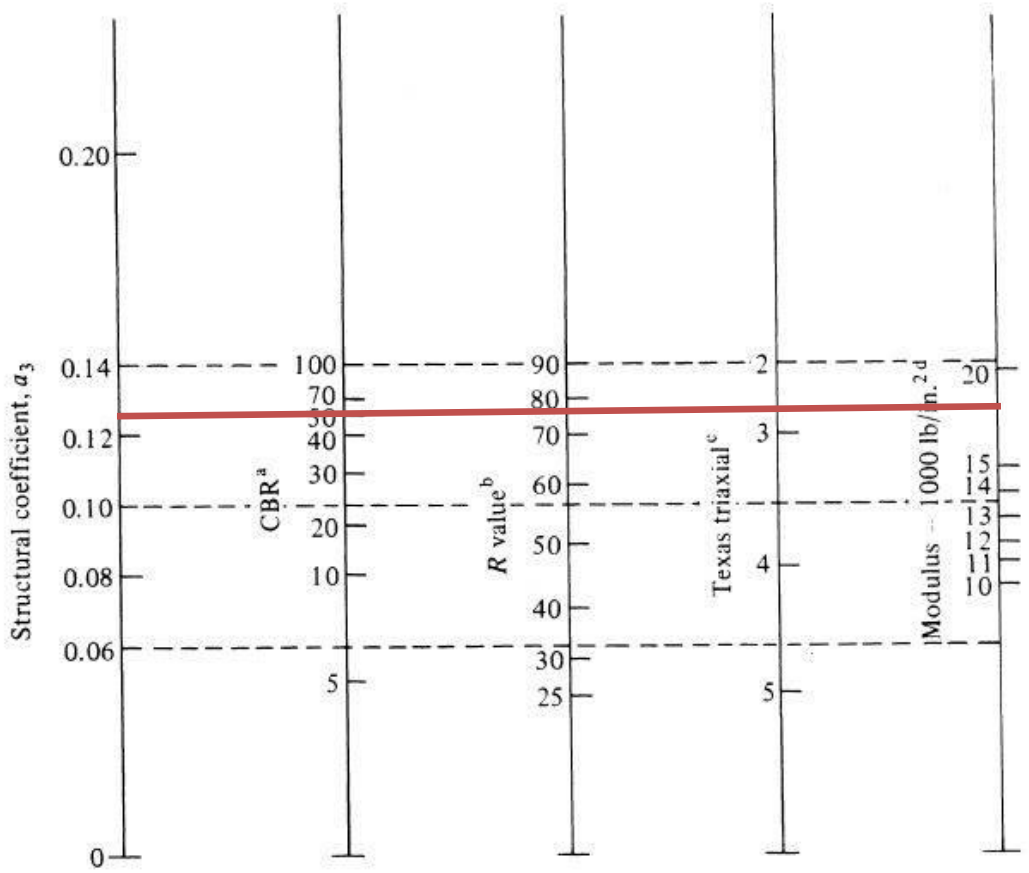
حالة عدم التمكن من إجراء مثل هذه التجارب يمكن تقدير قيمة تقديرية لهذه المعاملات بناء على نتائج اختبارات نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) والتي تعتبر من التجارب الشائعة في معظم معامل الطرق ، فبالنسبة لتربة التأسيس تكون العلاقة بين معامل الرجوعية (Mr) ونسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) .



شكل رقم(5-8) قيمة معامل الرجوعية MR للاسفلت

من خلال الشكل رقم (5-8) نقوم برسم خط افقي عند قيمة(CBR 80) وهي خاصة بالبسكورس لايجاد قيمة MR الخاصة بالاسفلت وتكون قيمة MR الخاصة بالأسفلت تساوي **28*1000 psi.**

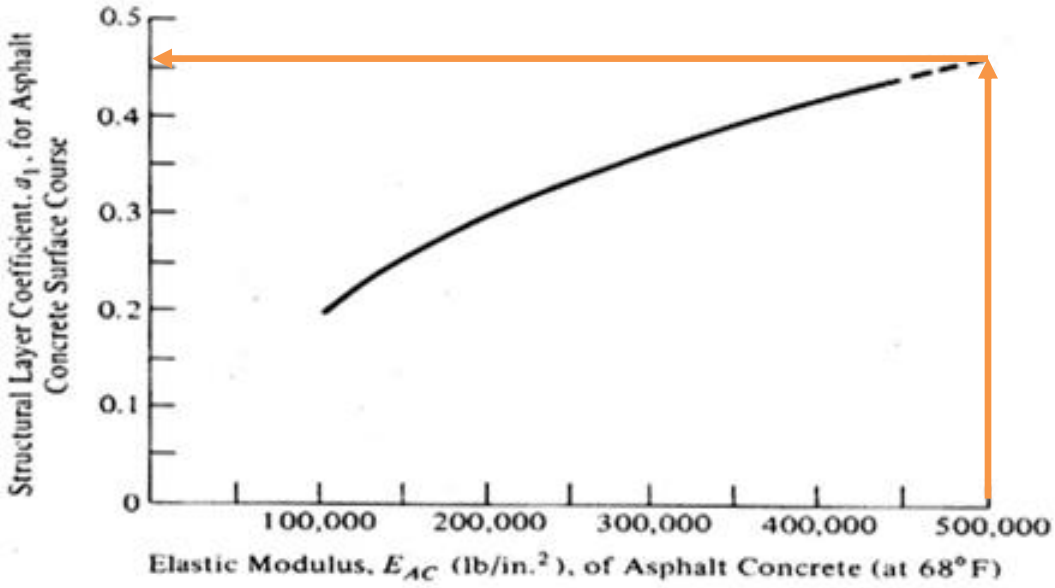
ومن خلال الشكل رقم (5-9) نقوم برسم خط افقي عند قيمة(CBR 51) وهي خاصة بالأرض الطبيعية لايجاد قيمة MR الخاصة للباسكورس وتكون قيمة MR الخاصة بالأسفلت تساوي 18*1000 psi.



شكل رقم (5-9) قيمة معامل الرجوعية MR للبسكورس

وبالنسبة لطبقات الرصف السطحية المكونة من الخلطات الإسفلتية يقدر معامل الرجوعية لها بناء على قيم الثبات لتجربة مارشال (Marshall) أو قيم التماسك في اختبار فييم (Hveem) لهذه الطبقات حسب ما هو مبين في الرسم البياني التالي.

معامل طبقة الخلطة الإسفلتية (a1) المقابل لمعامل مرونة الطبقة الإسفلتية عند درجة حرارة C20.



الشكل (5-10) منحنى معامل طبقة الاسفلت السطحية1(a1)

حيث أن قيمة Elastic modules عند درجة حرارة 20 درجة سلسيوس أو 68 فهرنهايت تساوي 500000(Ib/in^2) وبالتالي من الشكل (5-10) تبلغ قيمة **0.46 (a1).**

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

وبعود إلى التباين في توقعات حركة المرور والاختلاف في أداء رصفة الطريق خلال فترة تجهيز التصميم ويتم الحصول عليها من الجدول (5-9):

جدول (5-9) الانحراف المعياري حسب نوع الطريق2

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

وبما أن الطريق مرنة تم اعتبار قيمة الانحراف المعياري مساوية (0.5) [[1]Highway engineering.[2] AASHTO2004]

*** الرقم الإنشائي (SN):**

وهو عبارة عن رقم دليلي ناتج من تحليل المرور وتربة التأسيس والقدرة على تصريف المياه من الطبقات والذي يمكن تحويله إلى سمك الطبقات المختلفة لطبقات الرصف المرن عن طريق استخدام معاملات الطبقات والتي تعتمد على أنواع المواد المستخدمة في طبقات الرصف المختلفة ومعامل الطبقة يعرف برمز a1 , a2 لطبقات السطح والأساس على الترتيب وهو عبارة عن العلاقة بين الرقم الإنشائي للرصف وسمك الطبقة بالبوصة وهو يمثل القدرة النسبية للمادة المستخدمة في كل طبقة من طبقات الرصف والتي تشارك في القوة الإنشائية لقطاع الرصف ككل ويتم توزيع الرقم الإنشائي(SN) كالآتي:

$$SN = a1\ D1 + a2\ m\ D2 + a3\ m\ D3 \quad \text{.....(5.4)}$$

حيث D3, D2, D1هي سمك الطبقات المختلفة بينما m تمثل معامل تصريف الأمطار من طبقة الأساس ومعامل الطبقة لطبقة الأساس (a2) يمكن ربطه مباشرة بنتائج اختبارات تحمل كاليفورنيا (CBR) والتي يتم إجراؤها تحت أسوأ الظروف المتوقعة في الموقع, أما معامل الطبقة السطحية الإسفلتية فيتم ربطه بمقدار معامل الرجوعية لها عند درجة حرارة 20 مئوية أما المعامل m والذي يعكس مقدرة طبقتي الأساس على تصريف الأمطار فيتم تقديرها على أساس سرعة تصريف المياه من الطبقة وعموماً يمكن القول إن درجة التصريف جيدة إذا تم التخلص من المياه خلال 24 ساعة .

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

الجدول(5-10) معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (mi)[1]:

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

بالنسبة لطريق المشروع تتصرف المياه عن سطح الطريق خلال يوم واحد وبمستوى رطوبة (Moisture level) مساوي 30% , أي أن قيمة mi مساوية 0.8.[AASHTO2004.][1]

*** موثوقية تصميم الرصفة المرنة:**

يرمز لها بالرمز R أي (Reliability) وهي التي تحدد مستويات الضمان لمقاطع الطريق المصممة لبقائها على قيد الحياة خلال الفترة التصميمية والجدول (5-11) يوضح مستويات الموثوقية لأنواع مختلفة من الطرق:

جدول (5-11) مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق:

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

على اعتبار ان طريق التصميم طريق محلي سوف يتم اخذ قيمة معامل الموثوقية 0.9 وذلك لزيادة الامان.

والجدول (5-12) يبين المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن:

جدول (5-12) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن .

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

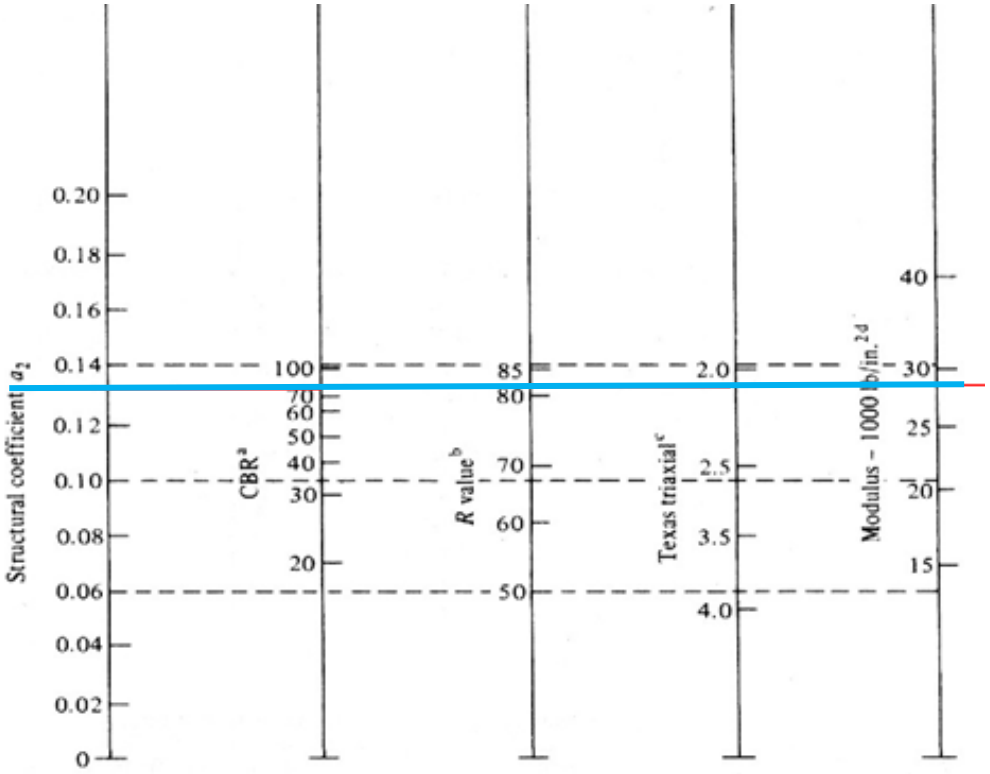
والجدول (5-13) يبين نسبة كاليفونيا للطبقات حسب الفحوصات المخبرية.

جدول (5-13) نتائج الفحوصات المخبرية على الطبقات.

الطبقة	CBR (%)
Sub grade	**51**

واما بالنسبة لطبقة البيسكورس فسيتم استخدام مواد لا يقل CBR الخاص بها عن 80% .

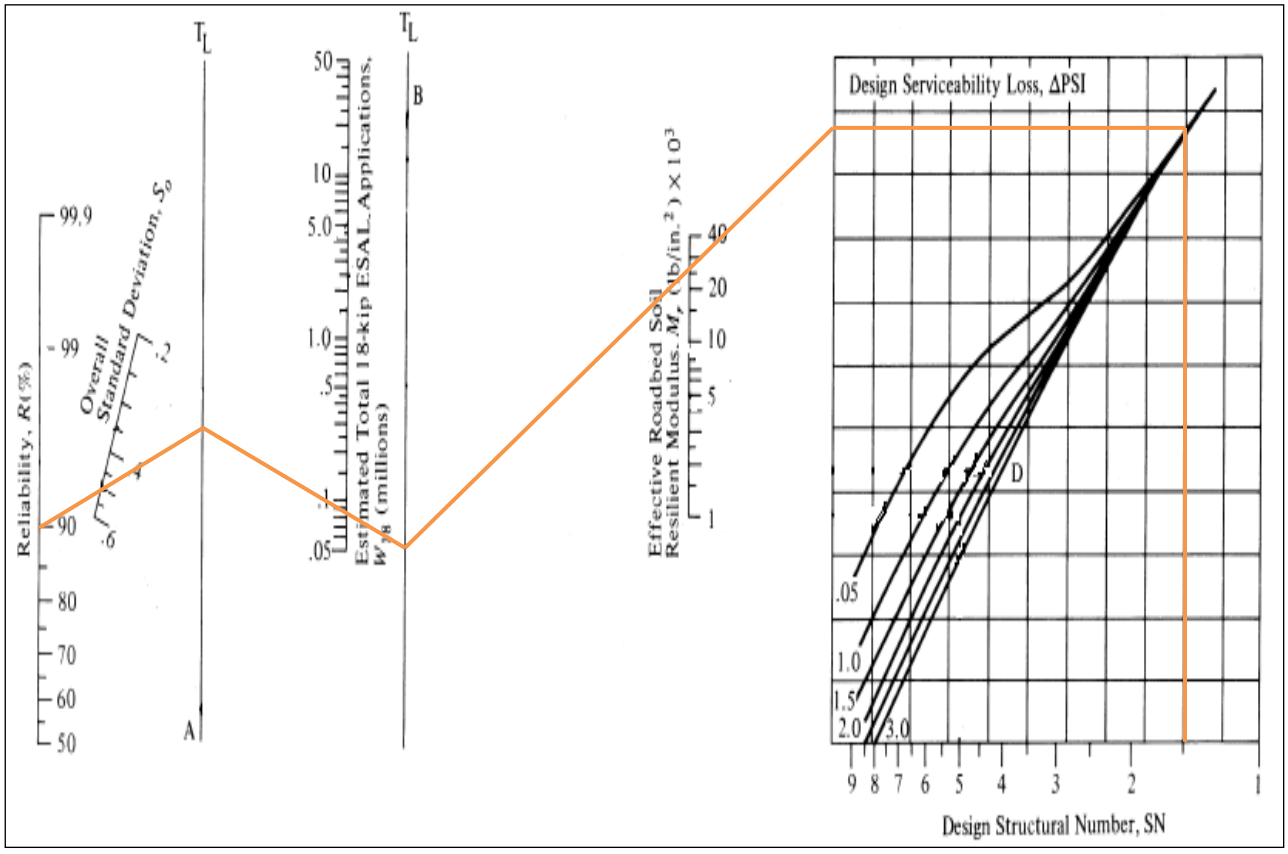
والشكل التالي يبين معامل طبقة (Base) الذي يستوجب معرفة قيمة (CBR),حيث أن هذه القيمة بعد إجراء التجربة كانت 51 ولكن سوف يتم التصميم في أسوا الظروف في الموقع أي عند قيمة CBR = 80.



شكل (5-11) a2 معامل طبقة (Base)

وبما أن قيمة (CBR)مساوية 80,فان قيمة **a2** من الشكل (5-11) تكون مساوية **0.132.**

- ✓ يتم إيجاد الرقم الإنشائي لطبقة (asphalt) عن طريق الشكل (5-12):



الشكل(5-12) منحنى لإيجاد الرقم الإنشائيSN1

- يتم العمل على الشكل (5-12) عن طريق توقيع مقدار الموثوقية (R) المساوي 90%, ثم تم مد خط مستقيم يصل بين مدى الثقة وقيمة الانحراف المعياري المساوي 0.5 ليقطع الخط TL في النقطة (A),ثم يتم مد خط من النقطة (A) ليقطع النقطة (B) عند قيمة ESAL المحسوبة سابقا والمساوية (84993.78) ثم نمد خط من B ليقطع منحنى SN ويمر في قيمة Mr للطبقات) ثم يتم مد خط مستقيم ليقطع منحنى (2) وهو عبارة عن قيمة ΔPSI المحسوبة سابقا" ثم يتم قراءة قيمة (SN).

- إيجاد(SN) لطبقة (asphalt):

90 =R

0.5=S_0

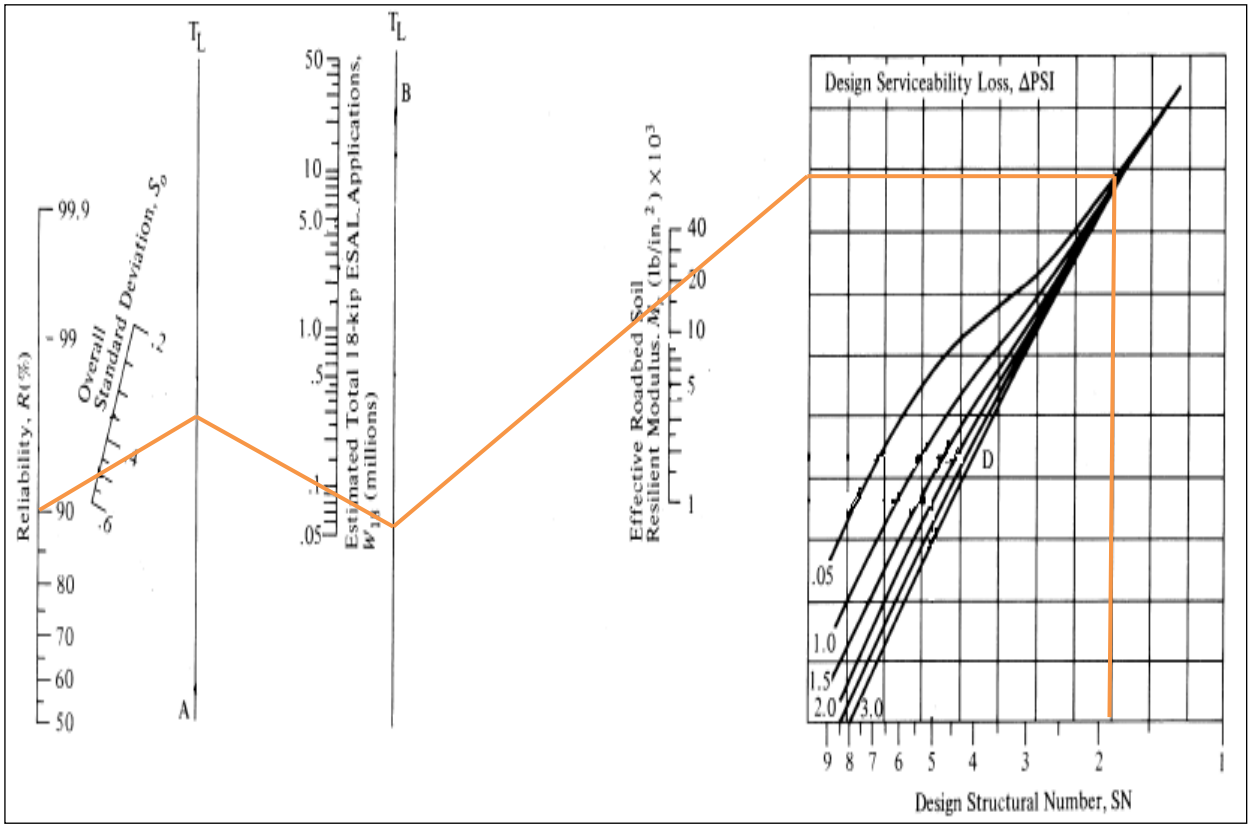
84993.78=ESAL

80 = CBR

قيمة (Mr) الناتجة لطبقة الاسفلت (asphalt) تساوي 28000 Psi

1.45 = SN1

: يتم إيجاد الرقم الإنشائي لطبقة ((base cours عن طريق الشكل (6-10):



شكل (5-13) منحنى لإيجاد الرقم الإنشائيSN2

- إيجاد(SN) لطبقة (base course):

90 =R

0.5=S_0

84993.78=ESAL

80 = CBR

قيمة (Mr) الناتجة لطبقة البسكورس (base courst) تساوي 18000 Psi

1.95 = SN2

حسابات سماكة طبقات الرصفة المرنة :

$$D1 = \frac{SN1}{a1}$$

$$D1 = \frac{1.45}{0.46} = 3.15\ in$$

D1= 3.15*2.54 = 8 cm

SN1= a_1* D1

SN1=0.46*3.15→1.44 in

SN2=1.95

$SN_2 = SN_1 + a2\ m\ D2$

$$D2 = \frac{SN2 - SN1}{a2m}$$

$$D2 = \frac{1.95 - 1.44}{0.132 * 0.80} = 4.83$$

D2 = 4.83* 2.54 = 12.3cm

Take D2 = 15 cm → 5.90 in

SN2 = 1.44 + (0.132*0.8*5.90) → 2.06 in

SO (2.06 > 2.00)

الجدول (5-14) يبين سماكة طبقات الرصفة المرنة التي حصلنا عليها .

جدول (5-14) سماكة طبقات الرصفة المرنة

الطبقة	السمك (سم)
Asphalt	**10**
Base corse	**15**

الفصل السادس: النتائج والتوصيات

1-6 مقدمة عامة.

2-6 النتائج العامة.

3-6 التوصيات.

1-6 مقدمة عامة :

عند القيام بأي عمل سواء أكان هذا العمل هندسي أم غير هندسي ينتج عنه نتائج نهائية تحدد الأمور المطلوبة والتي لأجلها تم تنفيذ هذا العمل سواء بالايجاب أو السلب.

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

2-6 النتائج العامة :

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

1. هذا الطريق محلي وتنفيذه هام في مدينة بيت جالا لما يختصره من وقت وجهد على المستخدم.
2. كانت نتائج الطبقات الثلاث بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة كما في جدول (5-14) في الفصل السابق:

الرصفة	السمك (سم)
الأسفلت	10
البيسكورس	15

3. تم عمل تصميم لهذا الطريق بناء على النظام العالمي AASHTO(2004) ، وتم عمل التصميم على برنامج الـ (civil 3d) ، وتم اخراج النتائج على المخططات المرفقة ، وكانت الكميات :
   - كميات الحفر في الطريق = (2162.3) متر مكعب.
   - كمية الردم في الطريق = (2069.9) متر مكعب.
   - الاسفلت = (764) متر مكعب.
   - البيسكورس = (1146) متر مكعب.
   - أحجار الرصيف = (1528) متر طولي.
4. تم تجهيز كافة التصميمات الافقية والرأسية وكافة المعلومات اللازمة لتوقيعها.
5. تم اختيار مسار المشروع بناء على المخطط الهيكلي لمدينة بيت جالا مع بعض التعديلات ليناسب التصميم الهندسي الصحيح.

6. تم حساب التكلفة التقديرية للمشروع وكانت :

جدول (6-1) : تكلفة المشروع

العمل	صافي التكلفة (بالدولار)
الحفر	**14055**
الردم	10349.5
الاسفلت	**114600**
البيزكورس	34380
أحجار الرصيف	**35144**
المجموع الكلي (التكلفة التقديرية)	**208528.5**

3-6 التوصيات :

1. يجب أن يتم الدمك بشكل جيد وعلى طبقات قليلة لأن كميات الردم في هذا المشروع ليست بقليلة.
2. يجب رش مادة البيتومين على الطبقة الاخيرة قبل وضع الاسفلت لينتج تماسك جيد.
3. يمنع سير المركبات على طبقة الاسفلت قبل مرور 24 ساعة من وقت فردها لكي لا تنهار هذه الطبقة.
4. التواصل مع بلدية بيت جالا أثناء تنفيذ المشروع لأي استشارة تطلبها.
5. حث الجامعة على التواصل الدائم مع المؤسسات الحكومية والغير حكومية للرقي بالمستوى العام للخريجين وللحصول على مشاريع مناسبة.
6. دعوة الجامعة لعمل دورات تدريبية للطلبة للوصول الى مستوى أعلى وخاصة من الناحية التكنولوجية والبرامج الحديثة.