بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان

إعادة تأهيل وتصميم طريق أم الدالية

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة

لتوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

جيهان جمال حلايقة

حنيفة فايز أبوسرحان

أنس جودي أبوحديد

إشراف

م. فيضي شبانة

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

٢٠١٧-٢٠١٨م

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
The Library المكتبة
الرقم التسلسل
Acc.
رقم التصنيف
Class.

الفصل الأول : المقدمة

١-١ نظرة عامة

١-٢ لمحة عن مدينة الخليل

١-٢-١ تاريخ المدينة

١-٢-٢ السكان والمناخ

١-٣ فكرة المشروع

١-٤ منطقة المشروع

١-٥ هيكلية المشروع

١-٦ أهداف وأهمية المشروع

١-٧ طريقة البحث

١-٨ الدراسات السابقة

١-٩ الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة

١-١٠ الجدول الزمني

١-١ نظرة عامة[١]:-

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المراد إنشاء الطريق فيها ، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا ، و إعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها سواء كانت هذه الطرق تصل بين المدن أو بين الأقطار المجاورة ، أو بين المدن والقرى أو بين القرى نفسها ، أو كانت توصل إلى المناطق السياحية والزراعية وغيرها للوصول إلى التصميم الهندسي المناسب للطريق ، حيث يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية وعرض المسارب والانحدارات.

تبدأ عملية إعادة تأهيل أي طريق بعمل دراسة الجدوى التي تعني مدى الفائدة التي يقدمها الطريق المعدل مقارنة بالتكلفة . ولعمل هذه الدراسة نحتاج لتقدير عدد المركبات "تسمى بحجم المرور" التي توقع ان تستخدم الطريق ، حيث تستخدم عدة أساليب منها :-

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

٢- 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".

٣- 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".

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

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

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

[١] البسيط في تصميم وإنشاء الطرق/ روحي الشريف: http://ar.wikipedia.org/wiki/هندسة_المرور ،

بعد معرفة عدد مستخدمي الطريق وتكلفة إنشاءه ، يمكن عمل دراسة الجدوى "بناءً على نسبة التكلفة لعدد المستخدمين" التي بها يتخذ المسئولون قرار إنشاء الطريق من عدمه.

بعد التأكد من جدوى إعادة تأهيل الطريق ، واكتمال اعادة تصميمه ، تبدأ المرحلة التشغيلية للطريق والتي تحتاج لمراقبة دائمة وتمثل هذه العملية المرحلة الأهم في الدول المتقدمة ، حيث ان كل التحديات الصعبة المتمثلة في الحاجة الدائمة للحفاظ على مستوى الخدمة المقبول خصوصا من ناحية زمن الرحلة الذي يزداد على الدوام بسبب زيادة حجم المرور وبالتالي يزداد التأخير عند التقاطعات. تسعى الجهات المسؤولة عن المرور على ضمان انسياب المرور بشكل مقبول ، ولتحقيق ذلك تقوم بمراقبة حركة المرور بشكل مستمر وتحديد نقاط الازدحام والتأخير وذلك بقياس عدة قيم أهمها :-

١- زمن الرحلة بين مكانين :- وذلك لمقارنة زمن الرحلة الحالي مع القيم التي تم قياسها في المواسم أو الأعوام السابقة ، حيث إن زيادة زمن الرحلة يعني وجود مشكلة في نقطة ما على طول المسار.

٢- طول صفوف العربات عن التقاطعات :- بمقارنة طول الصفوف بالقيم التي تم قياسها سابقا ، حيث ان زيادة طول الصفوف يعني وجود مشكلة في هذه النقطة بالتحديد.

٣- السرعة :- يتم قياس سرعة المركبات عند نقاط بعيدة عن التقاطعات لمعرفة ما إذا كان هنالك تأخير على طول الطريق مقارنة بالقيم التي تم قياسها سابقا.

٤- حجم التشبع :- هو العدد الأقصى من المركبات التي يمكن إن يمر خلال نقطة معينة في وقت محدد ، وتتم مقارنة القيمة المقاسة من الطريق بـ ١٨٠٠ مركبة\ساعة حيث يتوقع ان نقصان عدد المركبات عن ١٨٠٠ في الساعة "للحارة الواحدة" يعني حدوث ازدحام وتأخير.

٥- درجة التشبع :- وهي معيار سعة الطريق عند التقاطعات ذات الإشارة المرورية وتحسب من نسبة حجم المرور لحجم التشبع مضروبا في نسبة زمن الإشارة الأخضر لزمن الإشارة الكلي . يتطلب ذلك عمل دراسات مرورية للمنطقة المراد إنشاء الطريق فيها ، ويجب مراعاة أساسيات الدراسات المروية فيها ، وعادة ما يتم إجراء دراسات مرورية في فترات زمنية محددة وهي :-

أ- أيام الأسبوع :-

الذروة الصباحية :- من ٧:٠٠ ص إلى ١٠:٠٠ ص

ما بين الذروات :- من ١٠:٠٠ ص إلى ١:٠٠ ص

الذروة المسائية:- من ٤:٠٠ م إلى ٧:٠٠ م

ما بعد الذروة المسائية :- من ٧:٠٠ م إلى ٧:٠٠ ص

ب- أيام العطل ونهاية الأسبوع :-

عادة ما يتم إجراء الدراسات في فترة زمنية واحدة ما بين الساعة ١٠:٠٠ ص إلى ٧:٠٠ م و قد تختلف هذه الأزمان قليلا حسب ظروف كل بلد ومواعيد الدوام والمدارس.

١-٢ لمحة عن مدينة الخليل:-

تقع مدينة الخليل على بعد حوالي ٣٠ كم إلى الجنوب من مدينة القدس ويحدها من الشرق بلدة بني نعيم ومن الشمال مدينةحلحول، ومن الغرب بلدة تفوح ومدينة دورا ومن الجنوب مدينة يطا.

تقع مدينة الخليل على خط طول ٣٥,٨ شرقي غرينتش وعلى دائرة عرض ٣١.٣١ شمال خط الاستواء وترتفع المدينة ما معدله ٩٥٠م فوق سطح البحر (حوالي ١٣٠٠ م فوق سطح البحر الميت)، ما يجعلها أعلى مدن المنطقة.

١-٢-١ تاريخ المدينة [١]:-

الخليل مدينة عريقة تُعد من أقدم مدن العالم ، فقد استمر وجودها - ولا يزال - أكثر من أربعة آلاف سنة، وتعتبر من المدن العربية الإسلامية القليلة التي حافظت على نسيجها العمراني التاريخي ، ارتبطت شهرة المدينة بأبي الأنبياء سيدنا إبراهيم الخليل عليه السلام الذي حط ترحاله فيها، وأثر على تطورها لتحمل اسمه بعد الفتوحات الإسلامية وحتى الآن (خليل الرحمن) أو ليختصر الاسم لاحقاً بالخليل، وقد حملت المدينة قبل ذلك أسماء عدة اختُلف في معانيها، منها كريات اربع؛ أي قرية الأربع والتي قد تعني القبائل أو التلال الأربعة، ومن ثم اشتهرت باسم (حبرى) و (حبرون) ، مشتقة على الأغلب من فعل (حبر) بمعنى ربط ووثق وصادق، أي صفة الصداقة (خليل الله) التي تلقب بها سيدنا ابراهيم الخليل، ولقد ذكرت مصادر مختلفة تسميات أخرى وأصول واسباب إطلاق هذه المسميات على مدينة الخليل مثل : تربنتس (رامة الخليل)، بثنيم (بيت عينون) ، وكذلك ما يتعلق بالحرم الابراهيمي مثل : " الطبلخانة ، الجاولية، مدرسة السلطان حسن، القلعة، إضافة إلى بلدات وقرى وخرب منطقة الخليل. و نزلت في ديار مدينة الخليل العديد من القبائل مثل : جذام، لخم، بنوجرم، الخوارزميون التركمان، والأنباط، ويكفي هذه المدينة إجلالاً لأن نبي الله إبراهيم قد اختارها لتكون مدفن زوجته سارة، ومدفنه من بعد، لتتبعه ذريته وهم سيدنا اسحق وسيدنا يعقوب وزوجاتهما، لتحاط هذه الجمهرة من القبور على يد هيرودوس الملك، أو على الأقل باستخدام أسلوبه المعروف ب (الهيروديانى) بسور شامخ عظيم البنيان قاوم الدهر والحروب والدمار حتى اليوم.[٢]

[١] معهد الأبحاث التطبيقية – القدس . دليل مدينة الخليل ، ٢٠٠٩ .
[٢] الدباغ، مصطفى مراد. بلادنا فلسطين. جـ١، قسم ٥، ص ١٢، (٢٢-٢٣)، ٤٠، ٥٢.

١-٢-٢ السكان والمناخ :-

تعتبر مدينة الخليل مركزاً لمحافظة الخليل، أكبر محافظات الضفة الغربية اليوم من حيث عدد السكان،و بناءً على الإحصاء الذي قامت به السلطة الوطنية الفلسطينية ٢٠٠٧، فإن التعداد السكاني لمدينة الخليل حوالي ٢٥٠ ألف نسمة[١].

يعتبر مناخ المدينة معتدل، حيث يبلغ المعدل السنوي ١٥- ١٦ درجة مئوية. والمعدل الشتوي هو ٧ درجات، والصيفي ٢١ درجة ، ويبلغ المعدل السنوي للأمطار فيها حوالي ٤٨٩ ملم[٢].

١-٣ فكرة المشروع :-

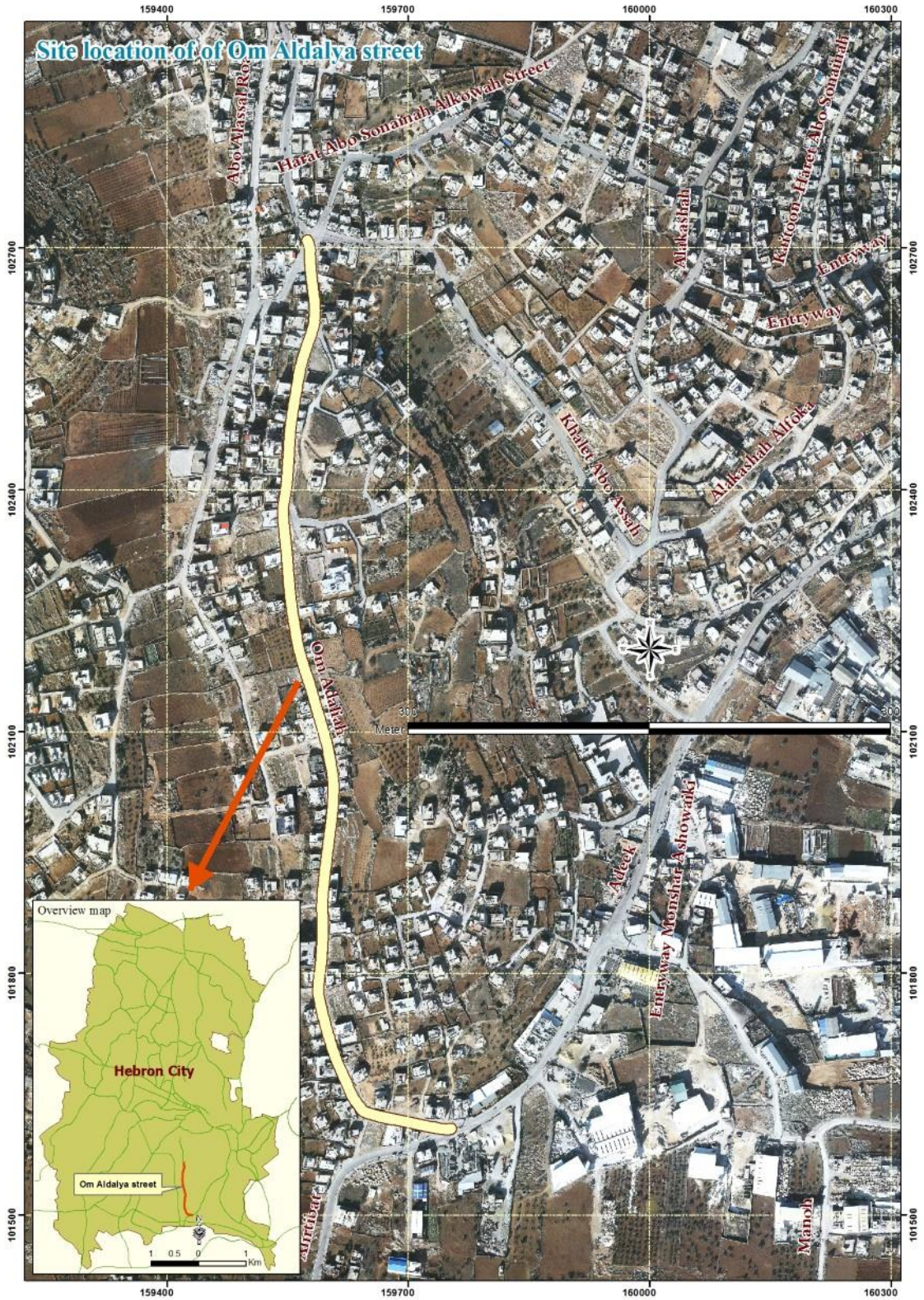
تشتمل فكرة المشروع على اعادة تأهيل طريق "ام الدالية"الواصل بين منطقة باطون زلوم ومفرق الصاحب ، والذي يعتبر حلا لبعض المشاكل والحد من الأخطار الناجمة عن الازمة المرورية حيث يربط الشارع بعدة أهداف ومناطق حيوية ، كالمنطقة الصناعية ، وجامعة بوليتكنك فلسطين ، والمنطقة السكانية جنوب شرق الخليل ، كما ويوفر الأمان لسكان المنطقة ،ويساعد في تخفيف الضغط عن الشوارع الرئيسية الأخرى.

يهدف المشروع إلى اعادة عمل تأهيل نموذجي آمن للطريق ، مع الأخذ بعين الاعتبار جميع أسس التصميم الهندسي ، إضافة إلى مراعاة الميول الجانبية اللازمة لعمل قنوات تصريف مياه الأمطار ، ثم تصميم القطاعات العرضية والأكتاف ونظام الإنارة على الطريق ونظام تصريف المياه والجدران الاستنادية إن وجدت .

١-٤ منطقة المشروع :-

يقع هذا الطريق في المنطقة الجنوبية لمدينة الخليل، ويبلغ طوله حوالي 1200 متر كمان هو موضح في **الشكل (١-١)** الذي يلي هذه الصفحة .

[١] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني ، التعداد العام للسكان والمساكن والمنشآت، ٢٠٠٧.
[٢] الادارة العامة للأرصاد الجوية ، كمية المطر السنوي في فلسطين حسب السنة وموقع المحطة، ٢٠٠٣-٢٠١٣.


Site location of of Om Aldalya street
Abo Alassal Rd
Harat Abo Sonaimah Alkowah Street
Alalkashah
Kafr oon Harat Abo Sonaimah
Entryway
Entryway
Khaled Abo Assah
Alalkashah Alfoka
Om Aldalyah
Meter
Adeek
Entryway Monshar Ashowaiki
Alribadat
Manoh
Overview map
Hebron City
Om Aldalya street
159400
159700
160000
160300
102700
102400
102100
101800
101500

الشكل(١-١)

١-٥ هيكلية المشروع :-

يشتمل بحث المشروع على عدة فصول يتم العمل عليها وهي:

الفصل الدراسي الأول :-

١. الفصل الأول :- يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث ، الأهمية ، الأهداف ، طريقة البحث ، هيكلية البحث ، العوائق والصعوبات ، الأجهزة المستخدمة والجدول الزمني للمشروع.

٢. الفصل الثاني :- الأعمال المساحية.

٣. الفصل الثالث :- المشاكل والعوائق في الطريق

٤. الفصل الرابع :-العد المروري

٥. الفصل الخامس :- الفحوصات اللازمة للطريق مثل : (فحوصات التربة وفحوصات الإسفلت ..) .

٦. الفصل السادس :- خدمات الطريق ، الذي يشمل إشارات المرور إن وجدت والإنارة على الطريق وتخطيط الطريق.

٧. الفصل السابع :- التصميم الإنشائي وتصميم شبكة الصرف للطريق.

٨. الفصل الثامن :- النتائج والتوصيات .

١-٦ أهداف وأهمية المشروع :-

- خدمة المنطقة المار بها الطريق لجعل المنطقة أكثر حيوية ، وإعطاء طابع السلاسة في الحركة .
- معالجة مشكلة مياه الإمطار ، وذلك بتصميم الميول الجانبية للطريق وعمل قنوات التصريف على أسس هندسية .
- معالجة مشكلة الأسفلت المتكسر والمتشقق.
- مراعاة سبل الأمان ، بتوفير الارصفه وممرات المشاة والإنارة والإشارات المرورية في حال الحاجة اليها.

١-٧ طريقة البحث :-

- القيام بتحديد موضوع البحث (اعادة تأهيلطريقام الدالية) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية الخليلالتصميمية للطريق من بلدية الخليل - قسمي المساحة والطرق والتخطيط[١]، والحصول على كتاب رسمي من البلدية بالمواصفات التصميمية للطريق.

- تحديد منطقة العمل ومن ثم القيام بزيارة استطلاعية للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم والتنفيذ من أجل الحصول على أفضل وأدق النتائج.
- البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع.
- القيام بتنفيذ العمل الميداني عن طريق البدء بعمل مضلع الاسناد ب نظام تحديد الموقع بالاقمار الصناعية (GNSS)وذلك من أجل الحصول على أعلى دقة في العمل المساحي .
- القيام بزيارة لبلدية الخليل من اجل التعرف على القوانين المتبعة في التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والارتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.
- البدء بكتابة مقدمة المشروع مع مراعاة الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة و مراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.
- بعد الانتهاء من المقدمة وانتهاء الفصل الدراسي الأول يتم الاستمرار في عملية التصميم والبدء بكتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة والتعليمات المتبعة لمشاريع التخرج في كلية الهندسة .

١-٨ الدراسات السابقة :-

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

إن الدراسات للطريق غير متوفرة بشكل كاف ، والمعلومات الموجودة هي ما تم الحصول عليه من بلدية الخليل وهو مخطط يبين المنطقة التي يمر بها الطريق وكذلك تم التوجه إلى المشرف الذي زودنا بالتوجيهات 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.

[١] بلدية الخليل-قسم االتخطيط-المهندس حمدي أبوزعنونه ، و قسم الطرق – المهندس صهيب إمام

١-٩ الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة :-

١- جهاز (GNSS Trimble R8 Receiver) واستخدم بطريقة Fast static.

٢- جهاز spectra sp60وما يلزم معه مثل (عواكس ، أجهزة لاسلكية ، شريط قياس مسافات ، علبة دهان لتعليم النقاط ، مسامير...الخ) ، لأجل اغراض الرصد المساحي .

٣- برنامج (ESRI ArcGIS) .

٤- برنامج (Autodesk Civil 3D) .

٥- برنامج (Autodesk AutoCAD) .

٦- برنامج (Trimble Business Center).

١-١٠ الجدول الزمني :-

جدول (١-١) الجدول الزمني لمقدمة المشروع

الأسبوع / النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
اختيار المشروع و جمع المعلومات								
المساحة الاستطلاعية								
العمل الميداني								
العمل المكتبي								
الرسم باستخدام الكمبيوتر								
تجهيز التقرير الأولي لمقدمة المشروع								
تجهيز التقرير النهائي لمقدمة المشروع								

الفصل الثاني : الأعمال المساحية

٢-١ مقدمة

٢-٢ دراسة المفخططات

٢-٣ الأعمال الاستطلاعية

٢-٤ مرحلة الرفع التفصيلي

٢-٥ المضلعات (Traverses)

٢-٦ نظام تحديد الموقع بالاقمار الصناعية (GNSS)

٢-٦-١ مقدمة

٢-٦-٢ اجزاء النظام

٢-٦-٣ طرق الرصد

٢-١ مقدمة :

عند تصميم وإنشاء الطريق وفتحها للسيارات لا بد من وجود أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لضمان حسن الأداء ولمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشئت من اجله.لذلك لا بد من الأخذ بعين الاعتبار أمور عدة مثل الاتجاهات والمسارب والإنعطافات والتقاطعات،وهذه الأمور لا تقل أهمية عن الطريق نفسه لذلك يجب تصميمها جنبا إلى جنب أثناء تصميم الطريق.ومن الأمور الواجب مراعاتها عند فتح طريق جديدة أو تحسينها أنيكون هذا التحسين سيعود بالفائدة الإقتصادية والإجتماعية على المجتمع.لذلك يتم دراسة الجدوى الإقتصادية للطريق وأهميتها ومدى تلبية احتياجات المجتمع لفترة مستقبلية عند فتح وتحسين هذه الطريق، لذلك فهي بحاجة للدراسة والتطوير والصيانة.

من أهمالأمور الواجب مراعاتها عند تصميم الطريق اخذ النقاط التالية بعين الإعتبار:

١- أن يكون الميل مناسبا قدر الإمكان.
٢- أن تكون الإستفادة من الطريق اكبر ما يمكن.
٣- أن تكون التكلفة اقل ما يمكن.

٢-٢ دراسة المخططات:

في أي مشروع يجب عمل دراسة ابتدائية لمخططات سابقة لهذا المشروع ، وذلك لفهم الطبيعة الموجودة قبل الانشاء 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 هنا في هذا المشروع من قسمي المساحة والطرق وقسم التخطيط في بلدية الخليل.

٢-٣ الأعمال الاستطلاعية:

مهما تكن الخرائط لدى المهندس دقيقة إلا أنه يجب زيارة الموقع لمعرفة وضع الطريق.وجمع المعلومات التالية:

- جميع العوائق غير الموضحة على الخرائط والصور الجوية .
- عدد ونوع المنشآت اللازمة لصرف المياه السطحية.
- نوع وطبيعة التربة للموقع المقترح للمسار.
- مصادر مواد الإنشاء وكيفية الحصول عليها.

هذا وقد تم زيارة الموقع وعمل مسح استطلاعي للمنطقة للتعرف على طبيعة المنطقة وجيولوجيتها، كما تم التعرف على الانحدارات في الشارع،وأماكن تجمع المياه وذلك لمعرفة ألاماكن التي تحتاج إلى عبارات عندها، والأماكن الضعيفة التي حدث لها هبوط.

٢-٤ مرحلة الرفع التفصيلي:

يتم الوصول إلى هذه المرحلة بعد عمل مجموعة خطوات:

١) المسح الابتدائي : في هذه المرحلة يقوم فريق العمل بتحديد نقاط الضبط والتي من أهم مواصفاتها أنها تكشف أكبر قدر ممكن من الطريق المراد عمله ، وبعد عملية اختيار أماكن هذه النقاط يتم قراءة إحداثياتها بأدق ما يمكن (وقد تم أخذ إحداثيات هذه النقاط في هذا المشروع عن طريق جهاز التوقيع الكوني بطريقة fast-static) وذلك لربط كل نقاط المشروع مع نظام الإحداثيات للدولة لتسهيل التعامل معها ويتم بعد ذلك تربيط وتوثيق هذه النقاط بالصور.

وبعد ذلك يتم رفع الطريق بكل تفاصيلها وأخذ مقاطع عرضية بمسافة مناسبة لاختيار الميول المناسبة.

٢) عمل ميزانية طولية على طول المحور ويتم أخذ مناسيب على مقاطع عرضية.ومن ثم يتم عمل حساب كميات للطريق.

٣) المسح الإنشائي

١. تثبيت جميع أوتاد الطريق و تثبت على بعد ٢٠ أو ٢٥ متر على امتداد المحور الطولي للطريق مع تثبيت بداية المنحنى و نهاية ونقاط التقاطع والربط.
٢. تثبيت أوتاد الميول الجانبية .

٣. تثبيت أوتاد حدود حرم الطريق و هو العرض المخصص لكامل جسم الطريق مع أي توسعات في المستقبل و تثبيت الأوتاد هنا على حدود الأرض المملوكة و المخصصة للطريق و توسيعاتها

٤) الأعمال المساحية النهائية : بعد أن قام فريق العمل بعمل جميع المخططات الأولية يقوم بهذه المرحلة بدراسة هذه المخططات ، وبالتالي فإن هذه المرحلة تتضمن رسم مقاطع طولية وحساب كميات تقديرية للحفر والردم .

٢-٥ المضلعات (Traverses):

عند إجراء العمليات المساحية الدقيقة مثل الرفع و التوقيع نلجأ الى انشاء ما يسمى بالمضلع ، و المضلع يعتبر المرجع و الرابط للاعمال المساحية المحيطة.

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

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

إن الهدف الرئيسي من عمل المضلع هو تعيين محطات جديدة للقيام بعملية الرفع أو الرصد انطلاقاً من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو أي طريقة أخرى.

وفي مشروعنا قمنا بتحديد نقاط ضبط باستخدام نظام تحديد الموقع بالاقمار الصناعية لاحق الذكر بدلا من المضلعات .

٢-٦ نظام تحديد الموقع بالاقمار الصناعية (GNSS[1]) :

٢-٦-١ مقدمة :

تعتبر الإشارات المرسلة من الأقمار الصناعية في منظومة (GNSS) من الإشارات المعقدة للغاية، حيث أنها تستخدم تقنيات عديدة لتشكيل هذه الإشارات وإرسالها للمستقبلات الأرضية .

ان سبب التعقيدات في بنية اشارات اقمار (GNSS)هو ان هذه الاشارات يجب ارسالها من ارتفاع حوالي 20200 كم الى سطح الارض وبالتالي فاذا تم ارسال هذه الاشارات بالشكل المعتاد للمنظومات الارضيةفانها ستصل الى الارض (ان وصلت) بشكل ضعيف مقارنة مع التشويش الموجودحول اجهزة الاستقبالوبالتالي لن تستطيع هذه الاجهزة استقبال المعلومات المفيدة من الاقمار ولن نستطيع تحديد احداثياتها المطلوبة.

تستخدم هذه المستقبلات في اعمال المساحة العسكرية بكثرة حيث يتم مسح مناطق الاعمال المساحية القتالية وتحديد اهم نقاط العالم واحداثياتها، وكذالك في المساحة المدنية من اجل مسح المدن والاراضي والطرق المختلفة.

ان هذه العملية ضرورية جدا لبناء نظام جفرافي جديد يسمى نظام المعلومات الجغرافية الذي اصبح ضروريا جدا في مختلف الدول المتطورة .

أما في مجال قيادة الطائرات الحربية و المدنية فهي تستخدم في نطاق واسع خاصة ان هذه المستقبلات ذات حجم صغير الامر المرغوب كثيرا على الطائرات حيث ان تقليل حجم الاجهزة المحمولة من اهم التطلبات

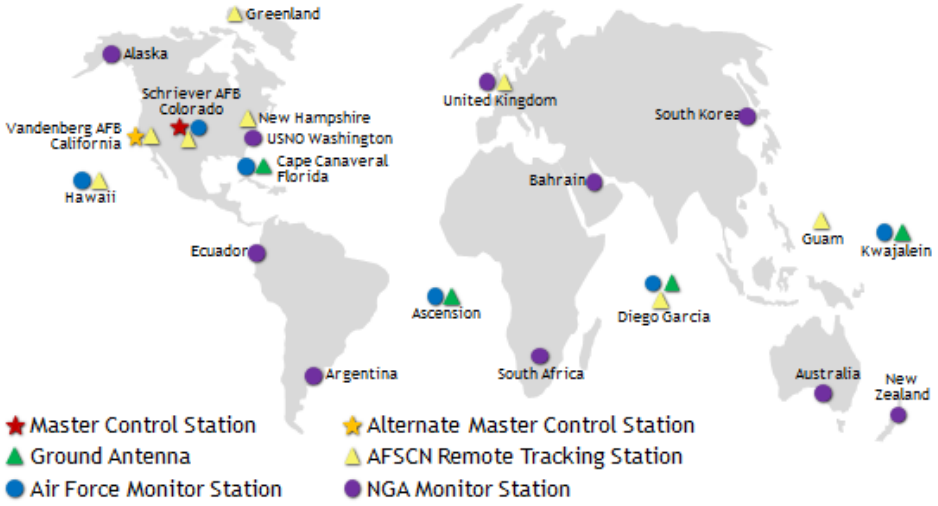
[1] Global Navigation Satellite System (GNSS)

علـى الطـائرة كمـا انـه يـؤمن دقـة عاليـة فـي المعلومـات الملاحيـة التـي يعطيهـا للطـائرة و خاصـة فـي مرحلـة الهبـوط والتي تتطلب دقة عالية للاحداثيات .

٢-٦-٢ اجزاء النظام :

يتكون النظام من ثلاثة اجزاء رئيسية وهي :

- القمر الصناعي : وهو المسؤول عن ارسال الاشارات الى سطح الارض ، وتدور الاقمار الصناعية في مدرات على ارتفاع 20,200 كيلومتر تقريبا.
- المحطات الارضية : وتقوم بعملية رصد ومراقبة حركة الاقمار الصناعية وارسال التصحيحات للازمة لتعديل مسار القمر الصناعي . يوجد محطات ارضية رئيسية وثانوية، وموزعة حول العالم كما في الشكل.



الشكل (٢-١) : المحطات الارضية لنظام GPS الامريكي[١]

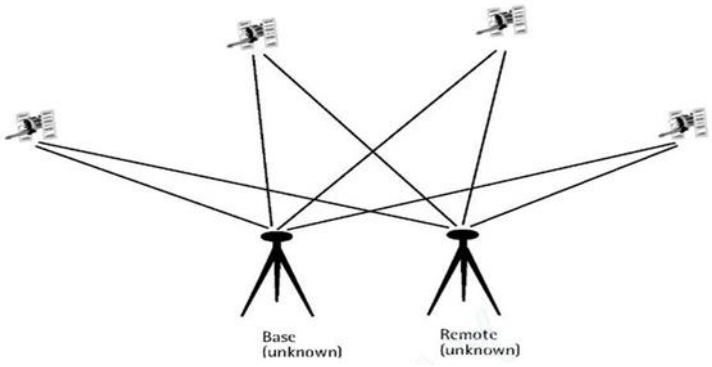
- جهاز المستخدم : وهو الجهاز الذي يقوم باستقبال الاشارات وتحليلها وقد يكون ذو استخدام عسكري او مدني . وتتفاوت دقة وتكلفة هذه الاجهزة مع التطبيق الذي تستخدم من اجله .

[١] الموقع الالكتروني : http://www.gps.gov ، ٢٠١٥\١٠\٣.

٢-٦-٣ طرق الرصد :

١- الرصد الثابت (Static Observations):

حيث 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- وفرقالإحداثيات والتوقيت) تختلف من مكان لآخر وما زالت تعتبر هذه الطريقة أدق طرق الرصد وتستخدم في تحديد نقاط مرجعية جديدة للشبكات الجيوديسية وأنظمة الإحداثيات ، وكذلك في المشاريع التي تحتاج لدقة كبيرة ، ويتم معالجة البيانات واستخراج الاحداثيات في المكتب(Post-Processing) كما في الشكل (2_2).



الشكل (٢_٢) : عملية الرصد الثابت

٢- الرصد الثابت السريع (Fast Static) :

تستخدم هذه الطريقة في حال كان طول خط القاعدة(Base-line) أقل من ٨ كم وهذا يعتمد على طبيعة المنطقة والتغيرات في طبقات الغلاف الجوي ، وتتم مثل عملية الرصد الثابت التي تم ذكرها سابقا وفي أغلب الاوقات يكفي الرصد لمدة 20 دقيقة ، وقد تم استخدام هذه الطريقة في الرصد لتحديد نقاط الضبط للطريق.

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

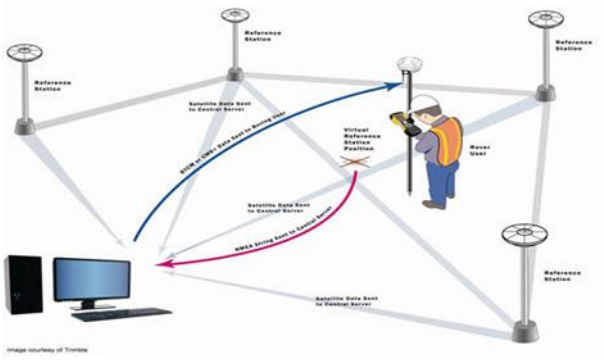
تمتاز هذه الطريقة بأنه يمكن الحصول على الاحداثيات في الموقع على شاشة معالج البيانات ، وتستخدم في المشاريع التي لا تحتاج دقة كبيرة (ضمن مدى3 سم) ، وتستخدم عدة طرق لمعالجة البيانات لحظيا ومنها:

- 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 ٣٠ 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 مقاربة رياضية نسبية يتم تصحيح الموقع واعتباره المحطة الفرضية التي يبدأ النظام باعتمادها وقياس طول خط القاعدة منها وارسال 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_3).



الشكل (٢_٣) :نظام المحطة الافتراضية[١]

جدول(٢_١)احداثيات نقاط الضبط

أحداثيات النقاط			
رقم النقطة	Y=E (m)	X=N(m)	Elevation
1000	159638.711	101627.730	853.278
2000	159584.966	101766.927	857.998
3000	159608.505	101992.883	871.519
4000	159579.009	102169.038	882.988
5000	159554.927	102392.479	899.936
6000	159587.150	102588.804	908.442
7000	159597.001	102710.146	915.547

[١] الموقع الالكتروني : http://www.sirent.inlis.gov.sg/body/technology.php ، ٢٢-٦-٢٠١٥ .

الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطريق

٣-١ مقدمة

٣-٢ أسس التصميم الهندسي للطريق

٣-٣ المنحنيات

٣-٣-١ المنحنيات الأفقية

٣-٣-٢ المنحنيات لرأسية

٣-٤ القوة الطاردة المركزية

٣-٥ التعلية (Super Elevation)

٣-٥-١ الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق(التعلية)

٣-٦ تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق

٣-٧ التقاطعات

٣-٨ طبقات الشارع (الرصفات)

٣-٨-1 أنواع الرصفات

٣-٨-١-١ الإسفلتية أوالمرنة (Flexible Pavements)

٣-٨-١-٢ الخرسانية أو الصلدة (Rigid Pavements)

٣-٨-١-٣ المركبة أو المختلطة (Composite Pavements)

٣-٨-٢ عوامل التصميم (Design Factors)

٣-١ مقدمة :

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

تتمثل عملية التصميم الهندسي للطريق في ثلاث أمور رئيسية وهي كالتالي:

١. التصميم الأفقي (Horizontal Alignment).
٢. التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment)
٣. التصميم العرضي للطريق حيث يتم في هذه المرحلة من التصميم تحديد شكل مقطع الطريق وميولها الجانبية وكذلك بيان سطح الطريق وعرضه.

عند التصميم الهندسي يجب مراعاة مجموعة أمور من أهمها:

١. التصميم بأقل التكاليف وأفضل ما يمكن (الجدوى الاقتصادية).
٢. حفظ السلامة والأمن على الطريق لكل مستخدميه.
٣. التماشي مع حجم المرور المتوقع عليه وخاصة أوقات الذروة.
٤. تجنب التغييرات المفاجئة على الطريق.
٥. أن يكون شامل للوسائل الضرورية من تخطيط وإشارات وأمور أخرى.

٣-٢ أسس التصميم الهندسي للطريق :

عند التصميم الهندسي للطريق يجب مراعاة مجموعة أمور من أهمها:

١) حجم المرور:

يعتبر الحجم المروري من أهم الأسس التي يجب مراعاتها عند التصميم الهندسي ١ للطريق ، حيث يتم عمل دراسات لتقدير الحجم المروري للطرق بعد الأخذ بعين الاعتبار الطرق التي سيربطها هذا الطريق ، ويتم الأخذ بعين الاعتبار الحجم المروري الموجود في حالة إعادة التأهيل.

حيث قام بكل السابق فريق العمل.

٢) تركيب المرور :

يتمثل تركيب المرور في تحديد نسبة عربات النقل و سيارت الاجرة بالنسبة لحجم المرور الساعي، حيث يتم عمل تحديد نسب كل العربات التي يتوقع أن تستخدم هذا الطريق (عربات خاصة ، عربات عمومي ، عربات تجارية ، عربات ثقيلة).

٣) السرعة التصميمية :

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

جدول (٣-١) السرعة التصميمية للطرق الحضرية[١]

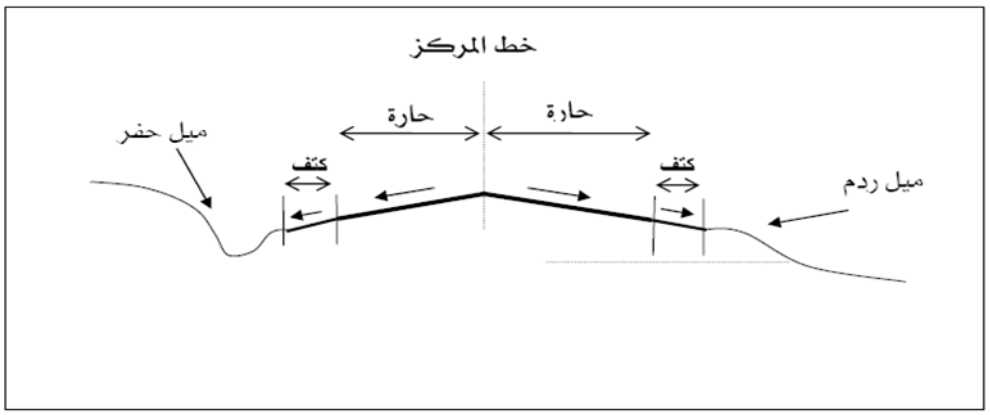
تصنيف الطريق	السرعة الدنيا	السرعة المرغوبة
طريق محلي(LOCAL)	30	50
طريق تجميعي(COLLECTOR)	50	60
اضطراب كبير	50	60
اضطراب قليل	70	90
شرياني - عام	80	100
طـــريق سريع(Expressway)	90	120

إن تحديد سرعة التصميم يعتبر ذات أهمية كبيرة في التصميم حيث يتم تحديد الانحدار و الصعود و أنصاف أقطار المنحنيات و أطوالها و مسافة الرؤية اللازمة للوقوف و للتجاوز و عدد المسارب و سعة كل مسرب، و بناءا على ذلك فإنه كلما زادت سرعة التصميم زاد استيعاب الطريق للسيارات و أصبحت منحنياتها واسعة و أنصاف أقطارها كبيرة و انخفضت حدة انحداراتها و زادت فيها مسافة الرؤية للتوقف أو للتجاوز.

١. Highway engineering.

٤) قطاع الطريق :

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



الشكل (٣-١) مقطع عرضي لطريق من حارتين

٥) عرض المسارب و الطريق :

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

١. مسرب التسارع: هو مسرب جانبي تقوم السيارات بالتسارع فيه قبل الدخول إلى الطريق الرئيسي بحيث تصبح سرعتها فيه مماثلة لسرعة السيارات في الطريق.
٢. مسرب التباطؤ: هو مسرب جانبي تسلكه السيارات أثناء مغادرتها الطريق الرئيسي لتتمكن فيها من تخفيض سرعتها بدون أن تعرقل سير السيارات الموجودة على الطريق.
٣. مسرب الصعود: هو مسرب إضافي في الطريق يخصص للشاحنات التي تسير ببطء أثناء صعودها حتى تفسح المجال للسيارات التي خلفها لتجاوزها.

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

٦) الميول العرضية :

إن الميول العرضية يتم عملها للطريق من اجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق و قد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ، و في حالة وجود جزر وسطى فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كان من حارتين منفصلتين.

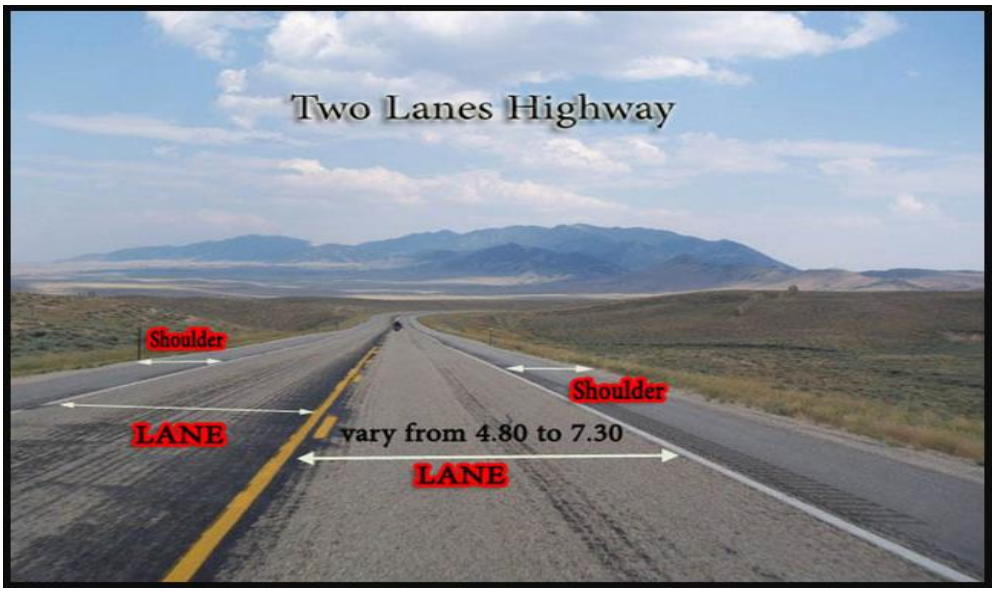
٧) الميول الطولية :

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

الشكل (٣-٢) الميول الطولية

٨) اكتاف الطريق:

إن الطرق الخلوية تزود بأكتاف جانبية تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ و كذلك للمحافظة على طبيعة الأساس و الأسطح الخاصة بالطريق، و الحاجة للأكتاف و نوعها يتوقف على نوع الطريق و جسم و سرعة العربات و تركيب المرور و طبيعة المنطقة التي يمر فيها الطريق، و يتراوح عرض الكتف بين (1.25-3.6م) للطرق السريعة و (2.5-3.6م) للطرق التي يزيد حجم المرور الساعي التصميمي فيها عن (100) عربة، و يجب أن تزود الأكتاف بميول عرضيه كافية لتصريف المياه من الطريق، و لكن يجب أن لا يزيد هذا الميل عن الحد الذي قد يسبب خطورة على المركبات التي تتوقف على الطريق، حيث يوجد عدة أنواع من أكتاف الطريق فمنها أكتاف ترابية أو مصبوبة أو اسفلتيه و يختلف نوع سطحها حسب سطح الطريق الرئيسي.



الشكل (٣-٣) كتف الطريق

فوائد الأكتاف للطريق:-

١. تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ .
٢. شعور السائق بالأمان و حماية السيارات عندما تجنح عن مسارها بسبب السير بسرعات عالية.
٣. تساعد على تصريف المياه عن سطح الطريق.
٤. تستعمل الأكتاف لتوسيع الطريق في المستقبل.
٥. تستعمل الأكتاف لمنع انهيار جسم الطريق كما تصلح لوضع الإشارات عليها.

٩) الأطاريف :

الأطـاريف مهمـة فـي زيـادة الأمـان علـى الطريـق وتصـريف الميـاه ومنـع السـيارات مـن الخـروج عـن الطريـق فـي الأمـاكن الخطـرة ، ويكـون لونهـا لـه معنـى خـاص ، وهـي تحـدد حافـة الرصـيف وتعطـي الطريـق الشكل النهائي.وتستخدم داخل التجمعات السكنية لتحدد الرصف الخاص بالمشاة.

الشكل(٣-٤) الأطاريف[١]

اما أنواعها فهي:

١- الأطاريف الحاجزة :هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبيا وهي مصممة لمنع المركبات من الخروج عن الرصف ، ويكون ارتفاعها (١٥-٢٣)سم ، وتستخدم في الطرق التي تكون سرعة المركبات فيها قليلة لحماية المشاة ومنع اصطدام المركبات بالمنشآت المجاورة للشارع في حال خروجها عن مسارها.

٢- الأطاريف الغاطسة:وهي مصممة بحيث يسهل على المركبات تجاوزها دون ارتجاج أو إخلال بالقيادة ، ويكون ارتفاعها (١٠-١٥)سم وميل الوجه ١:١ أو ١:٢ ، وتستخدم في الغالب في الجزر الوسطية وفي التقسيم القنواتي في التقاطعات.

[١] الوكالة الأمريكية للتنمية البشرية ، صفحة الفيس بوك .

١٠) الأرصفة :

تكمن أهمية هذا البند في المدن وفي بعض المناطق التي تكون فيها الإضاءة الخافتة وسرعة المركبات قد تتسبب بأذى للمشاة.

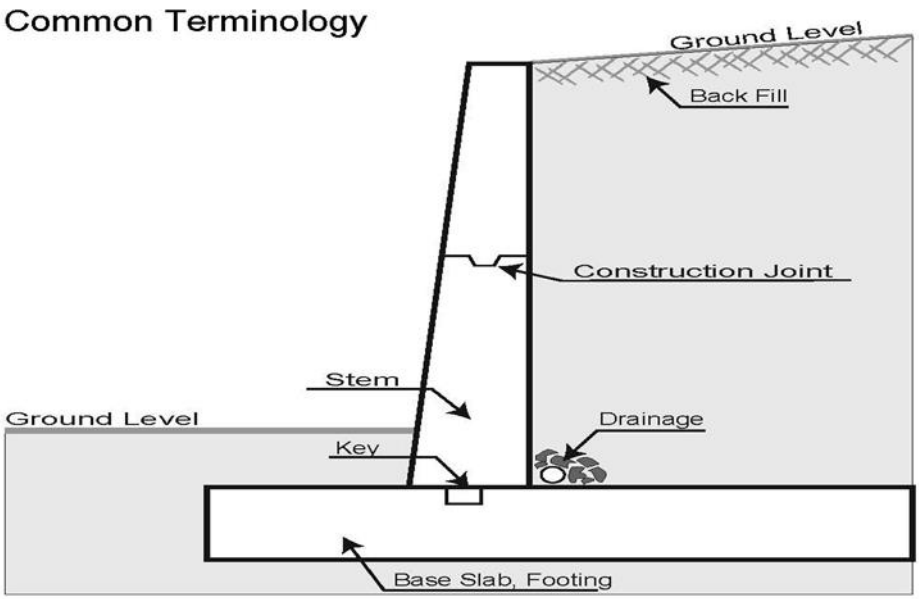
وتنبع أهمية الأرصفة في توفير الأمان لأحد مستخدمي الطريق (المشاة) ، حيث تزداد الحاجة لها بالقرب من المدارس والمستشفيات والأسواق والأماكن العامة،و يتراوح عرض الرصيف (1.5-3م) و يتوقف ذلك على عدة أمور منها توفر المساحة على جانبي الطريق و وجود أشجار مزروعة على الأرصفة.

الشكل (٣-٥) الأرصفة[١]

[١] الوكالة الأمريكية للتنمية البشرية ، صفحة الفيس بوك .

١١) الجدر الاستنادية :

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



الشكل(٣-٦) الجدران الاستنادية[١]

٣-٣ 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:

١- منحنيات في الاتجاه الأفقي.
٢- منحنيات في الاتجاه الرأسي.

حيث يكون لكل نوع منهما حاجة وظروف لاستخدامه

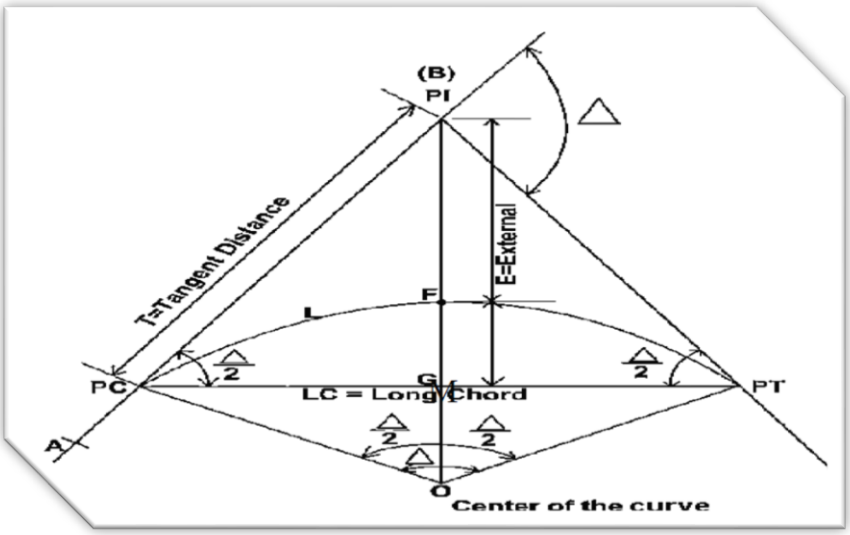
[١] شبكة المهندسين العرب ، الموقع الالكتروني : http://www.arab-eng.org.

٣-٣-١ المنحنيات الأفقية:

هـي تلـك المنحنيـات التـي تقـوم بـربط ووصـل الأجـزاء المسـتقيمة مـع بعضـها الـبعض بشـكل تـدريجي لتفـادي التغيـرات المفاجئـة والتـي تتسـبب بمشـاكل علـى الطريـق ، ويجـب تحديـد بـدايتها ونهايتهـا وأطوالهـا وزواياهـا ونقاط التقاطع فيها ، أما بالنسبة لأنواع المنحنيات الأفقية فهي :

١) المنحنى الدائري البسيط:

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط



الشكل(٣-٧) عناصر المنحنى الدائري البسيط[١]

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

[١] يوسف صيام ، المساحة وتخطيط المنحنيات .

- أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

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

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب (AASHTO 2004):

جدول(٣-٢) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق[1]

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:

جدول(٣-٣)الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى[2]

السرعة(كم/الساعة)	٢٥	٣٢	٤٠	٤٨	٥٥	٦٥
معامل الاحتكاك	٠.٣٢	٠.٢٧	٠.٢٣	٠.٢٠	٠.١٨	٠.١٧
ميلان السطح	٠.٠١	٠.٠٢	٠.٠٤	٠.٠٦	٠.٠٨	٠.٠٩
الحد الأدنى لنصف القطر (م)	١٥	٣٠	٥٠	٧٥	١٠٠	١٤٠

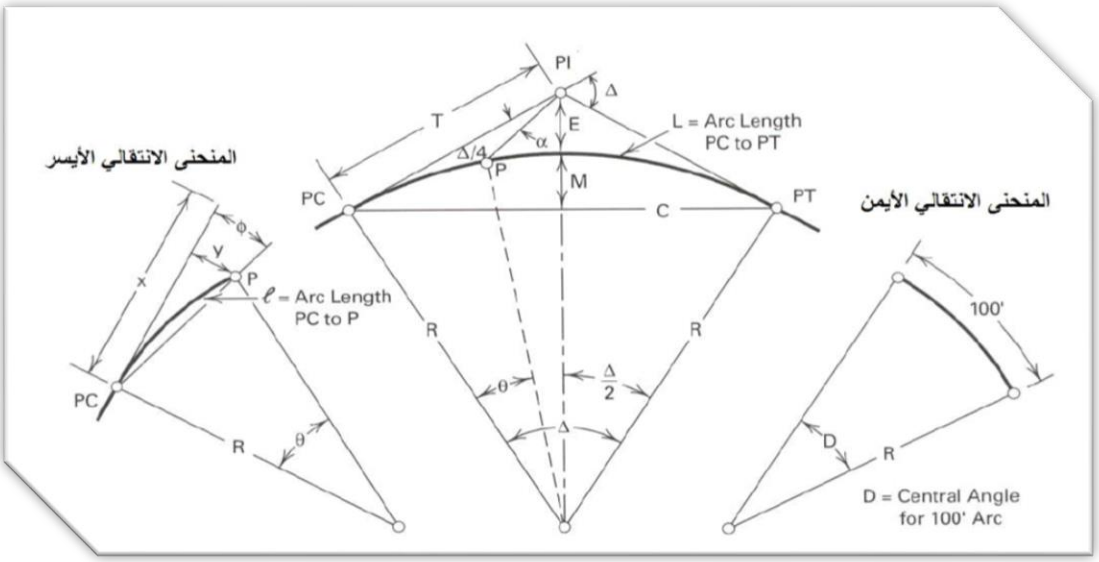
[1] AASHTO (2004).
[2] AASHTO (2004).

١) المنحنى الانتقالي:

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

أما طوله فيحسب:

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



الشكل(٣-٨) المنحنى الانتقالي[١]

[١] يوسف صيام ، المساحة وتخطيط المنحنيات.

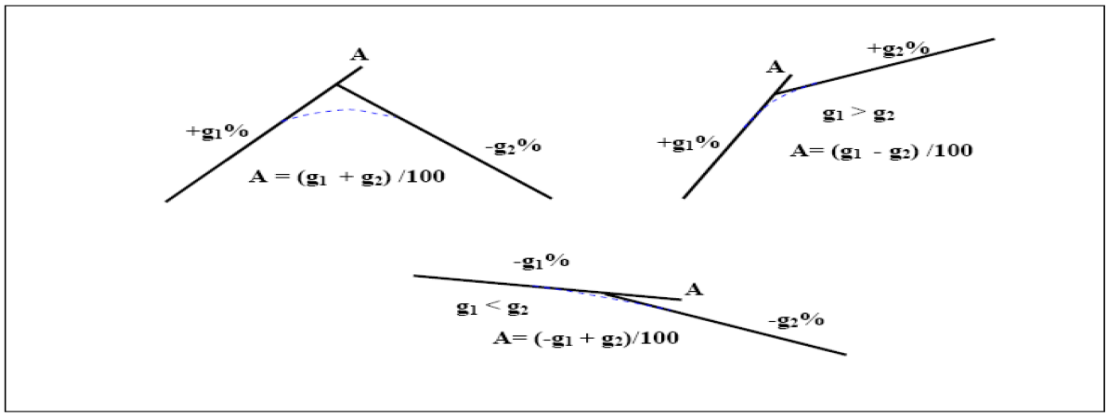
٣-٢ المنحنيات الرأسية:

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

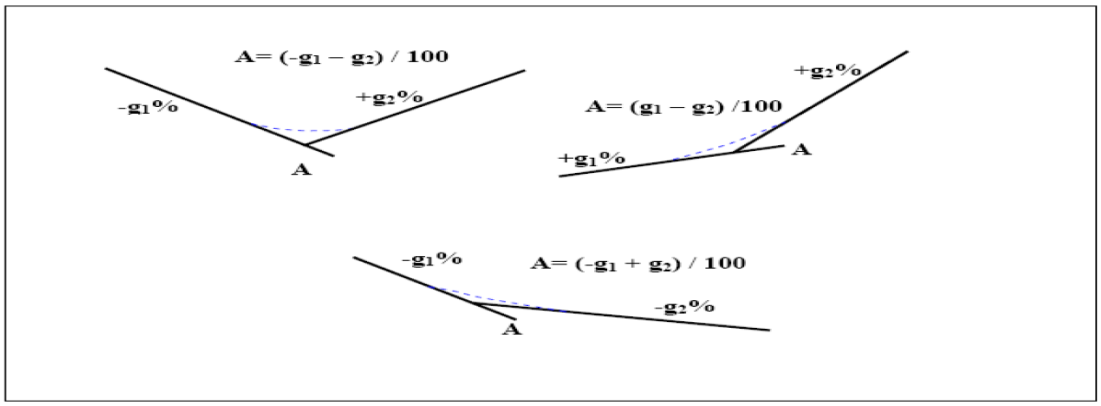
١- تحقيق شرط الرؤية ، بحيث يستطيع السائق رؤية السيارات أو العوائق التي أمامه.

٢- أن يكون تدريجياً وسهلاً.

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



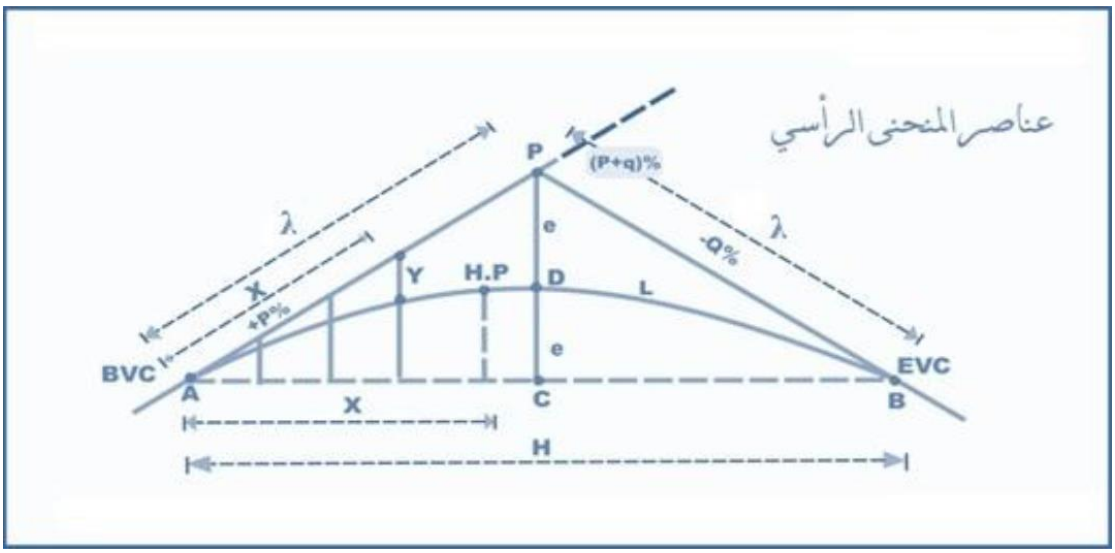
الشكل(٣-٩) المنحنى الرأسي المحدب[١]



الشكل(٣-١٠) المنحنى الرأسي المقعر[٢]

أما بالنسبة لأجزاء وعناصر المنحنى الرأسي:

[١] نفس المصدر.
[٢] يوسف صيام ، المساحة وتخطيط المنحنيات.



الشكل(٣-١١) عناصر المنحنى الرأسي[١]

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

معادلات القطع المكافيء:

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

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

٢- 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.

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

$$AB = H = 2*l = L \text{.....3.8}$$

[١] نفس المصدر.

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

٥- $y = ax^2$ ……..3.9

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين:

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

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد:

$$a = \frac{p-q}{400\,l}x^2$$ ……3.11

أما بدلالة e :

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين:

$$e = \frac{p+q}{400}\,l$$ ……..…..3.12

عندما يكون المماس في اتجاه واحد:

$$e = \frac{p-q}{400}l$$ ……3.13

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

جدول(٣-٤)قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية[١]

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

[١] AASHTO (2004)

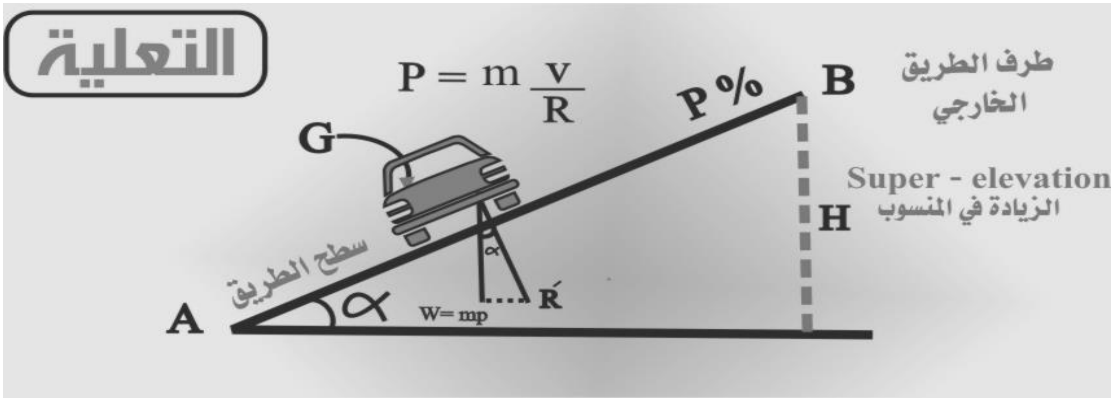
$$K = {length}/{|p-q|} \ldots\ldots\ldots 3.15$$

وهذه النسبة تقريبية ولكن عمليا يؤخذ بها في تصميم الطرق السريعة والحضرية ، وهي تعبر عن مدى انحناء المنحني الرأسي ،فكلما زادت قيمة K يصبح المنحنى الرأسي اقرب إلى الانبساطبمعرفة قيمة الانحناء الأماميأو الميل الأمامي والخلفي يتم حساب طول المنحنى الرأسي من العلاقة (٣.١٥) .

٣-٤ القوة الطاردة المركزية :

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

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من اللانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر، انظر العلاقة (٣_١٢)، 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(٣-١٢) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

حيث أن :-

- p : القوة الطاردة المركزية التي تؤثر على العربة أثناء سيرها.

- w : وزن العربة
- m: كتلة العربة
- v: سرعة العربة
- R : نصف قطر المنحنى الدائري.
- g: تسارع الجاذبية الأرضية.

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

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....3.16}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:-

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

حيث أن:-

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه.

P_1 : الميل العرضي لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج.

α : الزاوية الراسية[1]

٣-٥ 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 ٤% - ٨% وقد تصل إلى ١٢% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله .

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات:

$$e + f = \frac{V^2}{gR} = \quad e + f = \frac{(0.75\times v)^2}{127\times R} \quad \text{.....٣.١٨}$$

[1] يوسف صيام ، المساحة وتخطيط المنحنيات ، صفحة ١٦١ .

حيث أن:

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

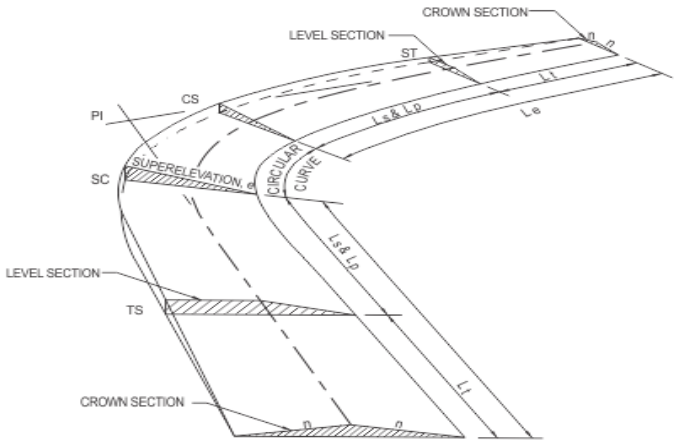
v: هي سرعة المركبة بـالـ كم/ ساعة، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

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

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

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \quad \text{.....٣.١٩}$$

والشكل التالي يظهر تطبيق التعلية على المنحنيات:



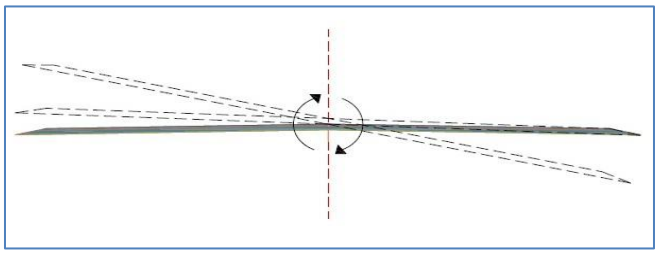
الشكل(٣-١٣) تطبيق التعلية على المنحنيات[١].

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

٣-٥-١ الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) :

- **الطريقة الأولى :**

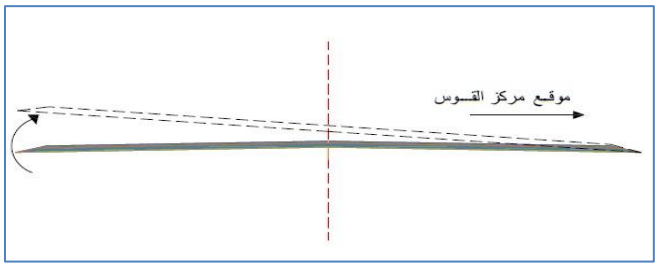
في هذه الطريقة يبقى محور الطريق ثابت لايتغير ويبقى الجانب الآخر من الطريق ثابت ونبدأ في رفع جانب الطريق حتى يتساوى جانبي الطريق وبعد ذلك يستمر جانب الطريق بالارتفاع ويبدأ الجانب الثابت بالانخفاض بنفس النسبة حتى يتحقق الميلان المطلوب ، وبعد الانتهاء من المنحنى تعود العملية عكسية حتى يعود الشارع إلى وضعه الطبيعي و هو بميول ٢% تقريبا لتصريف مياه سطح الطريق ، وهذه الطريقة التي سيتم استخدامها في المشروع .



الشكل (٣-١٤) الدوران حول المحور.[١]

- **الطريقة الثانية :**

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

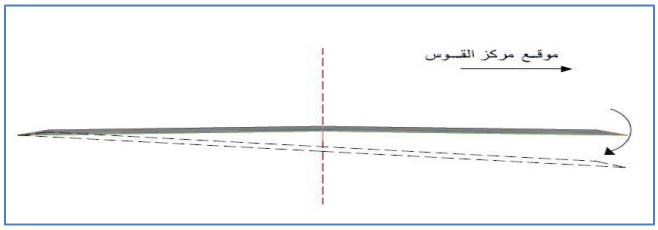


الشكل (٣-١٥) الدوران حول الحافة الداخلية[٢]

[١] شبكة المهندسين العرب ، الموقع الالكتروني : http://www.arab-eng.org
[٢] نفس المصدر.

- **الطريقة الثالثة :**

في هذه الطريقة نعمل على خفض كامل سطح الطريق والدوران حول الحافة الخارجيه حتى يصبح سطح الطرقعلى استقامه واحدة وبعد ذلك نستمر في الانخفاض للوصول الى الميلان المطلوب .



الشكل (٣-١٦) الدوران حول الحافة الخارجية[١]

- **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:

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

٣-٦تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق:

صرف المياه من الطريق هي عملية التخلص من المياه و التحكم في مسيرها داخل نطاق حرم الطريق، وهي تلك المياه السطحية التي تجري فوق سطح الطريق ، لذلك يجب عمل مصارف سطحية عند إعادة تأهيل الطريق.

فعندما تسقط الأمطار جزء من هذه المياه تسيل على الطريق والجزء الآخر يتخلل طبقات التربة حتى يصل إلى المياه الجوفية وعملية صرف أو إزالة المياه السطحية بعيدا عن حرم الطريق يسمى بالصرف السطحي (Surface Drainage).

[١] نفس المصدر.

- **أهمية تصريف المياه :**

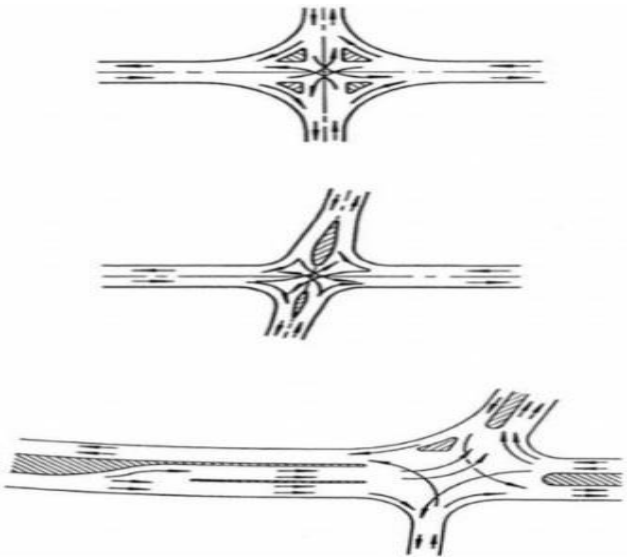
ان بقاء الماء فوق سطح الطريق يسبب خطرا كبيرا سواء على حياة الناس (حيث يؤدي إلى حوادث بسبب عدم السيطرة على السيارات)أو على بنية الطرق (حيث إن بقاء الماء على سطح الطريق سيؤدي إلى تفكك جزيئات الإسفلت وتصبح سهلة الاقتلاع و مع مرور المركبات فوق هذا السطح سيؤدي ذلك إلى اقتلاع الإسفلت ، وتعمل التربة على امتصاص الماء الأمر الذي يؤدي إضعاف التربة وهي التي تشكل طبقة الأساسللإسفلت حيث أن التربة تكون قوية جدا وهي جافة وضعيفة وهي رطبة الأمر الذي يؤدي إلى دمار طبقة الأساس وبالتالي انهيار الشارع والذي يصبح غير صالح للاستخدام) .

وبذلك تظهر أهمية تصريف المياه في المحافظة على حياة الناس و بنية الطريق واستمراريته لمدة أطول .

3-٧ التقاطعات :

التقاطع هو المساحة الناتجة عن التقاء شارعين أو أكثر، ويوجد نوعان من التقاطعات:

١- التقاطعات السطحية **:** وهي التقاطعات في المستوى نفسه ،حيث يكون التقاطع جزء من كل طريق ، وهذا النوع الذي يتواجد في مشروعنا حيث يوجد ٣ تقاطعات.



الشكل (٣-١٧) التقاطعات السطحية[١]

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

٢- التقاطعات في مستويات مختلفة : وهي التقاطعات التي يكون فيها كل طريق في منسوب مختلف بحيث لا يحدث تعارض لحركة المرور فيما بينها، حيث يفصلها مجموعة من الجسور ،ولا يستخدم هذا النوع من التقاطعات إلا في الطرق السريعة ذات الحجم المروري العالي.

الشكل (٣-١٨)التقاطعات في (مستويات) مختلفة[١]

٣-٨طبقات الشارع (الرصفات) :

تعتبر الرصفات من الأمور المهمة في الطريق ، حيث ان المحافظة على هذه الرصفات يساعد على بقاء الطريق لمده أطول.

٣-٨-١ أنواع الرصفات :

٣-٨-١-١ الإسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements)

يوجد ثلاثة أساليب لإنشاء هذا النوع من الرصفات:

١. الرصفات الإسفلتية التقليدية (Conventional Flexible Pavement)

وتتكون من ثلاث طبقات وهي الطبقة السطحية والتي تتكون من أفضل نوعية للمواد من حيث القدرة على التحمل ، وطبقة الأساس وطبقة ما تحت الأساس حيث تستقبل الحمولات المرورية من الطبقة السطحية .

[١] صورة من الانترنت.

٢. الرصفات الإسفلتية (Full-Depth Asphalt Pavement).

وتتكون من طبقة أوأكثر من الخلطات الإسفلتية الساخنة ويتم إنشاؤها مباشرة فوق التربة الطبيعية أو المحسنة وتعد من أفضل الطبقات قدرة على تحمل الشاحنات الثقيلة ولاتحتوي على طبقات تحتجز المياه لمده طويلة ولاتتأثر بالرطوبة .

٣. الرصفات الإسفلتية الحاضنة (Contained Rock Asphalt Mats-CRAM).

وتتكون من أربع طبقات العليا والسفلى من الخلطات الإسفلتية الساخنة والثانية والثالثة من مواد حصوية، هذا الأسلوب الإنشائي ميزته أن الطبقة الإسفلتية السفلى تساهم بشكل ملحوظ في تقليل تأثير الإجهاد الرأسي على التربة والذي يسبب هبوط التربة.

ومن مميزاتها :

- التحكم بتصريف مياه الأمطار بوجود الطبقة الحصوية العالية النفاذية.
- منع تلوث الحصمة بالأتربة القادمة من طبقة التربة الطبيعية.
- تقلل من حدوث التشققات من خلال استخدام إسفلت قليل اللزوجة.

٣-٨-١-٢الخرسانية أو الصلدة (Rigid Pavements)

يتكون هذا النوع من بلاطة خرسانية يتم إنشاؤها مباشرة على التربة الطبيعية أو يوضع تحتها طبقة أساس حصوية والعامل المهم في التصميم هي قدرة الأرضالطبيعية على التحمل ، ينتشر هذا النوع من الرصفات في المناطق الباردة(أوروبا وروسيا وأمريكا الشمالية) حيث تقاوم الفواصل الموجودة بين بلاطات الرصفة التغيرات الحرارية الكبيرة بين الصيف والشتاء أو بين الليل والنهار.

قد تكون هذه الرصفات مسلحة أو غير مسلحة وذلك حسب الحجوم المرورية ونسبة الشاحنات الثقيلة.

٣-٨-١-٣ المركبة أو المختلطة (Composite Pavements)

يحتوي هذا النوع من الرصفات على طبقات إسفلتية وخرسانية وتكون الطبقة الإسفلتية فوق البلاطة الخرسانية

كطبقة إكساء (Overlay) بغية إعادة تأهيل أو إصلاح الرصفة، تستخدم الرصفات المركبة عند إعادة الإنشاء لمقاومة الحمولات المرورية العالية في الطرق الإستراتيجية.

٣-٨-٢ عوامل التصميم (Design Factors):

أ- الحجوم والحمولات المرورية (Traffic and Loading).

- تقدير الحمولات المحورية يتم باستخدام الحمل المحوري القياسي المساوي وهذا يستلزم معرفة أنواع وعدد المركبات المتوقع مرورها على الطريق خلال العمر التصميمي .
- عند تصميم رصفة الطريق يلزم معرفة مساحة منطقة التماس بين عجلات المركبة وسطح الرصفة .

- يقل تأثير حمولة المركبات على رصفة الطريق بازدياد السرعة ولذلك تزيد سماكة الرصفة في مواقف الشاحنات والتقاطعات.

ب- البيئة المحيطة (Environment).

أهم العوامل البيئية التي تؤثر على تصميم الرصفات:

- تغير درجات الحرارة الذي يسبب حصول التشققات.
- زيادة معدل هطول المطر وتراكم الثلوج ترفع نسبة الرطوبة في طبقات الرصفة السفلية وتعمل على ارتفاع مستوى المياه الجوفية التي يجب أن تبقى على عمق ٩٠سم على الأقل من سطح الرصفة.

ت- مواد الرصفة (Pavement Materials).

يجب توفر الخصائص التالية في المواد المكونة لطبقات الرصفة المرنة:

- يجب أن تتحمل الخلطات الإسفلتية التغير في درجات الحرارة.
- تناسب مواد الرصفة مع متطلبات التصميم مثلاً تكون مقاومة للتشققات أو تكون الطبقات السفلية للرصفة تقاوم التشوه الثابت الناتج عن زيادة الحمولات المحورية.
- دراسة إمكانية تحسين خصائص التربة الطبيعية عن طريق معالجتها بالإسمنت أو الجير أو أية مثبتات أخرى.

الفصل الرابع : الفحوصات المخبرية

٤-١ مقدمة

٤-٢ عينات التربة

٤-٢-١ اماكن استخراج العينات

٤-٢-٢ أخذ العينات

٤-٢-٣ تعبئة العينات

٤-٢-٤ نقل وتخزين العينات

٤-٣ التجارب المخبرية

٤-٣-١ تجربة الكثافة العظمى (Proctor compaction test)

٤-٣-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR)

٤-١مقدمة:

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

٤-٢ عينات التربة :

٤-٢-١ اماكن استخراج العينات:

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

٤-٢-٢أخذ العينات:

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

١-عينات التربة المفككة : Cohesionless Soil Sampling

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

٢-العينات المقلقلة: Disturbed Sampling

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

٣-العينات الغير مقلقلة Undisturbed Sampling

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

٤-عينات التربة من الأكوام وأماكن التخزين Stockpiles Sampling

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

٥- عينات الصخور Rock Sampling

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

٤-٢-٣ تعبئة العينات :

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

٤-٢-٤ نقل وتخزين العينات:

في جميع الأحوال يجب تسجيل البيانات التالية عند أخذ العينات:

- الموقع العام مع إيضاحه على رسم كروكي.
- المعلومات العامة عن المشروع.
- رقم الحفرة وأبعادها
- .عدد العينات وأماكن استخراجها.
- تاريخ أخذ العينة وحالة الطقس.
- طريقة أخذ العينات.
- المساحة أو الكمية التقريبية.
- منسوب المياه الجوفية في حالة اكتشافه.
- وصف عام للتربة.
- اي معلومات أو ملاحظات أخرى يراها من يقوم على أخذ العينات.

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

٤-٣ التجارب المخبرية :

٤-٣-١ تجربة الكثافة العظمى (Proctor compaction test):

تهدف التجربة الى تحديد مقدارالكثافة العظمى للتربة ومقدار محتوى الماء المثالي، من أجل فحص نسبة تحمل كاليفورنيا وكذلك الدمك في الموقع في حالة العينات للمواد التي ستستخدم في طبقات مشاريع الطرق. وتم عمل التجربة في تاريخ: ٢٠١٨/٦/٨

خطوات العمل

١- بعد احضار العينة تم تنخليها على منخل ٤/٣ للتخلص من الحصى الكبير .
٢- تم توزين ٥ كغم من العينة .
٣- تم اضافة ٥ % من وزن العينة ماء .
٤- تم خلط الماء في العينة بشكل جيد .
٥- تم تحضير القالب وتجهيزه .

٦- تم وضع الطبقات من العينة واحدة تلو الاخرى وضربها بمطرقة قياسية ٢٥ ضربة لكل طبقة ومن ثم تسوية السطح واستخراج العينة ووزنها داخل جفنة معلومة الوزن في كل محاولة.

٧- بعد تحضير الجفنات وملؤها في كل محاولة تم وضعها في الفرن الحراري لمدة ٢٤ ساعة .

٨- تم اخذ القراءات اللازمة وحساب المحتوى الرطوبي وكثافة التربة .

٩- تم رسم العلاقة بين محتوى الرطوبة والكثافة وتمثل قمة المنحنى القيمة العظمى للكثافة ونسبة الماء المثالية.

الحسابات والنتائج

تم استخدام القوانين التالية في عملية الحسابات:

نسبة الرطوبة = وزن الماء/وزن العينة جافة.

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

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

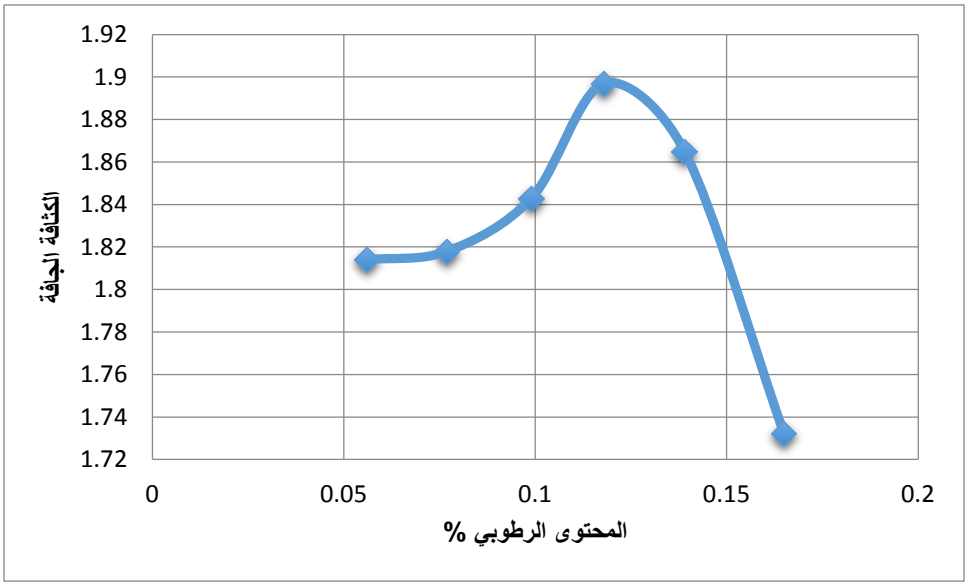
الكثافة الرطبة =وزن العينة رطبة / حجم العينة .(حجم العينة = حجم قالب بروكتور)

الكثافة الجافة = الكثافة الرطبة/(١+ نسبة الرطوبة).

جدول (٤-١) :قراءات تجربة الكثافة العظمى

المحاولات	١	٢	٣	٤	٥	٦
نسبة الماء	%٥	%٧	%٩	%١١	%١٣	%١٥
وزن القالب فارغ W1(غم)	٣٣٩٠	٣٣٩٠	٣٣٩٠	٣٣٩٠	٣٣٩٠	٣٣٩٠
وزن القالب مملوء بالتربة الرطبة (غم)W2	٥١٩٩	٥٢٤٠	٥٣٠١	٥٣٩٢.٣	٥٣٩٦	٥٢٩٥
وزن التربة الرطبة (W2-W1) (غم)	1809	1850	1911	2002.3	2006	١٩٠٥
كثافة التربة الرطبة(غم /سم ٣)	١.٩١٦	١.٩٥٩	٢.٠٢٤	2.121	2.125	٢.٠١٨
رقم الجفنة	٢	1	21	5	حد اللدونة	٤
وزن الجفنة فارغ W3	30.9	25.9	30.7	25.7	31.6	٢٩.٨
وزن الجفنة وعينة التربة الرطبة (غم)W4	٢٤١.٦	234.6	242.4	187.5	210.1	٢٧٤.٣

وزن الجفنة وعينة التربة الجافة W5 (غم)	230.4	219.7	223.4	170.4	188.2	٢٣٩.٦
المحتوى الرطوبي (WC)	%٥.٦	%٧.٧	%٩.٨	%١١.٨	%١٣.٩	%١٦.٥
كثافة التربة الجافة (غم /سم ٣)	١.٨١٤	١.٨١٨	١.٨٤٣	١.٨٩٧	١.٨٦٥	١.٧٣٢



الشكل (٤-١) العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة .

نسبة الماء المثالية = ١٢%

الكثافة الجافة = 1.91

الشكل (٤-٢) اثناء القيام بتجربة الكثافة العظمى

٤-٣-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR):

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

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

وتعرف قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR-value) بأنها النسبة بين الأحمال اللازمة لغرز المكبس الاسطواني(مساحته ٣ أنش مربع) مسافة معينة داخل عينة مدموكة من التربة لها رطوبة وكثافة معينتين ، وبين الأحمال القياسية اللازمة لغرز المكبس نفس العمق في عينة قياسية من الأحجار المكسرة (crushed stone) أي ان:

نسبة تحمل كاليفورنيا =(الحمل اللازم لإحداث قيمة الغرز/ الحمل القياسي لاحداث هذا الغرس في عينة من مادة قياسية)*١٠٠%.

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

جدول (٤-٢) : قيم تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد ونظام الاشتو

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

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

جدول (٤-٣) :المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن

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

تهدف التجربة الى معرفة مقدار تحمل عينة من التربة للضغط الناتج من مكبس قياسي بالنسبة لعينة تربة قياسية. وتم عمل التجربة بتاريخ **٢٠١٨/٦/٨.**

خطوات العمل :

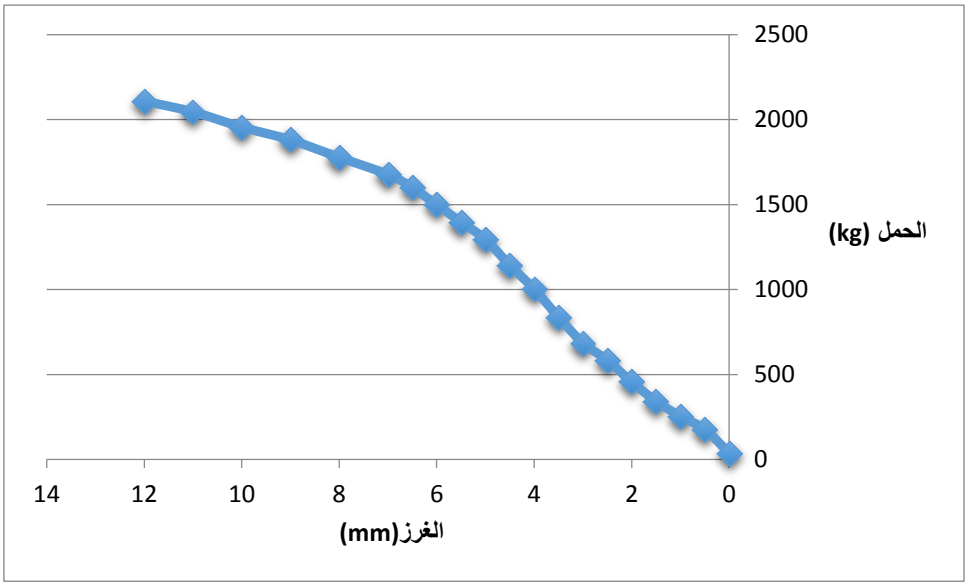
١- تم اضافة المحتوى الرطوبي من الماء والذي تم الحصول عليه من التجربة السابقة الى العينة والذي يساوي ١١.٨ % من وزن العينة.
٢- تم خلط الماء بالعينة ومن ثم تجهيز القالب لوضع الطبقات داخله .
٣- تم اضافة الطبقات من العينة مع الضرب ب ٥٦ضربة بالمطرقة المعدلة لكل طبقة ومن ثم تسوية السطح .
٤- ثم وضع القالب تحت الجهاز وتصفير القرءات ومن ثم تشغيل الجهاز والبدء بملاحظة وتسجيل القراءات وتسجيلها في الجدول وهذا الجدول يوضح القراءات التي تم الحصول عليها وايضا نسبة تحمل كليفورنيا عندما تكون نسبة الغرز ٢.٥ ملم وايضا ٥ ملم .

الشكل (٤-٣) جهاز فحص CBR .

ويتم تشغيل الجهاز وقراءة مقدار القوة عند مجموعة من قيم الغرز ، ثم يتم تقسيم القوة عند الغرز ٢.٥ ملم و٥ ملم على القيمة القياسية فتنتج قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا.

جدول (٤-٤) قراءات تجربة(CBR)

الغرز	الحمل	الحمل (كغ)	CBR
0.0	15	38.1	
0.5	70	177.8	
1	100	254	
1.5	135	343	
2	180	457	
2.5	230	584	42.6 %
3.0	270	686	
3.50	330	838	
4.0	395	1003	
4.50	450	1143	
5.0	510	1295	63.2 %
5.50	550	1397	
6.0	590	1499	
6.5	630	1600	
7.0	660	1677	
8.0	700	1778	
9.0	740	1880	
10.0	770	1956	
11.0	805	2045	
12.0	830	2109	



الشكل (٤-٤)منحنى العلاقة بين الحمل و الغرز

الشكل (٤-٥)أثناء القيام بتجربة ال CBR

الفصل الخامس : خدمات الطريق

٥-١ مقدمة

٥-٢ علامات المرور على الطريق (Traffic Marking)

٥-٢-١ أهداف علامات المرور

٥-٢-٢ الشروط الواجب توافرها في العلامات

٥-٢-٣ أنواع علامات المرور

٥-٣ الإنارة على الشوارع والطرق

٥-٣-١ فوائد الانارة

٥-٣-٢ مواصفات الإنارة

٥-٤ المواقف

٥-٤-١ أهمية المواقف

٥-٤-٢ انواع المواقف

٥-٤-٣ تطوير المواقف

٥-١ مقدمة

يشمل علم الطرق هندسة الطرق وهندسة المرور. وعند تصميم وانشاء الطريق وفتحها للسيارات لا بد من وجود امور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لنضمن حسن الاداء ولنمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي انشئت من اجله الطريق.

ان علم المرور يتطرق الى امور عدة كالاتجاهات والمسارب والانعطاف الى اليمين او اليسار والمسافات والتقاطعات والوقوف وغير ذلك ، وهذه الامور لا تقل اهمية عن الطريق نفسه ولذلك يجب تصميمها جنبا الى جنب اثناء تصميم الطريق ، كما يجب تنفيذها عند تنفيذ الطريق حتى تكون هذه الامور جزءا لا يتجزأ من هذا الطريق.

ان الاشارات والخطوط والتقاطعات واشارات الضوء والمواقف العامة واماكن التوقف وغير ذلك من الامور التي نراها على الطرق وضعت من اجل تنظيم حركة السير على الطرق . وسيتم التعرض لها بشيء من التفصيل في الفقرات التالية.

٥-٢ علامات المرور على الطريق (Traffic Marking):

٥-٢-١ أهداف علامات المرور :

ان علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة او متقطعة ،مفردة او مزدوجة ،بيضاء او سوداء او صفراء ،كما انها قد تكون اسهما او كتابة (كلمات) . اما اهداف هذه العلامات هي :

١- تحديد المسارب وتقسيمها.
٢- فصل السير في الاتجاهيين.
٣- منع التجاوز .
٤- منع الوقوف او التوقف.
٥- تحديد اماكن عبور المشاة.
٦- تحديد اولوية المرور على التقاطعات.
٧- تحديد مواقف السيارات .
٨- تعيين الاتجاهات بالاسهم (يمينا، يسارا ،الى الامام) لتحديد الاماكن التي يتجه اليها السائق.
٩- تحديد جانبي الطريق .
١٠-اعطاء تعليمات ومعلومات الى السائق بكلمات مثل : اتجه الى اليمين ، توقف ، اعط اولوية وغير ذلك .

٥-٢-٢ الشروط الواجب توافرها في العلامات :

١- ان هذه العلامات تنظم حركة السير للسائق والمشاة وتنقل التعليمات لهم ، هذا ويراعى في هذه العلامات ما يلي :
٢- ان تكون صالحة للرؤية في الليل والنهار،وواضحة في كافة الاوقات والظروف.
٣- ان تتوافق فيها الالوان .
٤- ان تكون من مواد تعمر طويلا وتقاوم التزحلق.
٥- ان تكون تعليماتها سهلة الفهم ومرئية من مسافة كافية.

٥-٢-٣ أنواع علامات المرور :

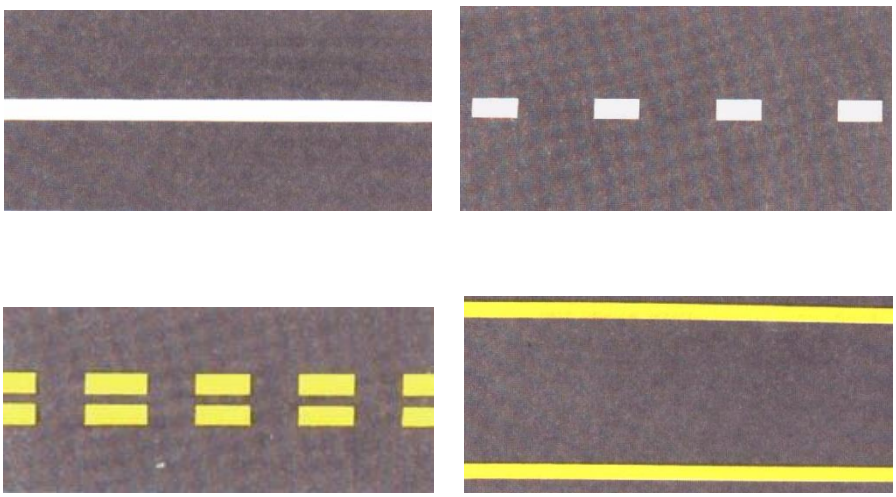
٥-٢-٣-١ الخطوط:

تكون الخطوط بعرض ١٠ سم وهي اما متصلة امو متقطعة ، اما المتقطعة فتستعمل لتقسيم المسارب وفصل السير في الاتجاهين ، اما المتصلة فتستعمل لفصل السير ومنع التجاوز في ان واحد . فاذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب

يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب والمتقطع من جهة السير القادم .واذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب والقادم معا يصبح الخطان متصلان. ويستعمل الخط المتصل كذلك عند التقاطع لكي يبين حدود المنطقة التي يحظر الدخول اليها قبل التاكد من خلوها من السيارات .

توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة كما توضع خطوط صفراء متقاطعة في المناطق التي يحظر على السيارات المرور فوقها حيث تقوم هذه الخطوط مقام الجزر ، كما تحدد الخطوط مواقف السيارات

.



الشكل (٥-١) انواع الخطوط في علامات المرور

٥-٢-٣-٢ الكلمات :

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف او اتجه يمينا ، اتجه يسارا ، اعط اولوية ، وغير ذلك. ويجب ان تكون الكلمات كبيرة لكي يتسنى قراءتها ، والا تزيد عن كلمة او كلمتين ، كما يجب ان تكون الاحرف مناسبة لموقع عين السائق.

٥-٢-٣-٣ الاسهم :

تستعمل الاسهم اما بدلا من الكلمات لتحديد الاتجاهات او مع الكلمات كسهم يتجه الى اليمين مع كلمة الى اليمين .

٥-٢-٣-٤ اللون :

يستعمل اللون الابيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الاصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات الا انه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع ارضية الطريق .

٥-٢-٣-٥ المواد العاكسة :

تستعمل بعض المواد التي تساعد على انعكاس الضوء خاصة في ايام الضباب حيث يوضع مع الدهان بلورات زجاجية خاصة .ويمكن الاستفادة من بعض انواع الحصمة وخاصة على الاكتاف لتأمين لون مخالف للون مسرب الطريق ، وهذا ضروري في الليل لكي يبين حدود المسرب . ان استعمال ادوات عاكسة كعيون القطط وغيرها عملية مفيدة جدا وتعكس الضوء من مسافات طويلة .

٥-٢-٣-٥ الاشارات :

٥-٢-٣-٥-١ الهدف من الاشارات :

تستعمل الاشارة لتوصيل المعلومات للسائق او الماشي ، وتتالف من لوحات رسم عليها اسهم او كلمات او الاثنان معا ، بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق .

٥-٢-٣-٥-٢ أنواع الاشارات :

تقسم الاشارات الى اربعة انواع رئيسية ولكل نوع من هذه الانواع شكل خاص متعارف عليه حتى يسهل تفهمه من قبل السائق . وهذه الانواع هي:

١- اشارات التحذير : كاشارة انحدار او منعطف خطر وتكون هذه الاشارات مثلثلة الشكل .

٢- اشارات الاوامر : كاشارة قف وتكون مستديرة .

٣- اشارات المنع : كاشارة ممنوع المرور وتكون مستديرة.

٤- اشارات التوجيه (التعليمات): كاشارات اماكن الوقوف والاستراحة وتكون مربعة الشكل او مستطيلة.

٥-٢-٣-٥-٣ مواصفات الاشارات :

يجب ان يكون للاشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها ، فالاشارة يجب انو تكون واضحة للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة ، كما يجب ان تكون الكتابة على الاشارة واضحة ومفهومة للسائق من مسافة طويلة كافية لكي يتصرف طبقا للاشارة بدون ان ينصرف انتباهه عن الطريق . وحتى يتحقق ذلك فانه لا بد من الانتباه الى الامور الرئيسية التالية في الاشارة وهي :

١- أبعاد الاشارة : كلما كبرت الاشارة ضمن حدود المواصفات كلما تحسنت رؤية السائق لها .

٢- تباين الالوان في الاشارة : ان التباين ضروري جدا لتحقيق غايتين هما ظهور الاشارة بالنسبة للمنطقة وظهور الكتابة بالنسبة للاشارة نفسها ،وهذا التباين يتحقق باستعمال الوان مختلفة ذات لمعانات مختلفة ، كان تكون الكتابة من لون فاتح واللوحة من لون داكن وان تكون اللوحة من لون يتباين مع لون الطبيعة المحيطة .

فاذا كانت الاشارة كبيرة فيجب ان تكون الكتابة باللون الفاتح (أبيض) على ارضية زرقاء او خضراء او صفراء . اما اذا كانت الاشارة صغيرة فيجب ان تكون الكتابة بالالوان الداكنة على ارضية فاتحة.

٣- الشكل : يجب ان تكون الاشارات منتظمة الشكل وتتناسب مع الهدف الذي وضعت من اجله .

٤- الكتابة : تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل هي نوع الكتابة ، حجم الاحرف ، وسماكة الخط ، والفسحات بين الكلمات والأسطر وعرض الهامش . ويجب ان يتم اختيار الكتابة التي تناسب ذلك .

٥ - الصيانة :يجب صيانة الاشارة وتنظيفها واعادة دهنها باستمرار حتى تبقى واضحة للسائق على مدار السنة .

٦ - الموقع :

يجب ان تكون الاشارة في موقع وارتفاع مناسبين لتسهيل رؤيتها وقراءتها من قبل السائق من مسافة كافية دون ان تضطره الى صرف انتباهه عن الطريق كما يجب ان توضع الإشارة قبل مسافة كافية –يحددها القانون- من المكان الذي تشير اليه ، وان تتناسب هذه المسافة مع سرعة السيارة . فإذا كانت الإشارة تدل على وجود مفرق طريق مثلا فانه يتوجب وضع الاشارة قبل المسافة القانونية من المفرق لكي تمكن السائق من تخفيف سرعته تمهيدا للدخول الى الطريق الفرعية . والجدول التالي يعطي فكرة عن المسافة اللازمة للسائق ليرى الإشارة ويتصرف حسب تعليماتها .

جدول (٥-١) العلاقة ما بين سرعة السيارة و المسافة بين الاشارة والتقاطع التي تدل عليه الاشارة[١]

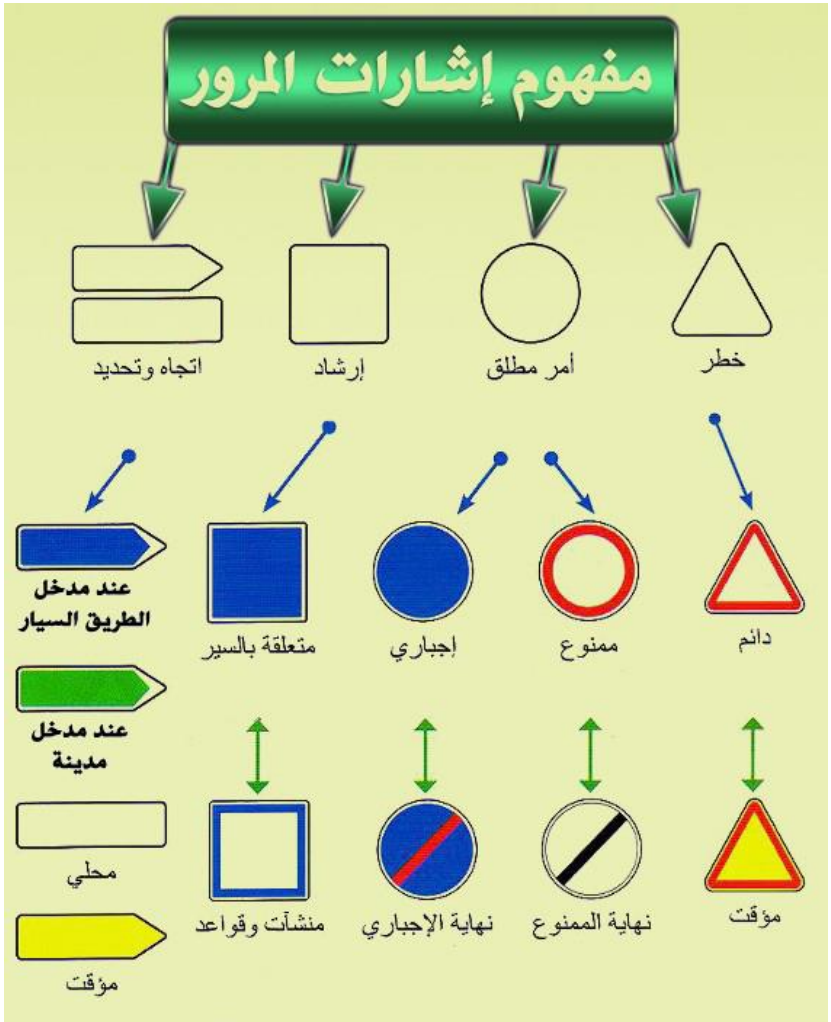
سرعة السيارة كم/ساعة	٥٠	٦٥	٨٠	٩٥	١٢٠
المسافة بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة (م)	٤٥	٩٠	١٥٠	٢٢٠	٣٠٠

٧ – الرؤية في الليل :

حيث ان الاشارة مهمة للسائق في الليل والنهار فانه لا بد من تأمين الاضاءة لها او جعلها عاكسة للاضواء بحيث يراها السائق ليلا نهارا.

٨- اشارات الطوارىء :

توضع اشارات مؤقتة عند وقوع حوادث او تعطيل سيارات او وجود ضباب وهذه الاشارات تكون متنقلة ويؤمن لها اضاءة كافية من بطاريات خاصة .



الشكل (٥-٢) مفهوم إشارات المرور[٢]

[١] حسب القانون الفلسطيني ولائحته التنفيذية
[٢] حسب القانون الفلسطيني ولائحته التنفيذية

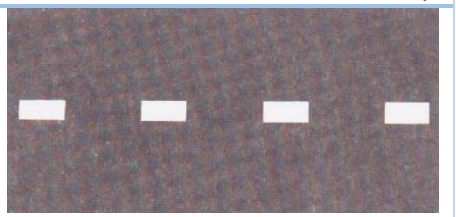
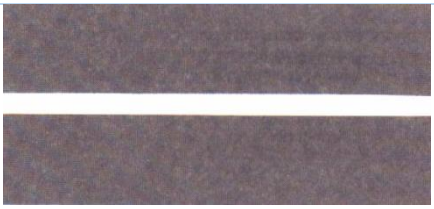
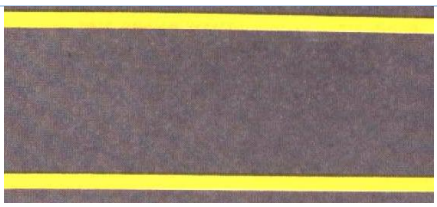
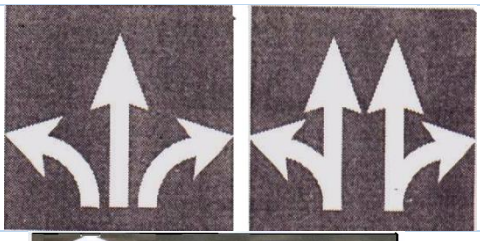
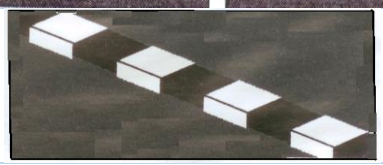
أما بالنسبة لبعض الإشارات التي سيتم استخدامها في شارع أبو دعجان حسب قانون المرور الفلسطيني ولائحته التنفيذية فهي كالتالي :

جدول (٥-٢) إشارات المشروع

الإشارة	المدلول
	أولاد بالقرب من المكان
	انعطاف حاد نحو اليسار
	مفترق تقاطع طرق
	مفترق تقاطع طرق لليسار
	مفترق تقاطع طرق لليسار
	أعط حق الأولوية لحركة السير أمامك
	ممنوع التجاوز
	ممنوع التجاوز بالنسبة للشاحنات التي تزيد عن ٤ طن
	يوجد ممر مشاة بالقرب من المكان
	ممر مشاة

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

جدول (٥-٣) الخطوط المستخدمة في المشروع

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

٥-٣ الإنارة على الشوارع والطرق :

٥-٣-١ فوائد الانارة :

إن إضاءة الشوارع تخفض من حوادث الطرق كما تساعد الاضاءة السائق على قيادة سيارته في الليلة بنفس السرعة التي يقود بها نهارا ، مما يقلل من وقت الرحلة . والاضاءة مفيدة للمشاة حيث تجنبهم الاخطاء وتمكنهم من رؤية الطريق بوضوح بالاضافة الى انها ضرورية من النواحي الامنية .

تكلف الإضاءة أموالا كثيرة ثمنا للأعمدة والكوابل والتمديدات وثمنا للمصابيح الكهربائية وخلافها ، بالاضافة الى نفقات التشغيل اليومية ونفقات التنظيف والصيانة وغيرها . ولا بد من عمل دراسات الجدوى الاقتصادية قبل المباشرة في اضاءة الطريق بحيث يكون المردود الاقتصادي الناتج عن الإضاءة(كالتوفير في الوقت وتخفيض الحوادث وحفظ الامان للمشاة) يعادل أو يفوق تكاليف الإضاءة والتشغيل .

٥-٣-٢ مواصفات الإنارة :

ان انارة الطريق عمل يتطلب دراسة وافية ومواصفات محددة مبنية على تجارب وابحاث سابقة . ولذلك يجب مراعاة ما يلي :

١- الاهتمام بمكان اعمدة الانارة من حيث تثبيتها في الجزيرة الواقعة في وسط الطريق او على الارصفة فقط او على الارصفة والجزيرة معا .

٢- الاهتمام بابعاد الاعمدة كارتفاعها واطوال اذرعها والمسافات بينها ودراسة هذه الامور دراسة وافية .

٣- الاهتمام بنوع المصابيح المستعملة ، حيث ان لكل نوع مزاياه ونواقصه ، فبعض المصابيح يتأثر بالامطار والرياح والضباب وبعضها يحتاج الى صيانة مستمرة .

٤- دراسة نوع سطح الطريق ومدى قدرته على عكس الاضاءة حيث ان نوع المصابيح وتوزيع الاعمدة وغير ذلك من الامور التي تتاثر بنوع سطح الطريق ومقدرته على عكس الضوء .

٥- الاهتمام بتوزيع الانارة حيث انها يجب ان توزع بانتظام لان ذلك يقرر توزيع الاعمدة وابعادها وقوة المصابيح وغير ذلك .

والخلاصة انه لا بد من دراسة كافة هذه الامور عند المباشرة في ايصال التيار الكهربائي للطريق بالاضافة الى دراسة الجدوى الاقتصادية حتى تحقق النتائج المطلوبة والفوائد المرجوة .

٥-٣-٢-١ ارتفاع أعمدة الإنارة:

يختلف ارتفاع أعمدة الإنارة حسب عرض الطريق، ونوعية المصابيح المستخدمة،و حسب سطح الطريق، والمنطقة المحيطة بالأعمدة، وعادة يستخدم ارتفاع أعمدة الإنارة ٧.٦٢، ١٠.٦٩،١٢.١٩ متر والمسافة عن مركز المصباح إلى جانب الطريق (overhangs) ١.٥، ٢، ٢.٥ متر على الترتيب.

٥-٣-٢-٢ المسافة بين أعمدة الإنارة:

حيث تختلف المسافة بين الأعمدة حسب العناصر التي تم ذكرها سابقا، وتستخدم نصف المسافة المستخدمة في الطريق على التقاطعات لتوفير الأمان والرؤية الكافية للجزر والاشارات.

ويوضح الجدول التالي العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطريق وارتفاع العمود.

جدول (٥-٤) توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق.[1]

ROAD	MOUNTING HEIGHT H M	EFFECTIVE WIDTH, W(M)										MAX OVERHANG (M)
		7.62	9.14	10.69	12.19	13.72	15.24	16.76	18.29	19.81	21.34	
		Maximum spacing , S (m)										
A1	7.26	30.5	25.36	21.3	18.3	16.8						1.82
	9.14	36.6	36.6	30.5	27.4	24.4	21.3	19.8				2.29
	10.69	42.7	42.7	42.7	38.1	33.5	30.5	27.4	24.4	22.9		2.59
	12.19	48.8	48.8	48.8	48.8	42.7	39.6	35.1	32.0	30.5	27.4	2.90
A2	7.62	33.5	30.5	25.9	22.9	19.8						1.82
	9.14	39.6	39.6	38.1	33.5	29.0	25.9	24.4				2.29
	10.69	47.2	47.2	47.2	45.7	٣٩.٦	36.6	33.5	30.5	27.4		2.59
	12.19	53.3	53.3	53.3	53.3	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5	2.90
A3	7.62	36.6	36.6	32.0	27.4	24.4						1.82
	9.14	44.2	44.2	44.2	39.6	35.1	32.0	29.0				2.29
	10.69	51.8	51.8	51.8	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5		2.59
	12.19	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9	56.4	51.8	47.2	42.7	39.6	2.90

حيث:

A1 : الإنارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الكثيف (Heavy traffic).

A2: الإنارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الطبيعي (Normal traffic) والتي يمر بها عربات كبيرة.

A3: الإنارة للشوارع ذات المرور المتوسط مثل الطرق الريفية الرئيسية (main rural roads) .

وبما أن عرض الشارع الذي نقوم بتصميمه حوالي ١٤ مترا، وتم اختيار ارتفاع العمود ١٠.٦٩م ويقع الطريق ضمن المجموعة A2،وبناء على ما سبق فإن المسافة بين كل عامود إنارة والآخر ستكون ٣٩.٦ م (٣٥ متر للتقريب) والمسافة من مركز المصباح إلى جانب الطريق٢.٥٩متر.

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

٥-٤ المواقف:

٥-٤-١ أهمية المواقف:

عندما تصل السيارة إلى وجهتها فإنها تتوقف إما للعمل ،أو للنزهة، أو للتحميل أو التنزيل أو لأخذ ركاب وبالتالي فإنها تحتاج إلى مواقف. إن عدم توفير الموقف للسيارات يؤدي إلى ازدحام وخيبة أمل وخطر على حياة المواطنين.

ان مشكلة ايجاد مواقف للسيارات خاصة داخل المدن مشكلة معقدة وتزداد تعقيدا يوما بعد يوم خاصة وان عدد السيارات اخد بالازدياد .

وحتى يتم حل هذه المشكلة فانه لا بد من جمع معلومات وإجراء مسوحات للمنطقة التي تتواجد فيها هذه المشكلة لمعرفة مساحة المواقف المطلوبة ،ومساحة الأماكن المتوفرة كمواقف ، من ثم توزيع المواقف المتوفرة وتنظيمها بالإضافة إلى بناء وتهيئة ما يلزم من مواقف إضافية لسد النقص .

٥-٤-2 انواع المواقف:

٥-٤-2-١ مواقف على الشارع:

وهو الاكثر شيوعا واكثرها قبولا عند الناس الا ان مثل هذا النوع من المواقف له مساوئه وهي :

أ- تعطيل السير وتاخيره وتخفيض سرعته اذا كان هناك صفا طويلا من السيارات الواقفة على جانبي الطريق .

ب – خفض سعة الشارع من حيث استيعابه لعدد السيارات التي ستمر فيه .

ج – تزداد حوادث الطرق بوجود السيارات الواقفة على جانب الطريق.

ان للوقوف على جانبي الشارع مزايا منها انه يسهل على المواطنين حركتهم وقضاء مصالحهم ولا يتسبب ذلك في اضرار اذا توفرت الشروط التالية :

١- اذا كان الشارع عريض.
٢- اذا كان عدد السيارات الذي تستعمله قليل.
٣- اذا كان السير باتجاه واحد.
٤- اذا كان الوقوف على جانب واحد من الطريق فقط وهو الجانب الاقل كثافة من حيث حركة السير .
٥- اذا كانت حركة المشاة على الطريق قليلة .
٦- اذا سمح بالوقوف في اوقات وايام محددة تكون فيها حركة السير قليلة .

٥-٤-2-٢ المواقف خارج الشارع :

اصبح الوقوف على جانب الشارع امرا صعبا خاصة في المدن ولذلك فقد اوجدت مواقف اخرى غير الشارع وهي :

١- الساحات
٢- الموقف المتعدد الطوابق
٣- المواقف تحت الأرض
٤- المواقف على الأسطح
٥- الكراجات الميكانيكية

٥-٤-3 تطوير المواقف:

عند تصميم وتخطيط مواقف للسيارات يجب اخذ ظروف المنطقة التي ينشا الموقف لها بعين الاعتبار . وهناك عدة امور لابد من القيام بها وهي :

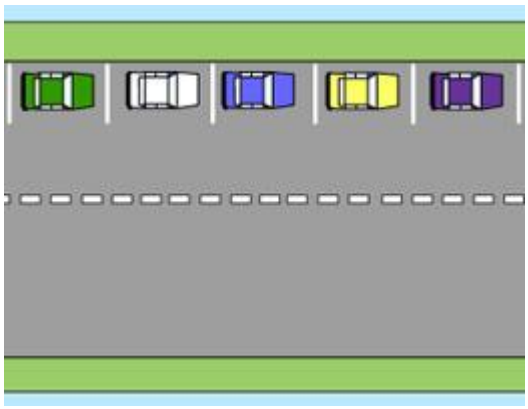
١- موقع الموقف: يجب ان يكون الموقف في مركز المنطقة التي تم انشاؤه فيها الا انه يجب ان لا يقع الموقف في منطقة حركة السيارات حتى لا يعيق حركتها وحركة المشاة ويشكل خطرا عليها .

٢- المدخل والمخرج : يجب الانتباه الى المدخل والمخرج بحيث يكونا من مناطق الشوارع ذات الاتجاه الواحد حتى تسهل حركة السير كمان يجب ان يتم توفير مدخل امن للمشاة .

٣- التحميل والتنزيل: تسبب الشاحنات إعاقة للسير وتعرض السيارات للخطر اثناء التحميل والتنزيل امام المخازن حيث لم يهيأ لها المكان المناسب ، وعليه فان التحميل والتنزيل يجب ان يكون خارج الشارع وفي اماكن خاصة للمخازن خاصة الشاحنات الكبيرة والتي تكون حركتها صعبة .

اما بالنسبة للمواقف التي سيتم عملها في المشروع هي من النوع الذي يكون على جانب الطريق بعرض يبلغ ٢م على كل جانب.

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



الشكل (٥-٣) موقف موازي على الشارع [١]

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

الفصل السادس : التصميم الانشائي

٦ـ ١ مقدمة

٦ـ٢ العناصر الإنشائية للرصفة المرنة

٦ـ٣ العوامل المؤثرة على التصميم

٦ـ٤ خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو

٦-١ مقدمة :

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

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

هناك نوعان رئيسيان للرصفة :

١- الرصفة المرنة (Flexible Pavement) :

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

أ- رصفة تلفورد :

وذلك بحيث تحدد الرصفة وتبنى اطاريف باحجار تسمى حجارة الشك يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة ٢٠ سم وتعبأ الفراغات بحصى صغيرة ترش طبقة صغيرة من الحصمى الفولية لتعبئة الفراغات يرش اسفلت بدرجة غرز ٨٠ % بمعدل ٤ كيلو على المتر المربع.

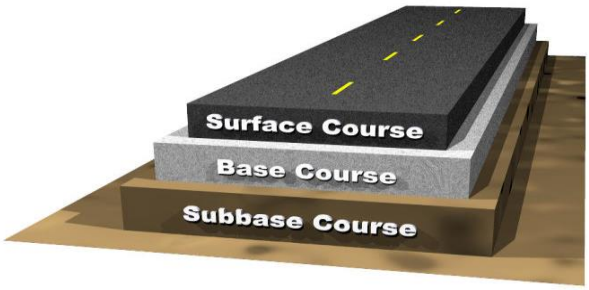
ب- رصفة الفرشيات :

وقد انتشر استخدام هذه الطريقة في منتصف الخمسينيات ، حيث يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصف بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البيسكورس وفرشها بالسمك المطلوب ، وتفرد هذه الطبقة بحيث لا تتجاوز كل طبقة ٢٠ سم .

٢- الرصفة القاسية :

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

٦-٢ العناصر الإنشائية للرصفة المرنة :



الشكل (٦-١) طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل(1-6) من العناصر التالية :

١. القاعدة الترابية (sub grade): و هي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله او من المواد التي تم قصها من مكان اخر ، وتدمك هذه الطبقة حتى تصل إلى القوة المطلوبة .

٢. طبقة ما تحت الأساس (sub base) :وهي الطبقة التي تنشأ مباشرة فوق طبقة القاعدة الترابية . إذا كانت خواص القاعدة الترابية مساوية لخصائص هذه الطبقة فيمكن الاستغناء عن هذه الطبقة ، وإذا لزم الأمر يتم إجراء عملية تثبيت لهذه الطبقة لتصل إلى المقاومة المطلوبة .

٣. طبقة الأساس (base course) وهي مجموعة من الحصى المتدرجة متوسطة الخشونة و تكون حجارة مكسرة يتم احضارها حاليا من الكسارات، وهو ما يعرف في بلادنا بالبسكورس .

٤. الطبقة السطحية الإسفلتية (surface course) : وهي خلطة إسفلتية توضع فوق طبقة الأساس بعد رش طبقة تشريب (Prime coal) .

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

٦-٣ العوامل المؤثرة على التصميم:

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

١- الحجم المروري.

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

٣- خصائص التربة وفحوصاتها.

٤- العوامل البيئية لمنطقة الطريق والدراسات العامة التي تحدد هذه السماكات.

وفي المشروع سيتم الاعتماد على هذه العوامل جميعها في التصميم.

٦-٤ خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو :

فيما يلي خطوات التصميم الانشائي وايجاد سمك الطبقات حسب نظام AASHTO(٢٠٠٤) :

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

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

حيث أن :

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

ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول:

جدول (٦-١) نسبة المركبات في المسرب الواحد (Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane)

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

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على مسربين (أي مسرب واحد في كل اتجاه وكل مسرب بعرض 3.125متر) فتؤخذ قيمة f_d المقابلة للرقم ٢ من الجدول وهي ٥٠%.

أما قيمة growth factor (G_f) فيتم الحصول عليه من الجدول (٦-٢) :

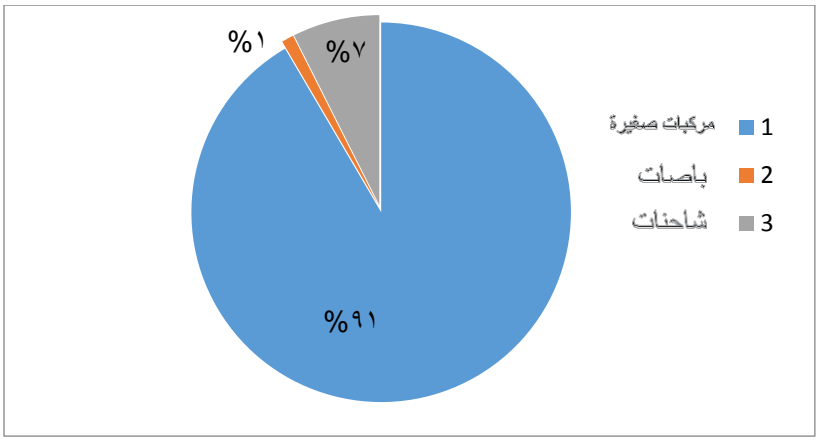
جدول (٦-٢) معامل النمو (Growth factor)

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

عند تصميم الطرق عادة يتم اعتبار ان صلاحية الطريق ٢٠ عاما مستقبليلا ، وتوقع نسبة الزيادة السنوية ٤ % فتكون قيمة $G_f = 29.78$.

معدل المرور اليومي (AADT) = ٩٤.٧ سيارة /يوم

اما بالنسبة ل معدل المرور اليومي المتوقع لمدة التصميم وهي ٢٠ عام=٩٤.٧*٢٩.٧٨ +٩٤.٧ = ٢٩١٤ سيارة / يوم وسوف يتم اعتماد الرقم ...٣ سيارة / يوم في التصميم .



الشكل (٦-٢) توزيع المركبات في الشارع

جدول (٦-٣) عدد المركبات حسب النوع في ايام الاسبوع

الايام	سيارة	باص	شحن
السبت	62	1	7
الاحد	83	1	9
الاثنين	76	1	7
الثلاثاء	85	1	8
الاربعاء	80	0	7
الخميس	94	2	7
الجمعة	183	1	2

جدول (٦-٤) نسبة المركبات حسب النوع في ايام الاسبوع

الايام	سيارة	باص	شحن
السبت	88.57%	1.43%	10%
الاحد	89.25%	1.08%	9.68%
الاثنين	90.48%	1.19%	8.33%
الثلاثاء	90.43%	1.06%	8.51%
الاربعاء	91.95%	0%	8.05%
الخميس	91.26%	1.94%	6.79%
الجمعة	98.39%	0.54%	0.54%

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

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

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

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

وبالتالي فإن قيمة ال(ESAL):

ESAL(car) = 0. 5 * 29.78 * 365 * 2500 * 0.95 * 2 * 0.0003135 =0.٥٣٨٢٩٢*10^6

ESAL(buss) = 0. 5 * 29.78 * 365 * 2500 * 0.01 * 2 *0.198089 =0.٥٣٨٢٩٢*10^6

ESAL(truck) = 0. 5 * 29.78 * 365 * 2500 * 0.04 * 2 * 0.29419 =3.197757*10^6

TOTAL ESAL = 3.82*10^6

ولحساب سماكة كل طبقة يتم الاعتماد على نتائج فحص كاليفورنيا حيث يجب ان لا تقل نسبة تحمل فحص كاليفورنيا لكل طبقة عن التالي :

جدول (٦-٥)[1]: قيمة ال CBR لكل طبقة

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

ولحساب المعامل المناخي نستخدم المعادلات التالية :

$R = \frac{N_d}{12} * R_d + \frac{N_s}{12} * R_s$ 6.2

حيث أن :

- R : Regional Factor

[1] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

- N_d: Number of dry months in a year
- R_d : Regional Factor for soils dry
- N_s: Number of saturated months in a year
- R_s : Regional Factor for soils saturated

ولإيجاد قيمة ال (R_d) و(R_s) يتم إستخدام الجدول :

جدول (٦-٦)[١] **:**قيمة المعامل المناخي

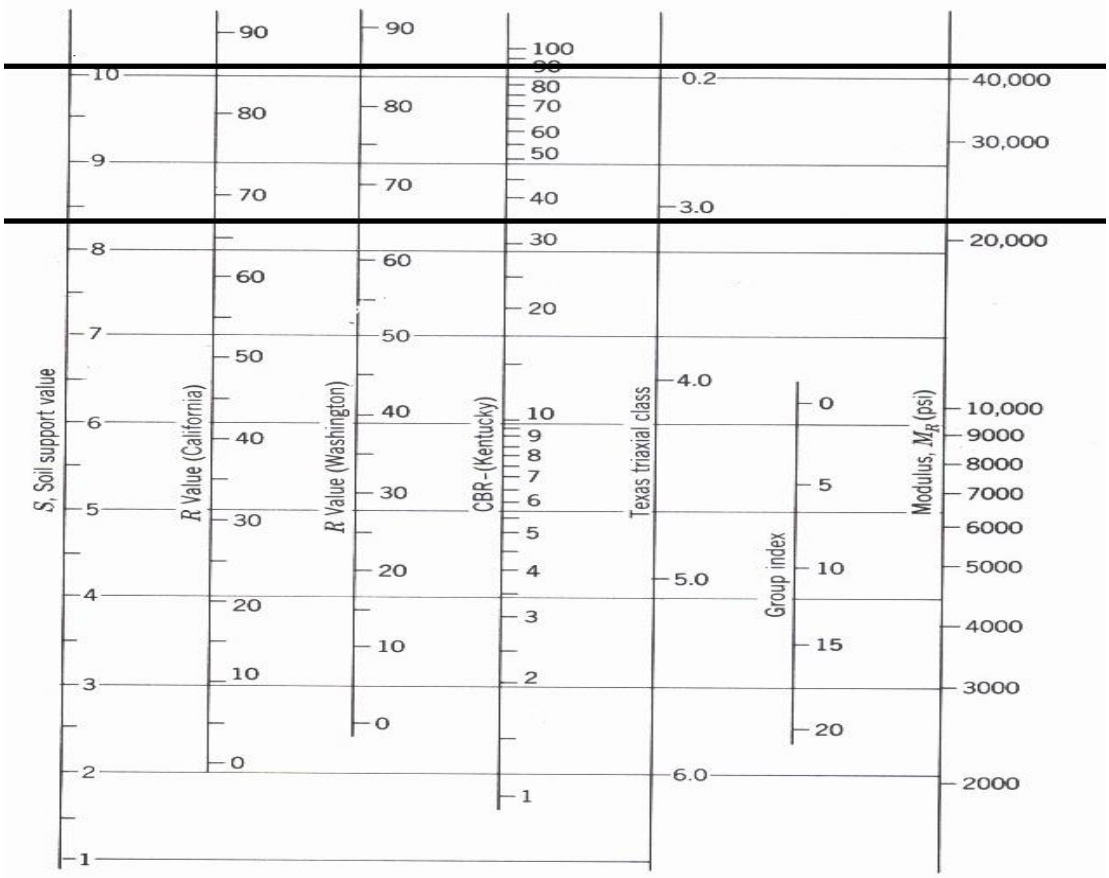
case	Suggested Regional Factor
Roadbed soil frozen 5in or more	0.2 –1.0
Roadbed soils dry	0.3 – 1.5
Roadbed soils saturated	4.0 – 5.0

وبأخذ بعين الإعتبار أن منطقة الخليل يكون فيها ٤ أشهر رطبة و ٨ أشهر جافة (بشكل تقريبي حسب الدراسات):

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

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

[١] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993



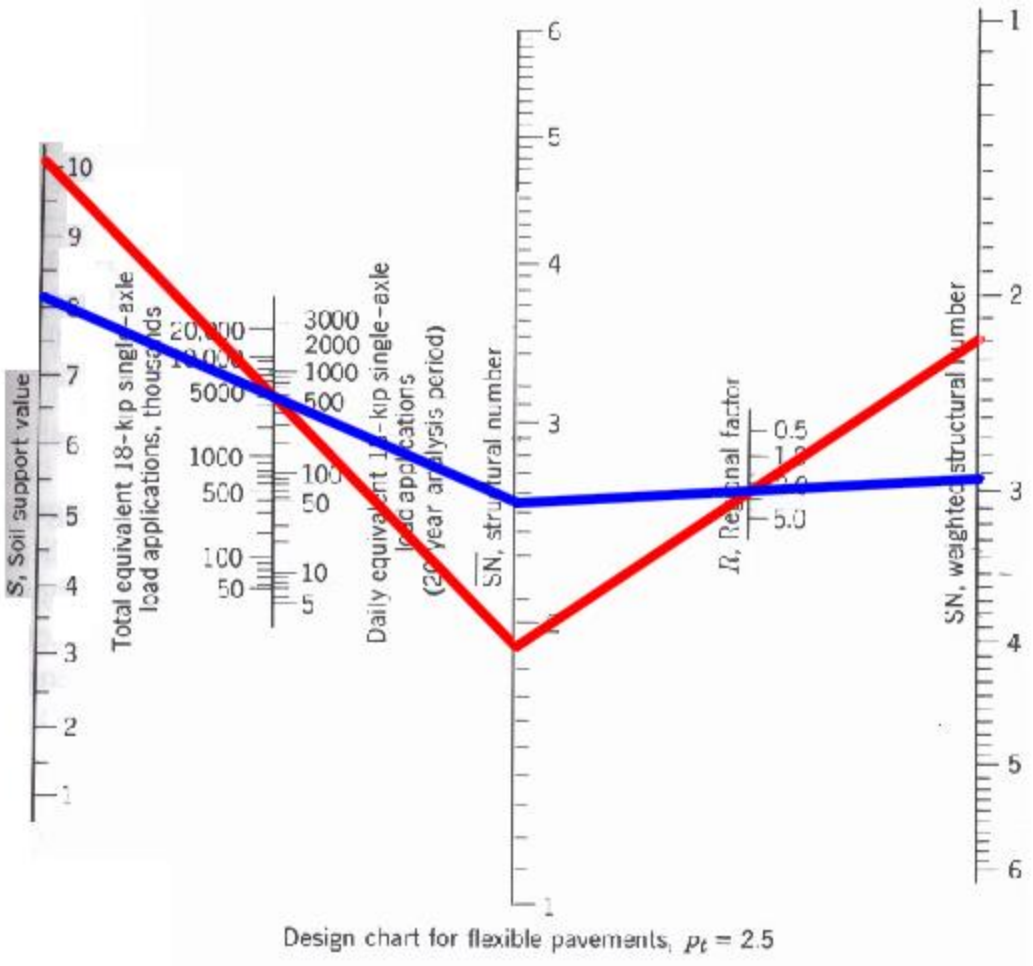
الشكل (٦-٣):S-soil support value

وبالتالي فإن :

(S1-soil support value) = 10.1

(S2-soil support value) = 8.3

بعد ذلك سيتم حساب قيمة ال SN وذلك حسب الشكل:



الشكل (٦-٤) :قيمة المعامل SN

SN (Base Course) = 2.2 SN (Asphalt) = 2.93

بعد ذلك يتم حساب سمك كل طبقة وذلك حسب المعادلة :

SN = a1 * D1 + a2 * D2 * mi.....6.3

حيث أن:

- SN: Structural Number.
- a_1، a2 : layer coefficients representative of surface, base course respectively.
- D_1, D2: actual thickness, of surface, base course respectively.
- Mi: drainage coefficient for layer i.

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

١) قيمة المعامل a1

جدول (٦-٧)[١] :قيمة المعامل (a1)

Case of Pavement	a_1 suggested
Road mix (low stability)	0.20
Plant mix (high stability)	0.44
Sand Asphalt	0.40

*وبناء على ما سبق فإن قيمة a1=٠.٤٤.

٢) قيمة المعامل a2

جدول (٦-٨)[1]: قيمة المعامل (a2)

Case of base course	a2 suggested
sandy gravel	0.07
Crushed stone	**0.14**
Cement- treated (650psi or more)	0.23
Cement- treated (400-650psi)	0.20
Cement- treated (400psi or less)	0.15
Coarse- graded bituminous-treated	0.34
Sand asphalt	0.30
Lime -treated	0.15-0.30

*وكما تم الاسلاف فإن قيمة a2=٠.١٤.

أما بالنسبة لمعامل التصريف عند حد الإشباع (5-25%) ، وبتصريف ضعيف فإن قيمته تساوي ٠.٧ .

وبالتالي فإن سمك الطبقات :

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

2- D2 = $\frac{2.93-2.20}{0.7*0.14}$ = 7.4 in = 7.4 *2.54 = 18.8 cm Select 20 cm

وبالتالي فإن سماكة الطبقات تكون كالتالي :

[١] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

جدول (٦-٩)[1]: سماكة الطبقات

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

بالنسبة لطبقة الأسفلت (Binder Course) تكون بحجم حبيبي ١ انش وطبقة الاسفلت (Wearing Course) بحجم حبيبي ٤\٣ انش .

وبالنسبة لمواد الردم فيجب استخدام مواد مختارة قريبة من تكوين طبقة الاساس عبارة عن مزيج من الصخور خالية من التربة العضوية (الحمراء) ولا تقل نسبة تحمل كاليفورنيا لها عن ٣٥.

الفصل السابع: تصريف مياه الامطار

٧-١ مقدمة

٧-٢ متطلبات صرف المياه من الطريق

٧-٣ أنواع صرف المياه

٧-٣-١ الصرف السطحي

٧-٣-١-١ تجميع المياه السطحية

٧-٣-٢ الصرف المغطى

٧-٤ كمية مياه الأمطار

٧-٥ تصميم شبكة التصريف

٧-٥-١ أهم الامور التي تؤخذ عند التصميم

٧-٦ مراحل التصميم

٧-١ مقدمة:

تعتبر عملية تصرف 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 و إزالة المياه المتشبعة 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 انتهاء عملة الرك ننتظر حتى يتبخر الماء الموجود مع التربة.

إن أثر الماء على الطريق يعتمد أيضا على نوع التربة والأحمال المارة وطبيعتها، أما أهمية صرف المياه تعود للأسباب التالية:

١. زيادة نسبة الرطوبة يتسبب في تقليل قوة تحمل الرصف، وهذا يسبب زيادة عدم الإستقرار، وهذا ينعكس على قطاع الرصف ككل.
٢. زيادة نسبة الرطوبة تؤدى إلى تغيرات ملحوظة في حجم بعض أنواع التربة، وأيضا هذا يؤدي إلى انهيار سريع في قطاع الرصف.
٣. تواجد المياه السطحية على أكتاف الطريق و حواف الرصف يتسبب في مخاطر جسيمة قد تتمثل في التعجيل في بانهيار الميول الجانبية للطريق، حيث تقل قوى القص بينما تزداد القوة المسببة لإنزلاق الميول.
٤. 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.
٥. في حالة الجسور العالية ويتسبب سريان المياه السطحية في تآكلها والتعجيل في انهيارها نتيجة للنحر الشديد الذي قد تتعرض له.

٧-٢ متطلبات صرف المياه من الطريق:

١. 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 (التعلية – Super Elevation)، فيكون باتجاه واحد.
٢. قطع الطريق أمام المياه السطحية المتجهة من الأراضي المحيطة إلى حرم الطريق.

٣. تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الانحدار الكافي لتصريف المياه.
٤. 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.
٥. يجب أن يكون قطاع المصارف الجانبية المكشوفة ذات سعة وانحدار طولي مناسبين لصرف المياه المتجمعة.
٦. يجب أن لا تتسبب المياه السطحية المارة على سطح الطريق وعلى الميول الجانبية في تكوين حفر عرضية أو نحر بالتربة.
٧. يجب أن لا يزيد منسوب المياه الأرضية عن حد معين بالنسبة لأوطى نقطة لقطاع الرصف و المسافة الرأسية بين المنسوبين يجب أن لا تقل عن 1.2 متر .
٨. منع وصول المياه للطريق من التلال و المساحات القريبة من المنطقة، وذلك بعمل أفنية طولية موازية للطريق تتجمع فيها المياه وتنقلها بعيدا عن الطريق.
٩. بناء الاطاريف و البالوعات اللازمة في جمع وتصريف المياه.

٧-٣ أنواع صرف المياه:

٧-٣-١ 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.

٧-٣-١-١ 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 ١.٥% الى ٣ % لسطح الطريق، و ٤% الى ٦% للكتف. 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 كثيره وعروض محدودة للشوارع فإنه يتعذر عمل مصارف مكشوفة والبديل هو مصارف تحت الأرض لصرف المياه السطحية.

٧-٣-٢ 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.

٧-٤ كمية مياه الأمطار :

ترتكز أنظمة تصريف مياه الأمطار لمنطقة معينة على الطبيعة الجغرافية والأحوال المناخية لتلك المنطقة ، وترتبط بكميات مياه الأمطار (Rainfall) وما تولده من مياه تنساب على سطح الأرض (Runoff) ، ومعرفة كميات مياه الأمطار الجارية على الأسطح هو أمر مهم لتصميم شبكة تصريف مياه الأمطار ، وهناك أكثر من طريقة لحساب كميات مياه الأمطار ومن أشهر هذه الطرق (Rational method):

$$Q = C\ I\ A$$

حيث ان :

Q: quantity of storm water (التدفق) (Liter /Second).

C: run off coefficient. (معامل الانسياب السطحي)

A: area (المساحة) (hectare).

I: rain fall intensity (كثافة المطر)(Liter/Second .hectare).

ويوجد لهذه النظرية كما النظريات الاخرى مجموعة فرضيات ، هذه الفرضيات قد لا تكون منطقية الا أنه اذا تم العمل عليها فيجب الاخذ بهذه الفرضيات :

توزيع الأمطار متساوي في كل المنطقة التي سيتم العمل عليها.

شدة الهطول متوزعة بشكل متساوي في كل فترة الهطول.

يتم إعتماد ما يسمى بـ (time concentration) في هذه النظرية ، وهو الوقت اللازم لجمع أبعد نقطة مطر وتصريفها (زمن الدخول وزمن التدفق):

$$tc = ti + tf$$

حيث ان :

ti : inlet time (5_15 min) , depend on ground slope and the nature of the ground.

tf : flow time = $length\ of\ pipe / velocity$

بالنسبة لمعامل الانسياب السطحي(c) فيتم أخذه من الجدول:

جدول (٧-١)[1] :قيمة معامل الانسياب السطحي (C)

نوع السطح	قيمة معامل الانسياب السطحي (C)
أسطح المباني	0.95 – 0.75
شوارع ومسطحات مرصوفة رصف جيد	0.90 – 0.80
رصف بالطوب أو الحجارة بالمونه	0.85 – 0.75
رصف بالطوب أو الحجارة بدون مونه	0.70 – 0.50
طرق ترابية	0.60 – 0.25
طرق زلطية	0.30 – 0.15
طرق غير مرصوفة	0.30 – 0.10
أراضي عشبية ومساحات فارغة	0.20 – 0.10

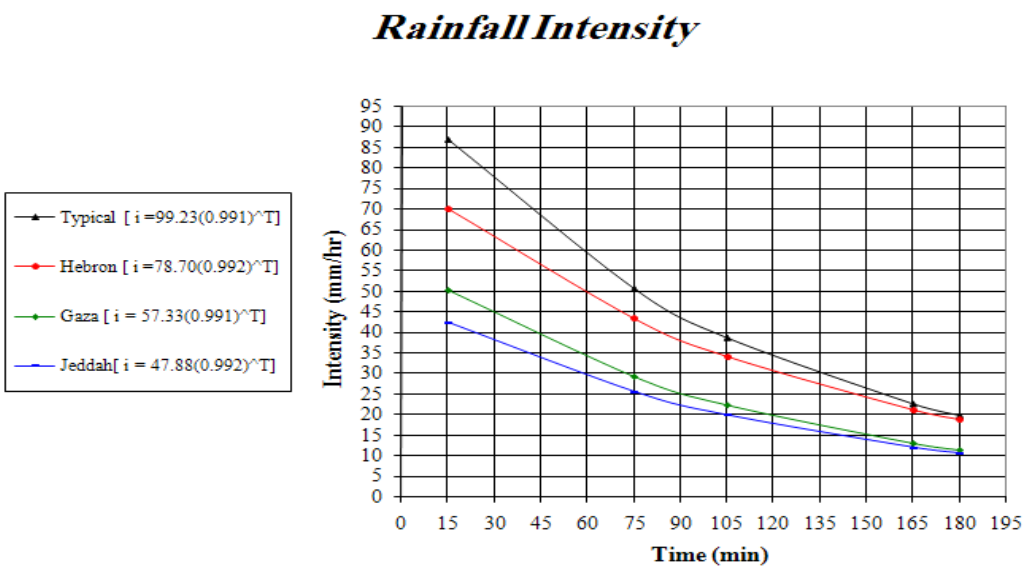
في بلادنا يتم اعتماده عادة 0.7 .

وأما بالنسبة لكثافة المطر (I) : فتعتمد طريقة حساب شدة سقوط الامطار على مدة استمرار الهطول ، لذلك من المتوقع أن تكون غزارة المطر عالية عندما تكون الفترة قصيرة ، ومن المناسب تمثيل معلومات سقوط الأمطار على شكل منحنيات والتي تربط مدة سقوط الأمطار مع غزارتها لفترات دورية (25 , 10 , 5) سنة ، وهي تشمل اكبر كمية مياه أمطار سقطت خلال الفترات الدورية ، ويمكن استخدام المنحنيات المصممة على أساس 25 سنه في المناطق المعرضة إلى فيضانات.

أما القيمة الناتجة من المنحنى فتكون وحدتها (mm/hr) وبالتالي للحصول على الوحدة المطلوبة (L/S.ha) فيتم القسمة على 60 لتصبح القيمة بالدقائق (min) ، ثم نضرب بالرقم 166.7 لنحصل على الوحدة المطلوبة :

$$\frac{mm*\text{min}*1000\ m^2*1\ m*1000L}{\text{min}*60S*\text{ha}*1000\text{mm}*1\ \text{m}^3} = 166.7\ L/S.ha$$

[1] تصميم شارع الماجور



الشكل (٧-١)[١] : كثافة الأمطار

وبالتالي يتم حساب قيمة التدفق (Q) لكل مساحة من مساحات الطريق على حده.

٧-٥ تصميم شبكة التصريف :

٧-٥-١ أهم الامور التي تؤخذ عند التصميم

عند القيام بعمل التصميم للشبكة يجب أخذ بعين الاعتبار مجموعة أمور هامة :

1) Layout

حيث يتم تحديد أعلى نقاط محيطة بالمنطقة وتسمى الـ (water divider) ، وتحديد أعلى نقطة وأخفض نقطة و يتم التوصيل بينهما حسب الخارطة الكنتورية وتحديد اتجاه الحركة (flow direction) لتنتج الـ (catchment area) مع الاخذ بعين الاعتبار مجموعة أمور أهمها :

- تسيير الخط بأقل مسافة.
- يتم عمل النظام حسب الجاذبية الا اذا كانت التكلفة لشراء المضخات وتركيبها وصيانتها أقل من تكلفة الحفر.
- الـ (catchment area) يفضل أن تكون أكبر ما يمكن.

2) Inlets

وهي عبارة عن المدخل الخاص بمياه الامطار الى الشبكة ، ويتم وضعه اذا تحقق أحد الشروط :

١. عند تغير الميل.
٢. عند تغير الاتجاه (حيث يجب أن تكون زاوية التغير أكبر من ٩٠ درجة).

[١] تصميم شارع الماجور

٣. عند تغير قطر الـ (pipe).
٤. اذا كانت المسافة (١٢٠_١٨٠) متر

وفي مشروعنا فقد تم استخدام (gutter inlet).

الشكل (٧-٢) : gutter inlet[١]

Pipe diameter (3

وهو قطر الانبوب الذي سيتم استعماله في الشبكة.

D_{min} = 10 inch = 250 mm.

Velocity (4

حيث يتم الاهتمام بأقل سرعة وأعلى سرعة ، ويتم التحكم بها عن طريق تغيير الميل (S) في برنامج (Sewer cad) .

V_{min} = 1 m/s.

V_{max} = 5 m/s.

Slope (5

كما السابق يتم الاهتمام بأعلى وأقل ميل ، حيث أنهما مرتبطتين بشكل مباشر بالسرعة ،

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2} \quad \text{.....6.6}$$

[١] http://www.maxq.com.au

فعندما نريد ايجاد $S_{\min}$ نعوض V_{min} وعندما نريد ايجاد S_{max} نعوض V_{max}.

حيث ان :

- V : velocity of flow.
- n : manning coefficient = 1/75.
- R : hydraulic radius (by tables).
- s : design slope.

٦) Depth of sewer (d_{min})

وهي أقل عمق للأنبوب عن سطح الارض ، وهو يساوي ١متر.

٧) location of sewer pipes in road section

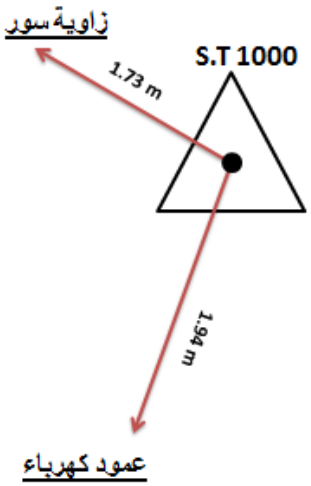
يتم وضع انابيب التصريف للمياه بإتجاه ميول المقطع العرضي للطريق.

وفي مشروعنا فان الميل سيكون من مركز الشارع نحو الاطراف ، لذا سيتم وضع الانابيب على جوانب الطريق

٧-٦ مراحل التصميم :

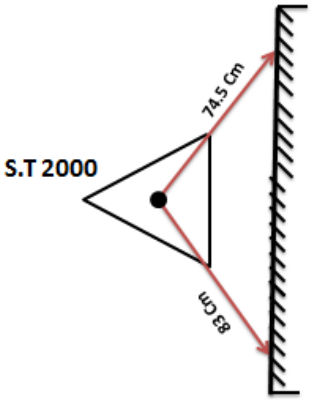
1. Lay out.
2. Calculate flow capacity (Q = CIA).
3. Calculate ground slope (G = $\frac{elevation\ of\ upper\ inlet - elevation\ of\ downer\ inlet}{distance}$).
4. Assume diameter (D = D_{min} = 10 inch).
5. Choose sewer slope : hear 4 cases :
   I. G > $S_{\min}$ → S = $S_{\min}$.
   II. G = $S_{\min}$ → S = $S_{\min}$.
   III. G > S_{max} → S = S_{max} .
   IV. $S_{\min}$ < G < S_{max} → S = G.

١- **تربيط النقطة رقم (١٠٠٠):-**



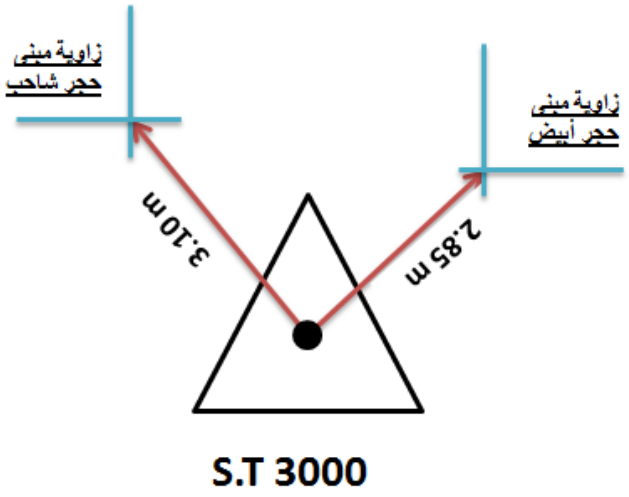
الشكل (أ_١): تربيط النقطة رقم ١٠٠٠

٢- **تربيط النقطة رقم (٢٠٠٠):-**



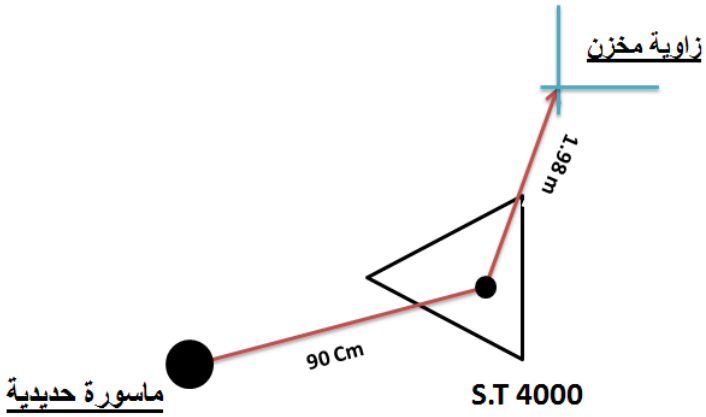
الشكل (أ_٢): تربيط النقطة رقم ٢٠٠٠

٣- تربيط النقطة رقم (٣٠٠٠):-



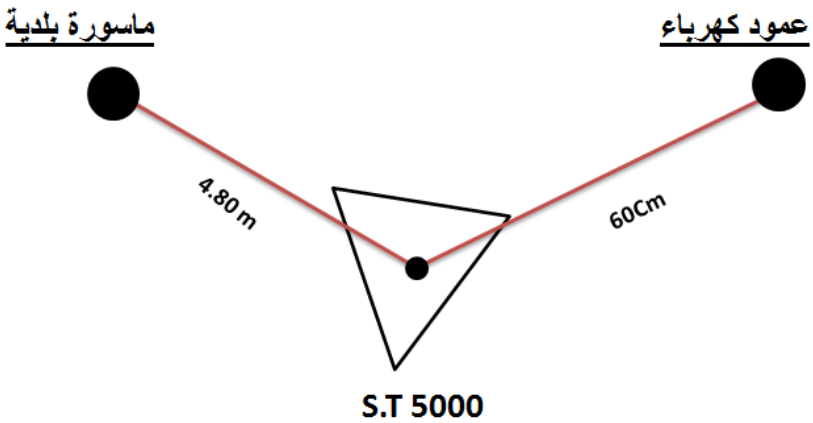
الشكل (أ_٣): تربيط النقطة رقم ٣٠٠٠

٤- **تربيط النقطة رقم (٤٠٠٠):-**



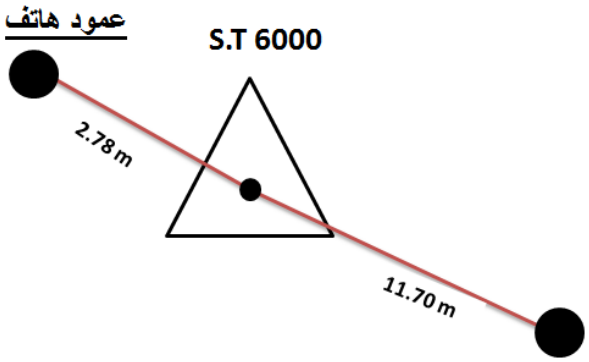
الشكل (أ_٤): تربيط النقطة رقم ٤٠٠٠

٥- **تربيط النقطة رقم (٥٠٠٠):-**



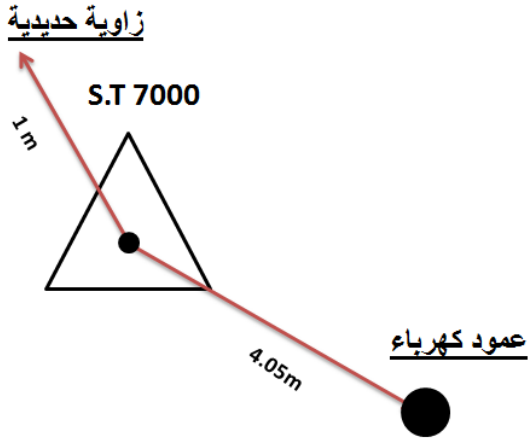
الشكل (أ_٥): تربيط النقطة رقم ٥٠٠٠

٦- **تربيط النقطة رقم (٦٠٠٠):-**



الشكل (أ_٦): تربيط النقطة رقم ٦٠٠٠

٧- **تربيط النقطة رقم (٧٠٠٠):-**



الشكل (أ_٧): تربيط النقطة رقم ٧٠٠٠

العد المروري لمدخل طريق أم الدالية من تاريخ (31/3/2018 – 6/4/2018) بالاعتماد على كاميرات مراقبة للمحال التجارية في المنطقة .

جدول (ب_١): التعداد المروري اليومي لمدة اسبوع

اليوم	الفترة الزمنية		نوع المركبات		
	الزمن	عدد المركبات	سيارات صغيرة	باصات	شاحنات
السبت	7 - 10	69	59	1	9
	11-2	71	63	0	8
	2-5	65	56	1	8
	5-10	72	70	0	2
الاحد	7-10	94	85	1	8
	11-2	103	88	3	12
	2-5	81	70	0	11
	5-10	91	87	1	3
الاثنين	7-10	84	71	1	12
	11-2	97	89	2	5
	2-5	75	65	1	9
	5-10	82	80	0	2
الثلاثاء	7-10	92	78	1	13
	11-2	108	98	1	7
	2-5	81	73	0	8
	5-10	97	91	3	3
الاربعاء	7-10	88	79	0	9
	11-2	103	96	0	7
	2-5	76	65	1	10
	5-10	81	79	0	2
الخميس	7-10	92	80	2	10
	11-2	110	100	3	7
	2-5	93	85	0	8
	5-10	116	111	4	1
الجمعة	7-10	188	185	2	1
	11-2	232	232	0	0
	2-5	152	148	2	2
	5-10	171	167	1	3

جدول (ب_٢): مجموع التعداد المروري لكل يوم

الايام	سيارة	باص	شحن
السبت	62	1	7
الاحد	83	1	9
الاثنين	76	1	7
الثلاثاء	85	1	8
الاربعاء	80	0	7
الخميس	94	2	7
الجمعة	183	1	2

جدول (ب_٣): نسبة وانواع المركبات

الايام	سيارة	باص	شحن
السبت	88.57%	1.43%	10%
الاحد	89.25%	1.08%	9.68%
الاثنين	90.48%	1.19%	8.33%
الثلاثاء	90.43%	1.06%	8.51%
الاربعاء	91.95%	0%	8.05%
الخميس	91.26%	1.94%	6.79%
الجمعة	98.39%	0.54%	0.54%

معدل المرور اليومي (ADT) = 94.7 .

معامل ساعة الذروة (PHF) = 0.6 .

الشكل (ج_١): الصورة الجوية