بسم الله الرحمن الرحيم

مشروع تخرج بعنوان

تصميم شارع قلقس الرئيسي

فريق العمل

سامي عادل قفيشة حمدي اسحق ابوزعنونة

عبد الله "محمد علي" التميمي

المشرف:

م. معتز قفيشة.

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

توقيع مشرف المشروع توقيع رئيس الدائرة

....

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2017

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانهِ ومجدهِ والصلاة والسلام على سيدنا محمد (صلى الله عليه وسلم) وبعد:

اتكرم اليكم بالشكر الجزيل ... الى كل من ساهم في نجاح هذا العمل واثنى على عرفانكم الطيب واخلاصكم النبيل.

الى كل من بذل في عطائه العظيم في انجاز هذا العمل والى من كانت يديه بيدينا ليمنح الاجيال فرصة المساعدة القيمة والرأي السديد.

فريق العمل

الإهداء

إلى ينبوع العطاء الذين زرعوا في أنفسنا الطموح والمثابرة ... آبائنا الأعزاء

إلى نبع الحنان الذي لا ينضب... أمهاتنا الغوالي

إلى من يحملون في عيونهم ذكريات طفولتي وشبابي ... إخوتي وأخواتي

إلى من ضاقت السطور في ذكرهم فوسعهم قلبي ... شهداء فلسطين

إلى الأمل المشرق في حياتي ... إلى معنى الحياة كلها ... فلسطين

فريق العمل

الملخص

يهدف هذا المشروع إلي تصميم الطريق الواصل بين مدينة الخليل وبلدة يطا (طريق قلقس الرئيسي) لما له من أهمية في تخفيف الضغط عن الشوارع الأخرى, وأيضا تقليل حوادث السير والإصابات المتوقعة.

سيتم في هذا المشروع عمل جميع التطبيقات المساحية اللازمة لمشاريع الطرق بالإضافة إلى تصميم الطريق هندسيا وإنشائيا ، من ناحية وجود جدران إستنادية وما إلى ذلك ، وإيجاد حلول لمشاكل مياه الأمطار ، مع مراعاة قواعد الأمن والسلامة لمستخدمي الطريق من مشاة ومركبات .

Abstract

The project aims to design the road that connects Hebron city and Yatta town (Qelqes Road) because of the importance of this road in decreasing the pressure on other roads and reducing road accidents and potential injuries.

In this project every necessary survey applications will be used in addition to designing the road architecturally and structurally, in terms of the existence of retaining walls etc…, in addition to the existence of solutions of rain water problems, with considerations of rules safety to road users, vehicles and pedestrians.

جدول المحتويات

الشكر والتقدير I
الإهداء II
خلاصة III
Abstract IV
الفصل الأول : المقدمة 2
1.1 نظرة عامة لمنطقة الدراسة 2
1.1.1 الموقع والتسمية 2
1.1.2 تاريخ المدينة 2
1.1.3 مساحة المدينة ونموها الجغرافي 3
1.1.4 المناخ والسكان 3
1.2 نظرة عامة عن علم الطرق 3
1.2.1 التقدير 3
1.2.2 دراسات ميدانية 4
1.2.3 دراسات منزلية 4
1.2.4 التقدير الرياضي 4
1.2.5 النمذجة الحاسوبية 4
1.3 فكرة المشروع 4
1.4 منطقة المشروع 5
1.5 هيكلية المشروع 5
1.6 أهداف و أهمية المشروع 5
1.7 طريقة البحث 6
1.8 الدراسات السابقة 6
1.9 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة 7
الفصل الثاني : الأعمال المساحيّة 9
2.1 تعريف الأعمال المساحيّة 9
2.2 دراسة المخططات 9
2.3 الأعمال الاستطلاعية 9
2.4 مرحلة الرفع التفصيلي 10

2.5 المضلعات (Traverses) 10
2.5.1 المضلع المفتوح (Open Traverse)..... 11
2.5.2 المضلع المغلق (Closed Traverses)..... 11
2.6 نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية(GNSS)..... 12
2.6.1 طرق الرصد..... 13
2.6.1.1 الرصد الثابت (Static Observation)..... 13
2.6.1.2 الرصد الثابت السريع (Fast Static) 13
2.6.1.3 الرصد في الوقت الحقيقي (Real Time Kinematic-RTK)..... 13
2.6.1.4 المحطة الافتراضية (Virtual Reference Station) (VRS) 14
2.6.2 الإحداثيات المصححة 14
الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطريق 19
3.1 مقدمة عن التصميم الهندسي للطريق 19
3.2 أسس التصميم الهندسي للطريق..... 19
3.2.1 حجم المرور..... 19
3.2.2 السرعة التصميمية 19
3.2.3 نوعية المرور..... 20
3.2.4 قطاع الطريق..... 20
3.2.5 عرض المسارب و الطريق..... 21
3.2.6 الميول العرضية..... 22
3.2.7 الميول الطولية..... 22
3.2.8 أكتاف الطريق..... 22
3.2.8.1 فوائد الأكتاف للطريق..... 23
3.2.9 الأطاريف..... 24
3.2.9.1 أنواع الأطاريف 24
3.2.10 الأرصفة 25
3.2.11 الجزر الفاصلة..... 25
3.2.12 الجدران الإستنادية..... 26
3.3 المنحنيات 26
3.3.1 المنحنيات الأفقية 26

3.3.1.1 المنحنى الدائري البسيط 27
3.3.1.2 المنحنى الانتقالي 28
3.3.2 المنحنيات الرأسية 29
3.3.2.1 معادلات القطع المكافئ 31
3.3.3 القوة الطاردة المركزية 32
3.3.4 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) 34
3.3.5 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق 36
3.3.5.1 أهمية تصريف المياه 36
3.4 طبقات الشارع (الرصفات) 38
3.4.1 أنواع الرصفات 38
3.4.1.1 الإسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements) 38
3.4.1.2 الخرسانية أو الصلدة (Rigid Pavements) 38
3.4.1.3 المركبة أو المختلطة (Composite Pavements) 39
3.4.2 عوامل التصميم (Design Factors) 39
3.4.2.1 الحجوم والحمولات المرورية (Traffic and Loading) 39
3.4.2.2 البيئة المحيطة (Environment) 39
3.4.2.3 مواد الرصفة (Pavement Materials) 39
الفصل الرابع : الفحوصات المخبريّة 41
4.1 مقدمة عن الفحوصات المخبريّة 41
4.2 عينات التربة 41
4.2.1 اماكن استخراج العينات 41
4.2.2 أخذ العينات 41
4.2.3 تعبئة العينات 42
4.2.4 نقل وتخزين العينات 42
4.3 التجارب المخبرية 43
4.3.1 تجربة الكثافة العظمى (Proctor compaction test) 43
4.3.2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR) 46
الفصل الخامس : خدمات الطريق 51
5.1 مقدمة عن خدمات الطريق 51

5.2 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking) 51
5.2.1 أهداف علامات المرور 51
5.2.2 الشروط الواجب توافرها في العلامات 51
5.2.3 أنواع علامات المرور..... 52
5.2.3.1 الخطوط 52
5.2.3.2 الكلمات..... 53
5.2.3.3 الاسهم..... 53
5.2.3.4 اللون 53
5.2.3.5 المواد العاكسة 53
5.2.3.6 الاشارات..... 53
5.3 الإنارة على الشوارع والطرق 58
5.3.1 فوائد الانارة..... 58
5.3.2 مواصفات الإنارة..... 58
5.3.2.1 ارتفاع أعمدة الإنارة..... 58
5.3.2.2 المسافة بين أعمدة الإنارة 59
5.4 المواقف 60
5.4.1 أهمية المواقف 60
5.4.2 نواع المواقف 60
5.4.2.1 مواقف على الشارع 60
5.4.2.2 المواقف خارج الشارع..... 61
5.4.3 تطوير المواقف..... 61
الفصل السادس : التصميم الانشائي للطرق 63
6.1 مقدمة عن التصميم الانشائي للطرق..... 63
6.2 أنواع الرصف 63
6.2.1 الرصف المرن(flexible pavement)..... 63
6.2.1.1 طبقات الرصف المرن 63
6.2.2 الرصف الصلب(rigid pavement) 64
6.2.2.1 طرق تصميم الرصف المرن 65
6.3 العوامل المؤثرة على التصميم 66

6.4 خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو 67
الفصل السابع 76
7.1 مقدمة عن تصريف مياة الامطار 76
7.2 متطلبات صرف المياه من الطريق 76
7.3 أنواع صرف المياه 77
7.3.1 **الصرف السطحي**..... 77
7.3.1.1 تجميع المياه السطحية 77
7.3.2 **الصرف المغطى** 77
7.4 كمية مياه الأمطار 78
7.5 تصميم شبكة التصريف 80
7.5.1 أهم الامور التي تؤخذ عند التصميم..... 80
7.6 مراحل التصميم..... 81
8.1 **مقدمة**..... 84
8.2 **النتائج** 85
8.3 التوصيات..... 86

قائمة الرسوم التوضيحيّة

رسم توضيحي1 : المضلع المفتوح Open Traverse 11
رسم توضيحي2 : المضلع المغلق (Linked Traverse) 12
رسم توضيحي 3 : المضلع المغلقClosed loop Traverse [7] 12
رسم توضيحي 4 : عملية الرصد الثابت 13
رسم توضيحي 5 : عملية الرصد في الوقت الحقيقي(Real Time Kinematic-RTK) 14
رسم توضيحي 6 : عملية الرصد بواسطة المحطة الفرضية (VRS) 15
رسم توضيحي7 : المضلع المغلق والمستخدم 16
رسم توضيحي 8 : مقطع عرضي لطريق من حارتين 21
رسم توضيحي 9 : طريق مكون من اربع حارات 21
رسم توضيحي 10 : كتف الطريق 23
رسم توضيحي 11 : الأطاريف 24
رسم توضيحي 12 : الأرصفة 25
رسم توضيحي 13 : الجدران الاستناديّة 26
رسم توضيحي 14 : عناصر المنحنى الدائري البسيط 27
رسم توضيحي 16 : المنحنى الرأسي المحدّب 29
رسم توضيحي15 : المنحنى الانتقالي 29
رسم توضيحي 17 : المنحنى الرأسي المقعر 30
رسم توضيحي 18 : عناصر المنحنى الرأسي 30
رسم توضيحي 19 : القوة الطاردة المركزية 33
رسم توضيحي 20 : تطبيق التعلية على المنحنيات 34
رسم توضيحي 21 : الدوران حول المحور 35
رسم توضيحي 22 : الدوران حول الحافة الداخلية 35
رسم توضيحي 23 : الدوران حول الحافة الخارجية 36
رسم توضيحي 24 : التقاطعات السطحية 37
رسم توضيحي 25 : التقاطعات في مستويات مختلفة 37
رسم توضيحي 26 : العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة 45
رسم توضيحي 27 : تجربة الكثافة العظمى 45
رسم توضيحي 28 : جهاز فحص CBR 47
رسم توضيحي 29 : منحنى العلاقة بين الحمل و الغرز 49
رسم توضيحي 30 : تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا 49
رسم توضيحي 31 : انواع الخطوط في علامات المرور 52
رسم توضيحي 32 : مفهوم إشارات المرور 55
رسم توضيحي 34 :طبقات الرصف المرن 64
رسم توضيحي 35 :طبقات الرصف الصلب 65
رسم توضيحي 36 : توزيع المركبات في الشارع 69

رسم توضيحي 37 : S-soil support value.....71
رسم توضيحي 38 : قيمة المعامل SN 72
رسم توضيحي 39 : مكان وجود أنابيب الصرف.....81

قائمة الجداول

جدول 1 : النقاط المصححه 15
جدول 2 : السرعة التصميمية للطرق الحضرية..... 20
جدول 3 : أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق..... 28
جدول 4 : الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى 28
جدول 5 : قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية..... 31
جدول 6: قراءات تجربة الكثافة العظمى..... 44
جدول 7 : قيم تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد ونظام الاشتو..... 46
جدول 8 :المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن 47
جدول 9 : قراءات تجربة(CBR)..... 48
جدول 10 : العلاقة ما بين سرعة السيارة و المسافة بين الاشارة والتقاطع التي تدل عليه الاشارة..... 54
جدول 11 : إشارات المشروع 56
جدول 12 : الخطوط المستخدمة في المشروع 57
جدول 13 : توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق..... 59
جدول 14 : نسبة المركبات في المسرب الواحد (Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane)..... 67
جدول 15 : معامل النمو (Growth factor) 68
جدول 16 : عدد المركبات حسب النوع ايام الاسبوع في الشارع الموازي..... 69
جدول 17 : قيمة ال CBR لكل طبقة 70
جدول 18 : قيمة المعامل المناخي 71
جدول 19 : قيمة المعامل (a1) 73
جدول 20 : قيمة المعامل (a2) 73
جدول 21 :سماكة الطبقات..... 74
جدول 22 : قيمة معامل الانسياب السطحي(C) 79
جدول 23 : ملخص سماكة الطبقات 85
جدول 24 : ملخص كميات المشروع..... 86

الفصل الأول

1.1 نظرة عامة لمنطقة الدراسة

1.1.1 الموقع والتسمية

1.1.2 تاريخ المدينة

1.1.3 مساحة المدينة ونموها الجغرافي

1.1.4 المناخ والسكان

1.2 نظرة عامة عن علم الطرق

1.2.1 التقدير

1.2.2دراسات ميدانية

1.2.3دراسات منزلية

1.2.4التقدير الرياضي

1.2.5النمذجة الحاسوبية

1.3فكرة المشروع

1.4 منطقة المشروع

1.5 هيكلية المشروع

1.6 أهداف و أهمية المشروع

1.7 طريقة البحث

1.8 الدراسات السابقة

1.9 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة

الفصل الأول : المقدمة

1.1 نظرة عامة لمنطقة الدراسة

1.1.1 الموقع والتسمية

تقع الخليل في جنوب غرب الضفة الغربية عند التقاء دائرتي عرض31-29 و31-23 **شمالاً وخطي عرض** 35,4-25,70° وهذا الموقع جعل الخليل في موقع متوسط نسبياً بالنسبة لفلسطين.

وقد أطلق الكنعانيون على هذه المدينة اسم أربع نسبة إلى ملكها العربي الكنعاني أربع ثم عرفت باسم حبرون أو حبري ، ولما اتصلت المدينة ببيت إبراهيم على سفح جبل الرأس المقابل له سميت المدينة الجديدة بالخليل نسبة إلى خليل الله النبي إبراهيم عليه السلام . [1]

1.1.2 تاريخ المدينة

تشير الآثار إلى أن تاريخ مدينة الخليل يعود إلى أكثر من 3500 سنة ق.م. وقد حكمت المدينة من قبل الكعنانيين في الفترة ما بين 3500-1200 ق.م. وقد وفد إليها النبي إبراهيم عليه السلام في القرن التاسع عشر ق. م وقد دفن فيها هو و زوجته سارة وولده إسحاق وزوجته رفقة، ويعقوب وولده يوسف بعد أن نقلت جثتيهما من مصر **ثم خضعت** المدينة لحكم العبرانيين الذين خرجوا مع موسى من مصر وأطلقوا عليها اسم حبرون يعني عصبة -صحبة - **أو إتحاد** ثم اتخذها داود بن سليمان قاعدة له لأكثر من سبع سنين.

خضعت الخليل للحكم الإسلامي عام 638 سقطت الخليل في يد الصليبين وأطلقوا عليها اسم ابراهام، ولكن بعد معركة حطين سنة 1187م استطاع القائد المسلم صلاح الدين الأيوبي أن يحررها من الصليبيين ويحول كنيستها إلى جامع وهو الحرم الحالي .

تعرضت الخليل للغزو المغولي المدمر كغيرها من المدن الفلسطينية، و دخلت الخليل تحت الحكم المملوكي واستمر **حتى عام** 1516م.

خضعت الخليل كغيرها من المدن الفلسطينية للانتداب البريطاني عام 1917 و ارتبط اسمها بظروف الحرب العالمية الأولى وانتصار الحلفاء على الدولة العثمانية[2].

[1] الأنس الجليل بتاريخ القدس والخليل
[2] المصدر السبق نفسه

1.1.3 مساحة المدينة ونموها الجغرافي

تبلغ مساحة مدينة الخليل الحالية 44 كيلو متر مربع ، في حين تبلغ مساحة البناء إلى المساحة الكلية للمدينة النسبة 12.5 %. وتشكل مساحة محافظة الخليل ما يقارب ثلث إجمالي مساحة الضفة الغربية .

1.1.4 المناخ والسكان

يبلغ عدد سكان محافظة الخليل حسب تقديرات جهاز الاحصاء المركزي لسنة 2016 هو 729,193 نسمة.

اما عدد سكان المدينة لوحدها فيبلغ حسب تقديرات جهاز الاحصاء المركزي لسنة 2016 هو 215,452 نسمة.[1]

يعتبر مناخ المدينة معتدل، حيث يبلغ المعدل السنوي 15- 16 درجة مئوية. والمعدل الشتوي هو 7 درجات، والصيفي 21 درجة ،ويبلغ المعدل السنوي للأمطار فيها حوالي 489 ملم .[2]

1.2 نظرة عامة عن علم الطرق

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 إنشاء أي طريق بعمل دراسة الجدوى التي تعني مدى الفائدة التي يقدمها الطريق المقترح مقارنة بالتكلفة. ولعمل هذه الدراسة نحتاج لتقدير عدد المركبات "تسمى بحجم المرور" التي يتوقع إن تستخدم الطريق ، حيث تستخدم عدة أساليب منها: التقدير ، دراسات ميدانية، دراسات منزلية، التقدير الرياضي و النمذجة الحاسوبية.

1.2.1 التقدير

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

[1] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني
[2] الادارة العامة للأرصاد الجوية , كمية المطر السنوي في فلسطين حسب السنة وموقع المحطة

1.2.2 دراسات ميدانية

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

1.2.3 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".

1.2.4 التقدير الرياضي

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

1.2.5النمذجة 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.

وبعد 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.[1]

1.3 فكرة المشروع

تشتمل فكرة المشروع على إعادة تأهيل وتصميم طريق(قلقس الرئيسي) والذي يربط منطقة قلقس الواقعة ضمن توسعة بلدية الخليل وصولاً الى مدينة يطا والذي يعد من الشوارع الحيوية لما له من أثر لتوفير الوقت وتسهيل حركة المواطنين ويساعد في تخفيف الضغط عن الشوارع الرئيسية الأخرى الواصلة لمدينة الخليل.

[1] البسيط في تصميم وإنشاء الطرق/ روحي الشريف

يهدف المشروع إلى وضع تصميم 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 ونظم الإنارة على الطريق ونظام تصريف المياه والجدران الاستنادية إن وجدت.

1.4 منطقة المشروع

يقع هذا الطريق في المنطقة الجنوبية لمدينة الخليل – الجنوب الغربي لجامعة بوليتكنيك فلسطين –ضاحية بلدية الخليل ,ويبلغ طوله ما يقارب 3000متر .

1.5 هيكلية المشروع

يشتمل بحث المشروع على عدة فصول يتم العمل عليها وهي :

1. الفصل الأول : يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث ، الأهمية ، الأهداف ، طريقة البحث ، هيكلية البحث ، العوائق والصعوبات ، الأجهزة المستخدمة والجدول الزمني للمشروع.
2. الفصل الثاني : الأعمال المساحية.
3. الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطريق .
4. الفصل الرابع : الفحوصات اللازمة للطريق مثل : (فحوصات التربة وفحوصات الإسفلت..) .
5. الفصل الخامس : خدمات الطريق ، الذي يشمل إشارات المرور إن وجدت والإنارة على الطريق وتخطيط الطريق.
6. الفصل السادس : التصميم الإنشائي وتصميم شبكة الصرف للطريق.
7. الفصل السابع : النتائج والتوصيات .

1.6 أهداف و أهمية المشروع

- خدمة المنطقة المار بها الطريق لجعل المنطقة أكثر حيوية ، وإعطاء طابع السلامة في الحركة .
- معالجة مشكلة مياه الإمطار ، وذلك بتصميم الميول الجانبية للطريق وعمل قنوات التصريف وعبارات على أسس هندسية وذلك لعدم توفر البنية التحتية في المنطقة .
- معالجة مشكلة الأسفلت المتكسر والمتشقق.
- معالجة مشاكل المنحنيات من حيث التعلية و مدى الرؤيا .

- مراعاة سبل الأمان،بتوفير الارصفه وممرات المشاة والإنارة والإشارات المرورية في حال الحاجه اليها

1.7 طريقة البحث

- القيام بتحديد موضوع البحث (تصميم شارع قلقس الرئيسي) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية الخليل وقد تم الحصول المواصفات التصميمية للطريق من بلدية الخليل - قسم المساحة والتخطيط والطرق .
- 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 بنظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية (GNSS) وذلك من أجل الحصول على أعلى دقة في العمل المساحي .
- القيام بالتعاون مع بلدية الخليل من اجل التعرف على القوانين المتبعة قي 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 الصيفي يتم الاستمرار في عملية التصميم والبدء بكتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة والتعليمات المتبعة لمشاريع التخرج في كلية الهندسة .

1.8 الدرلسات 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 ، 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 بالطرق الأساسية والتوجيهات اللازمة للقيام بالإعمال المساحية كما تم الرجوع إلى مكتبة الجامعة التي زودتنا بالكتب والمراجع اللازمة ، وسنعمل على الاستفادة من هذه المصادر في تحسين تصميم هذه الطريق وفقاً لما تم ذكره في هذه المراجع ووفقاً للمواصفات والمقاييس لإنجاز هذا المشروع بنجاح .

1.9 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة

- جهاز (TotalStations-Trimble-5000ES) **بالإضافة إلى** (عواكس ، أجهزة لاسلكية ، شريط قياس ، علبة دهان) .
- جهاز (GNSS Trimble R8) واستخدم بطريقة Fast static.
- **برنامج** (ArcGIS 10.3) .
- **برنامج** (Autodesk Civil 3D) .
- **برنامج** (Autodesk AutoCAD) .
- **برنامج** (Trimble Business Center).
- جهاز TI3C3.5 2016

الفصل الثاني : الأعمال المساحية

2.1 تعريف الأعمال المساحيّة

2.2 دراسة المخططات

2.3 الأعمال الاستطلاعية

2.4 مرحلة الرفع التفصيلي

2.5 المضلعات (Traverses)

2.5.1 المضلع المفتوح (Open Traverse)

2.5.2 المضلع المغلق (Closed Traverses)

2.6 نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية(GNSS)

2.6.1 طرق الرصد

2.6.1.1 الرصد الثابت (Static Observation)

2.6.1.2 الرصد الثابت السريع (Fast Static)

2.6.1.3 الرصد في الوقت الحقيقي (Real Time Kinematic-RTK)

2.6.1.4 المحطة الافتراضية (Virtual Reference Station) (VRS)

2.6.2 الإحداثيات المصححة

الفصل الثاني : الأعمال المساحيّة

2.1 تعريف الأعمال المساحيّة

تعتبر الاعمال المساحية الركيزة الاولى لأي اعمال تتم في مجال الطرق اذ لا يتم اجراء اي اعمال للطرق دون الاعمال المساحية المتعددة وذلك ليتم ضبط جودة وتنفيذ الطرق لضمان السلامة العامة على الطريق بالمرتبة الاولى وكذلك الامر حصر الجدوى المادية لتنفيذ الطريق بشكل عام ولضمان حسن الأداء ولمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشئت من اجله.

وان من اهم الاعمال المساحية الرفع المساحي الاولي للطريق وذلك لإجراء الدراسات الاولية لتصميم الطريق ودراسة الجدوى المادية للطريق وأهميتها ومدى تلبية احتياجات المجتمع لفترة مستقبلية عند فتح الطريق او اعادة تأهيله وتحديد مسار الطريق الذي سوف يتم العمل عليه بشكل دقيق وذلك عن طريق الطرق الهندسية المستخدمة في الوقت الحالي .

2.2 دراسة المخططات

قبل الشروع في تصميم وتنفيذ الاعمال الهندسية لمشاريع الطرق بشكل عام لابد لعمل دراسة مبدئية للمخططات السابقة للمشروع وذلك لفهم الطبيعة الموجودة قبل العمل على تنفيذه ومدى احتياجات المواطنين لشقه او اعادة تأهيله ولمعرفة الامور التنظيمية للطريق وللمنطقة.

وفي المشروع الذي بين ايدينا تم الحصول على المعلومات اللازمة والكافيه عن الطريق من خلال الهيئات المحلية الممثلة ببلدية الخليل كون المشروع تحت مناطق التوسعة الجنوبية لمدينة الخليل وتتبع تحت سيادتها وكذلك الامر المؤسسات الحكومية ومن اهمها وزارة الحكم المحلي ووزارة الاشغال العامة والإسكان .

2.3 الأعمال الاستطلاعية

اذ أنه يجب زيارة الموقع لمعرفة وضع الطريق بشكل عام وجمع المعلومات اللازمة للدراسات التي من اهمها :

- العوائق غير الموضحة على الخرائط والصور الجوية .
- معرفة اماكن تصريف المياه على الطريق .
- معرفة نوع وطبيعة التربة للمنطقة بشكل عام .
- دراسة كيفية عدم اعاقة حركة السير اثناء التنفيذ وإيجاد الحلول البديله قبل الشروع في العمل.

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 الاماكن التي تحتاج إلى عبارات لتصريف المياه عندها , وكذلك الامر اجزاء الطريق التي تم الهبوط فيها لدراسة المعالجة الصحيحة فيها.

2.4 مرحلة الرفع التفصيلي

يتم الوصول إلى هذه المرحلة بعد عمل مجموعة خطوات :

1- المسح الأولي : في هذه المرحلة قام 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 الفلسطيني 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.

2- بعد ذلك يتم عمل ميزانية طولية على طول المحور ويتم أخذ مناسيب على مقاطع عرضية.ومن ثم يتم عمل حساب كميات للطريق.

3- **المسح الإنشائي**

- تثبيت جميع أوتاد الطريق و تثبت على بعد 20 **أو** 25 متر على امتداد المحور الطولي للطريق مع تثبيت بداية المنحنى و نهاية ونقاط التقاطع والربط على مسافات اقل حسب طول المنحنيات
- 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 توسعتها في المشروع .
- الأعمال المساحية النهائية : بعد أن قام فريق العمل بعمل جميع المخططات الأولية يقوم بهذه المرحلة بدراسة هذه المخططات ، وبالتالي فإن هذه المرحلة في المشروع تتضمن رسم مقاطع طولية وحساب كميات تقديرية للحفر والردم .

2.5 المضلعات (Traverses)

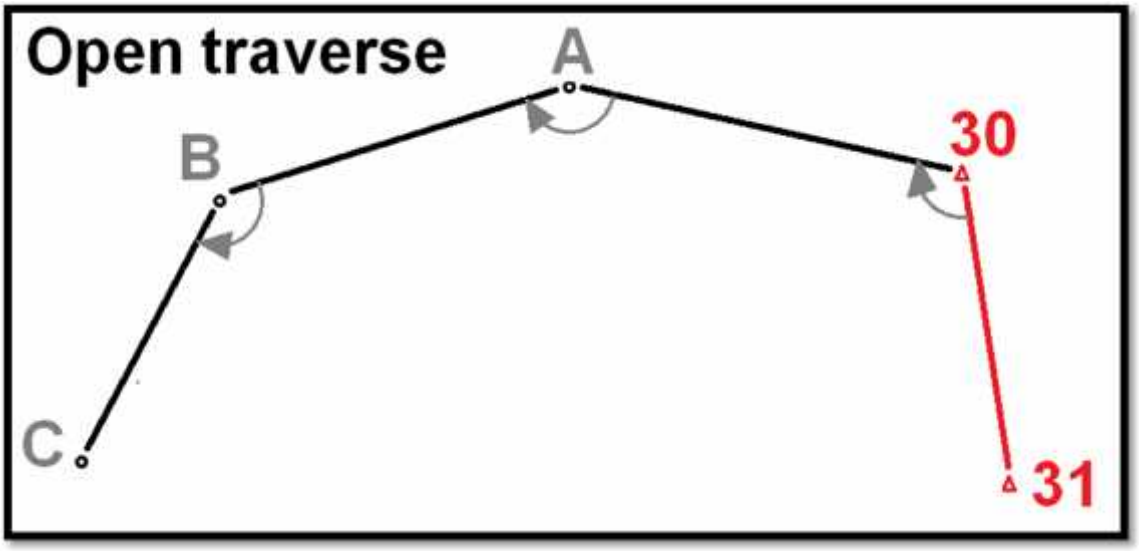
المضلع هو عبارة عن مجموعة خطوط متصلة يبعضها البعض حيث تبدأ من نقطتين معلومتين وتشكل بمجموعها خطاً متكسراً يأخذ أشكال مختلفة ومسميات متعددة كالمغلق (Closed) **والمفتوح** (Open) **والرابط** (Connecting) **والحلقي** (Loop) ومنها العديد من المسميات وتم ذكر الاكثر الاستخدام شيوعا .

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 وتم استخدام جهاز المحطة الشامله (TOTAL STATION) في عملية الرصد.

إن الهدف الرئيسي من عمل المضلع هو تعيين محطات جديدة للقيام بعملية الرفع أو الرصد انطلاقاً من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو نقاط يتم وضعها بواسطة جهاز GPS (GNSS) . **ان المضلعات** أنواع وهي **المضلع المفتوح** (Open Travers)، **والمضلع المغلق** (Closed Travers).

2.5.1 المضلع المفتوح (Open Traverse)

يطلق هذا الاسم على كل مضلع غير مغلق الشكل (أو الأضلاع) حيث يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بالغلق أو القفل على نقطتين أخريين غير معلومتين الإحداثيات.[1]



رسم توضيحي1 : المضلع المفتوح Open Traverse

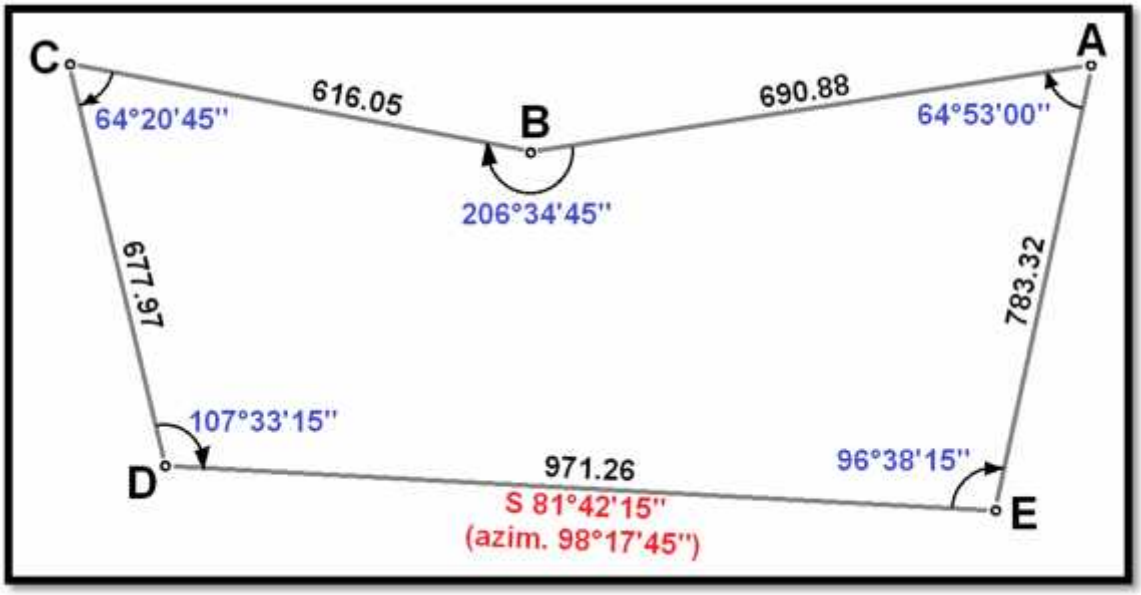
2.5.2 المضلع المغلق (Closed Traverses)

في هذا النوع من المضلعات ، يكون المضلع مغلقاً من حيث عدد الأضلاع أو الشكل الخارجي ، حيث يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بنقطتين معلومتين الإحداثيات, وهو نوعان:

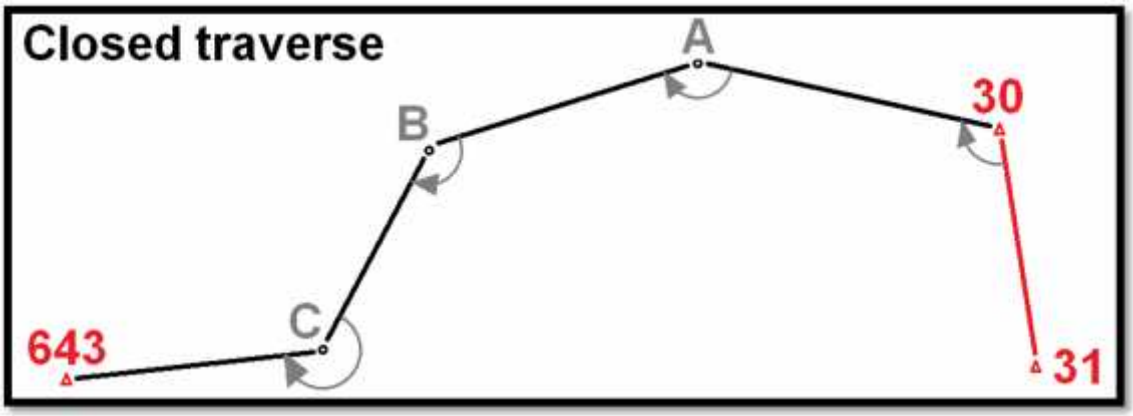
أ- إذا بدأ في نقطتين معلومتي الإحداثيات وعاد وانتهى بنفس النقطتين يسمى:
(Closed loop traverses). انظر رسم توضيحي 2.

ب- اذا بدأ في نقطتين معلومتي الاحداثيات وعاد وانتهى بنقطتين جديدتين معلومتي الإحداثيات أيضا يسمى (Closed traverses or link traverses) . انظر رسم توضيحي 3.

1. الموقع الالكتروني : www.landsurvey.edu.au , 2016/10/21



رسم توضيحي 3 : المضلع المغلق Closed loop Traverse[7]



رسم توضيحي2 : المضلع المغلق (Linked Traverse)[1]

2.6 نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية(GNSS)

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

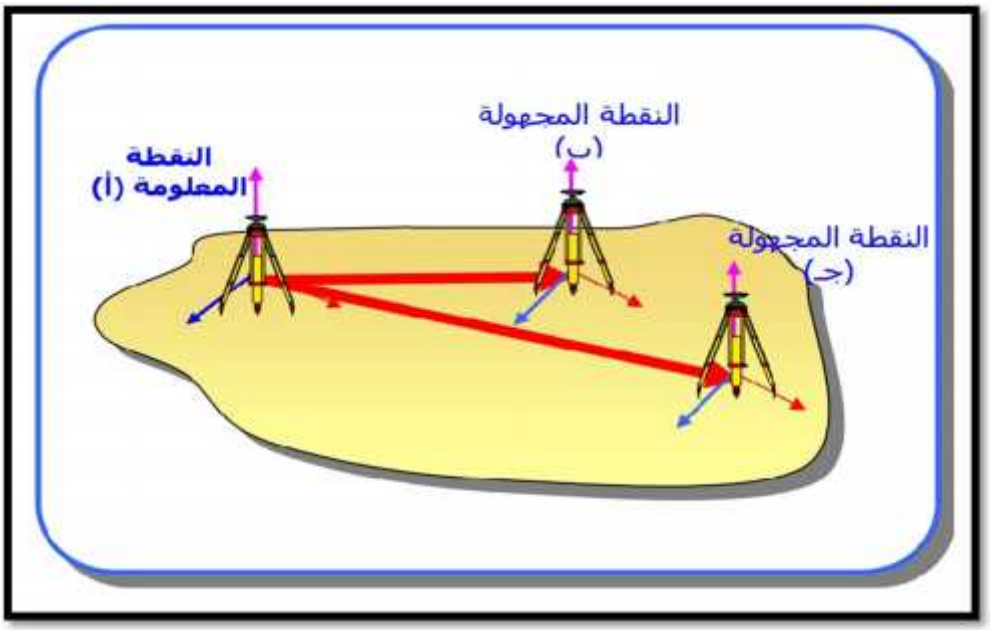
ان سبب التعقيدات في بنية اشارات اقمار (GNSS) هو ان هذه الاشارات يجب ارسالها من ارتفاع حوالي 20200 كم الى سطح الارض وبالتالي فإذا تم ارسال هذه الاشارات بالشكل المعتاد للمنظومات الارضية فأنها ستصل الى الارض بشكل ضعيف مقارنة مع التشويش الموجود حول اجهزة الاستقبال وبالتالي لن تستطيع هذه الاجهزة استقبال المعلومات 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 وإحداثياتها، وكذالك في المساحة المدنية من اجل مسح المدن والأراضي والطرق المختلفة.[1]

2.6.1 طرق الرصد

2.6.1.1 الرصد الثابت (Static Observation)

في هذه الطريقة يتم وضع هوائي الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة (بضع ساعات) تختلف باختلاف المسافة بين وحدة الرصد المرجع (Reference) ووحدة الرصد المتحرك (Rover) وهذه الطريقة تعطي دقة عالية جدا وتستخدم في رصد الشبكات الجيوديسية وشبكات المثلثات من الدرجة الاولى ورصد الخطوط الطويلة .



رسم توضيحي 4 : عملية الرصد الثابت

2.6.1.2 الرصد الثابت السريع (Fast Static)

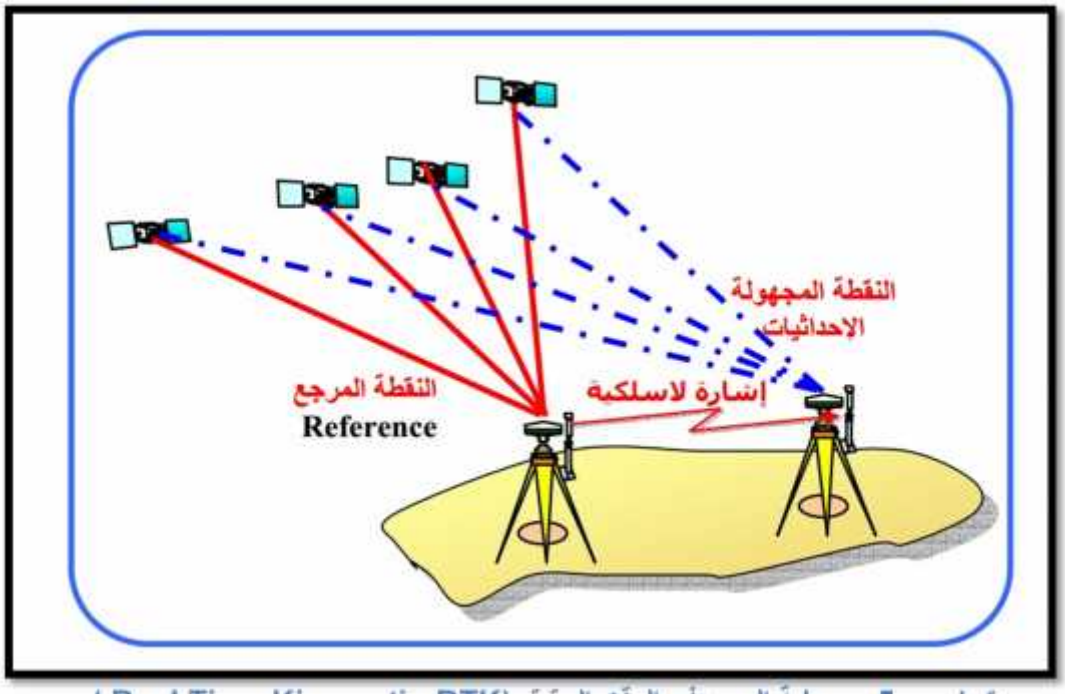
تختلف هذه الطريقة عن طريقة الرصد الثابت في الفترة الزمنية اللازمة للرصد وفيها يتم وضع هوائي الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة (اقل من ساعة) وتختلف هذه الفترات باختلاف المسافة بين وحدتي الرصد وهذه الطريقة تعطي دقة عالية وتستخدم في انشاء شبكة المثلثات وتكثيف نقاط شبكات المثلثات وقياس خطوط القواعد وبشرط الا تزيد المسافة بين الوحدتين عن 20 كيلو متر.

2.6.1.3 الرصد في الوقت الحقيقي (Real Time Kinematic-RTK)

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

[1] كتب ومقالات الدكتور المهندس / عدنان محمد احمد / رئيس دائرة المساحة / جامعة البعث / سوريا

معاملات التصحيح بالاعتماد على المساحة المغطاة Area Correction Parameter (ACP) ، يتم في هذه الطريقة توزيع مجموعة من القواعد على نقاط معلومة الاحداثيات ،بحيث تغطي كل واحدة مساحة محددة ، وفي حال تواجد الراصد في المساحة التي تغطيها القاعدة يتم ارسال التصحيحات له من أقرب قاعدة ، ويكون طول خط القاعدة أقل من 30 كم.



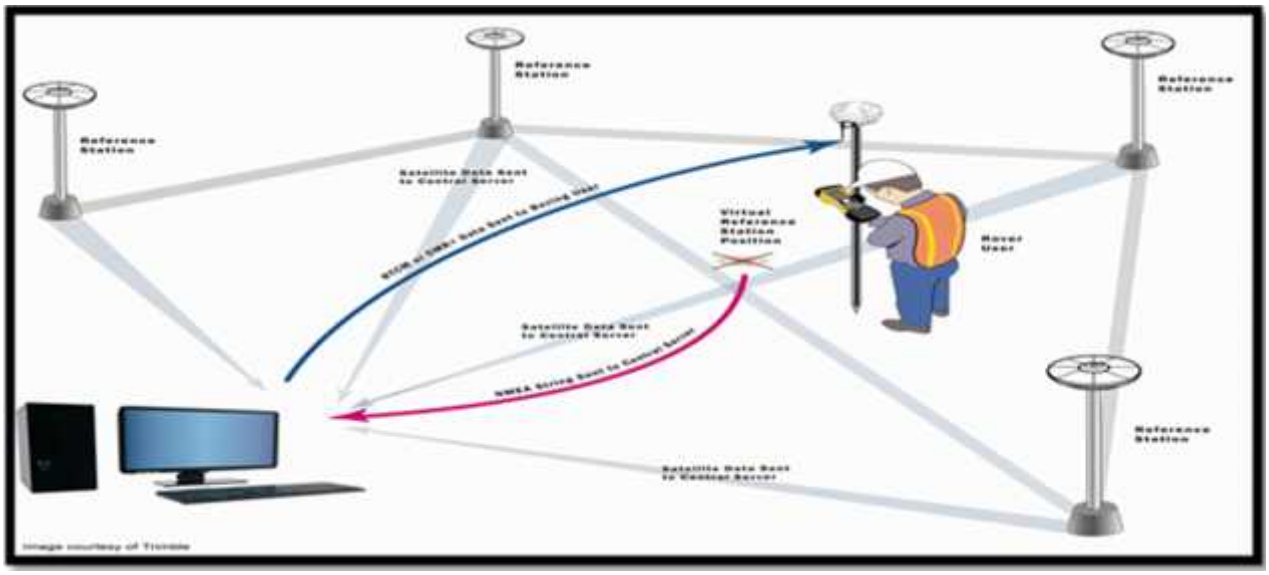
رسم توضيحي 5 : عملية الرصد في الوقت الحقيقي(Real Time Kinematic-RTK)

2.6.1.4 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.

2.6.2 الإحداثيات المصححة

الجدول التالي يظهر القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الاحاثيات بطريقة الرصد الثابت (Fast static).
ويمثل هذا الجدول 1 الاحداثيات بعد التصحيح باستخدام برنامج (Center Business Trimble)

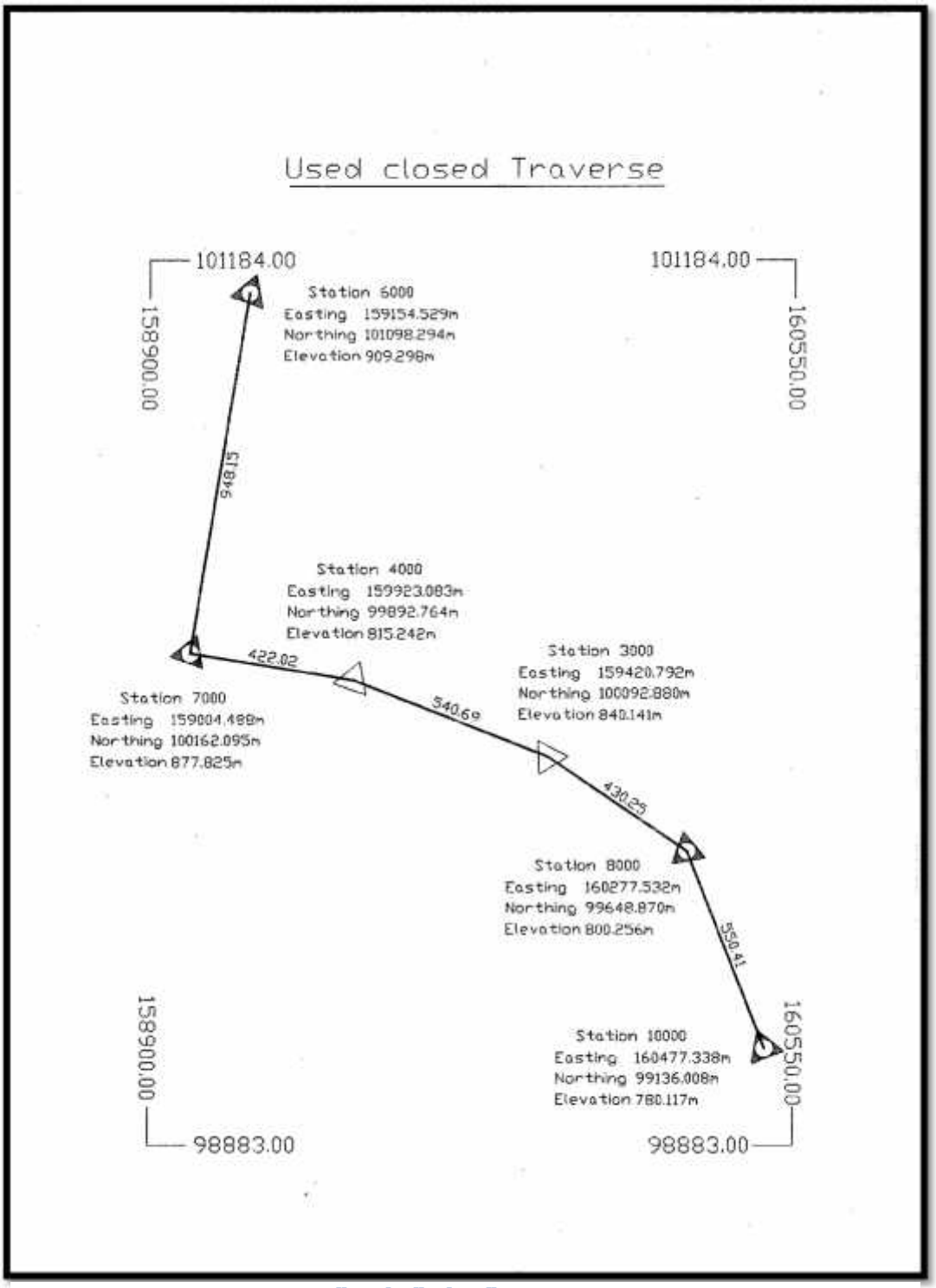


رسم توضيحي 6 : عملية الرصد بواسطة المحطة الفرضية (VRS)

جدول 1 : النقاط المصححه

Corrected Coordinate points			
No# Point	Easting	Northing	**Elevation**
10000	160477.338	99136.008	**780.117**
8000	160277.532	99648.870	**800.256**
7000	159004.488	100162.095	**877.852**
6000	159154.529	101098.294	**909.298**
4000	159923.083	99892.764	**815.242**
3000	159420.792	100092.880	**840.141**

تصحيح الإحداثيات تم عن طريق برنامج Civilcad



رسم توضيحي7 : المضلع المغلق والمستخدم

الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطريق

3.1 مقدمة عن التصميم الهندسي للطريق

3.2 أسس التصميم الهندسي للطريق

3.2.1 حجم المرور

3.2.2 السرعة التصميمية

3.2.3 نوعية المرور

3.2.4 قطاع الطريق

3.2.5 عرض المسارب و الطريق

3.2.6 الميول العرضية

3.2.7 الميول الطولية

3.2.8 أكتاف الطريق

3.2.8.1 فوائد الأكتاف للطريق

3.2.9 الأطاريف

3.2.9.1 أنواع الأطاريف

3.2.10 الأرصفة

3.2.11 الجزر الفاصلة

3.2.12 الجدران الإستنادية

3.3 المنحنيات

3.3.1 المنحنيات الأفقية

3.3.1.1 المنحنى الدائري البسيط

3.3.1.2 المنحنى الانتقالي

3.3.2 المنحنيات الرأسية

3.3.2.1 معادلات القطع المكافئ

3.3.3 القوة الطاردة المركزية

3.3.4 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية)

3.3.5 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق

3.3.5.1 أهمية تصريف المياه

3.4 طبقات الشارع (الرصفات)

3.4.1 أنواع الرصفات

3.4.1.1 الإسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements)

3.4.1.2 الخرسانية أو الصلدة (Rigid Pavements)

3.4.1.3 المركبة أو المختلطة (Composite Pavements)

3.4.2 عوامل التصميم (Design Factors)

3.4.2.1 الحجوم والحمولات المرورية (Traffic and Loading)

3.4.2.2 البيئة المحيطة (Environment)

3.4.2.3 مواد الرصفة (Pavement Materials)

الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطريق

3.1 مقدمة عن التصميم الهندسي للطريق

يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية والعروض والانحدارات ,ويجب تصنيف الطرق من حيث كونها طرقاً رئيسية أو فرعية أو محلية حتى يمكن تحديد السرعة التصميمية والانحدار الحاكم بعد موازنة بعض العوامل مثل أهمية الطريق وتقدير حجم وخصائص المرور والتضاريس.

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.

يتم التصميم الهندسي للطريق على الامور الرئيسية التالية وهي :

1- التصميم الافقي للطريق

2- التصميم الرأسي للطريق

3- التصميم العرضي للطريق

هنالك بعض الامور التي يجب مراعاتها اثناء التصميم الهندسي للطريق :

- التصميم بأقل التكاليف وأفضل ما بمكن.
- مراعاة السلامة العامة لكل مستخدميه من مارة او مركبات.
- حجم المرور المتوقع علية وخاصة في اوقات الذروة.
- وضع الاشارات والخطوط المرورية شاملا كل للأمور الضرورية.

3.2 أسس التصميم الهندسي للطريق

هناك عدّة أسس هامّة يجب الأخذ بها عند التصميم الهندسي للطريق وهي ما يلي: حجم المرور، السرعة التصميميّة، نوعيّة المرور، وقطاع الطريق وغيرها.

3.2.1 حجم المرور

عدد المركبات التي تمر عند نقطة معينةعلي الطريق خلال فترة زمنية محددة , وفي الغالب يتم حصر المرور وإجراء الحسابات علي أساس فترة زمنية قدرها ساعة واحدة .

3.2.2 السرعة التصميمية

هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة بأمان على طريق رئيسي عندما تكون أحوال الطقس مثالية وكثافة المرور منخفضة وتعتبر مقياساً لنوعية الخدمة التي يوفرها الطريق. والسرعة التصميمية عبارة عن عنصر منطقي بالنسبة لطبوغرافية المنطقة ,كما يجب أن تكون خصائص التصميم الهندسي للطريق متناسبة مع السرعة التصميمية المختارة والمتوقعة للظروف

البيئية وظروف التضاريس كما يجب على المصمم اختيار السرعة التصميمية المناسبة على أساس درجة الطريق المخططة وخصائص التضاريس و حجم المرور والاعتبارات الاقتصادية ,والجدول التالي يبين السرعة التصميمية لكل نوع من درجات الطرق.

جدول 2 : السرعة التصميمية للطرق الحضرية[1]

درجات	السرعة الأدنى (كم /ساعة)	السرعة المرغوبة (كم/ساعة)
طريق محلي(LOCAL)	30	50
طريق تجميعي (COLLECTOR)	50	60
شرياني -عام	80	100
-أقل اضطراب	70	90
-اضطراب ملموس	50	60
طـــريق سريع (Expressway)	90	120

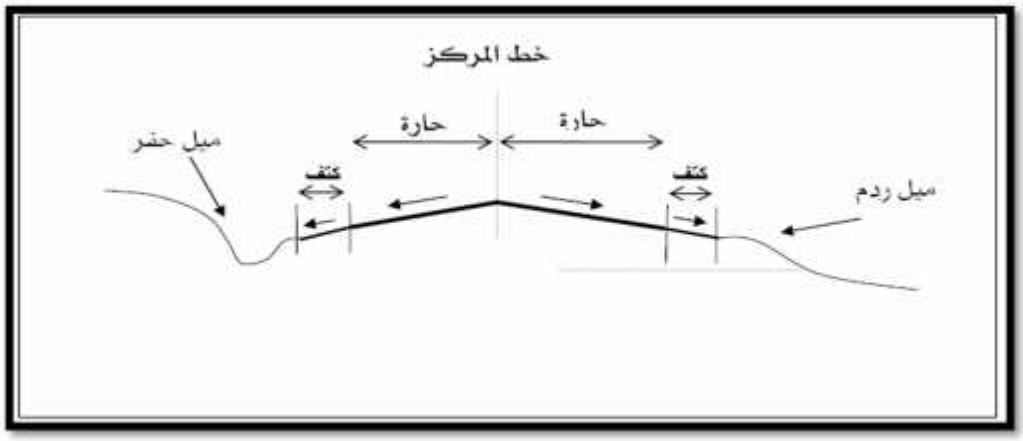
3.2.3 نوعية المرور

تحديد نسبة عربات النقل والحافلات بالنسبة لحجم المرور الساعي التصميمي, بحيث يتم معرفة نوع العربات المارة من خلال الطريق ومعرفة نسبة كل نوع من الأنواع التي تعبر الطريق.

3.2.4 قطاع الطريق

إن قطاع الطريق يتمثل في تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق و هذا يتوقف على كيفية الاستفادة من هذا الطريق ، فالطريق التي يمر عليها عدد كبير من العربات و بسرعة عالية يتطلب عدد كبير من المسارات و انحدارات طولية خفيفة أو قليلة و كذلك يتطلب أنصاف أقطار كبيرة 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.

[1] دليل التصميم الهندسي-وزارة المواصلات



رسم توضيحي 8 : مقطع عرضي لطريق من حارتين

رسم توضيحي 9 : طريق مكون من اربع حارات

3.2.5 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:

1. مسرب التسارع: هو مسرب جانبي تقوم السيارات بالتسارع فيه قبل الدخول إلى الطريق الرئيسي بحيث تصبح سرعتها فيه مماثلة لسرعة السيارات في الطريق.
2. مسرب التباطؤ: هو مسرب جانبي تسلكه السيارات أثناء مغادرتها الطريق الرئيسي لتتمكن فيها من تخفيض سرعتها بدون أن تعرقل سير السيارات الموجودة على الطريق.
3. مسرب الصعود: هو مسرب إضافي في الطريق يخصص للشاحنات التي تسير ببطء أثناء صعودها حتى تفسح المجال للسيارات التي خلفها لتجاوزها.
4. مسرب الوقوف: هو المسرب الأوسط اللازم للانعطاف يسارا أو لتجاوز السيارات ، و هناك المسرب المساعد و هو مجاور للمسرب الرئيسي و يساعد على تصريف السير.
5. مسرب التخزين : وهو مسرب مقتطع من الجزيرة الوسطية للالتفاف أو الدوران لليسار.
6. المسرب الخاص بوسائط النقل العام : وهو المسرب الذي تستخدمه وسائط النقل العام مثل الباصات أو التاكسي
7. المسرب الخاص بالدراجات الهوائية : وهو مسرب إلزامي للدراجات الهوائية .

3.2.6 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.

3.2.7 الميول الطولية

في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب وفي المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض الطبيعي فإن السطح السفلي للرصف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي 0.5 متر على الأقل. وفي المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث يكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر بـ 0.3 متر على الأقل وهذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري الغير ضروري . وللمحافظة على الشكل الجمالي فإن من المهم جداً أن يكون طول المنحنى الرأسي أطول من المسافة المطلوبة للتوقف[1].

3.2.8 أكتاف الطريق

يجب أن يزود الطريق الخلوي بأكتاف على جوانب الرصف بهدف توفير الحماية وتثبيت طبقات الرصف عرضياً ، وكذلك توفير ملجأ للمركبات التي تضطر للوقوف على الطريق في حالات الطوارئ ، ويتسبب عدم وجود الأكتاف في نقص سعة الطريق المرورية نتيجة عدم وجود الأمان اللازم للقيادة.

[1] دليل التصميم الهندسي –وزارة النقل والمواصلات

ولتوفير ملجأ للمركبات يبعدها عن نهر الطريق بمسافة كافية ,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 ، ولا يجب أن يقل عرض الأكتاف عن 0.6 متر بأي حال من الأحول.

وترتبط عروض الأكتاف في الطرق الخلوية بتصنيف الطرق ، ويفضل إنشاء سطح الأكتاف بشكل مخالف لسطح نهر الطريق حتى لا يشجع المركبات على إستخدامها في السير.

رسم توضيحي 10 : كتف الطريق

3.2.8.1 فوائد الأكتاف للطريق

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

3.2.9 الأطاريف

الأطاريف مادة إنشائية تستعمل للفصل بين الرصيف والطريق , والأطاريف مهمة في زيادة الأمان على الطريق وتصريف المياه ومنع السيارات من الخروج عن الطريق في الأماكن الخطرة ، ويكون لونها له معنى خاص ، وهي تحدد حافة الرصيف وتعطي الطريق الشكل النهائي.وتستخدم داخل التجمعات السكنية لتحدد الرصف الخاص بالمشاة.

رسم توضيحي 11 : الأطاريف

3.2.9.1 أنواع الأطاريف

1- الاطاريف الحاجزة : هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبياً وهي مصممة لمنع السيارات أو على الأقل صرفها عن محاولة الخروج عن الرصف ويختلف ارتفاعها بين 15، 22.5**سم** تقريبا ويستحب أن يكون الوجه مائلا ولكن على ألا يزيد ميل الوجه في الغالب عن حوالي 1**سم لكل 3سم من الارتفاع وإذا كان من المتوقع أن** تقف المركبات بموازاة الاطاريف فيجب ألا يزيد ارتفاعها عن عشرين سنتيمتراً حتى لا تحدث احتكاك برفارف المركبات وأبوابها . والقاعدة العامة أن تبعد الاطاريف الحاجزة مسافة 50**إلى** 60**سم إلى خارج الحد الخارجي** لطريق السير .

2- الاطاريف الغاطسة : وهي مصممة بحيث يسهل على المركبات اجتيازها دون ارتجاج عنيف أو اختلال في القيادة ويختلف ارتفاع هذه الاطاريف من 10**إلى** 15سم وميل الوجه فيها 1:1 **أو** 1:2 **وأغلب لستعمل** الاطاريف سهلة العبور هو في الجزيرة الوسطي وفي الحافة الداخلة في الأكتاف.

3.2.10 الأرصفة

تعتبر أرصفة المشاة جزءاً مكملاً لتصميم الشوارع في المدن ولكنها قلما تعتبر ضرورية في المناطق الخلوية . ويجب ألا يقل عرض الرصيف عن 1.5متر ويعمل من مواد تعطي سطحاً ناعماً ومستوياً وسليماً . ويجب أن يكون سطح الرصيف الذي يسير عليه المشاة مساوياً في الجودة أو أحسن حالة من سطح الرصف المخصص للمركبات كي يغري المشاة بالسير عليه.

وعندما يكون رصيف المشاة قريباً من حافة الجزء المرصوف لمرور المركبات، يجب حمايته بالاطاريف الحاجزة وعند عدم استعمال الاطاريف يجب أن تكون أرصفة المشاة بعيدة عن حافة الرصف المخصص للمركبات بثلاثة أمتار **على الأقل** .

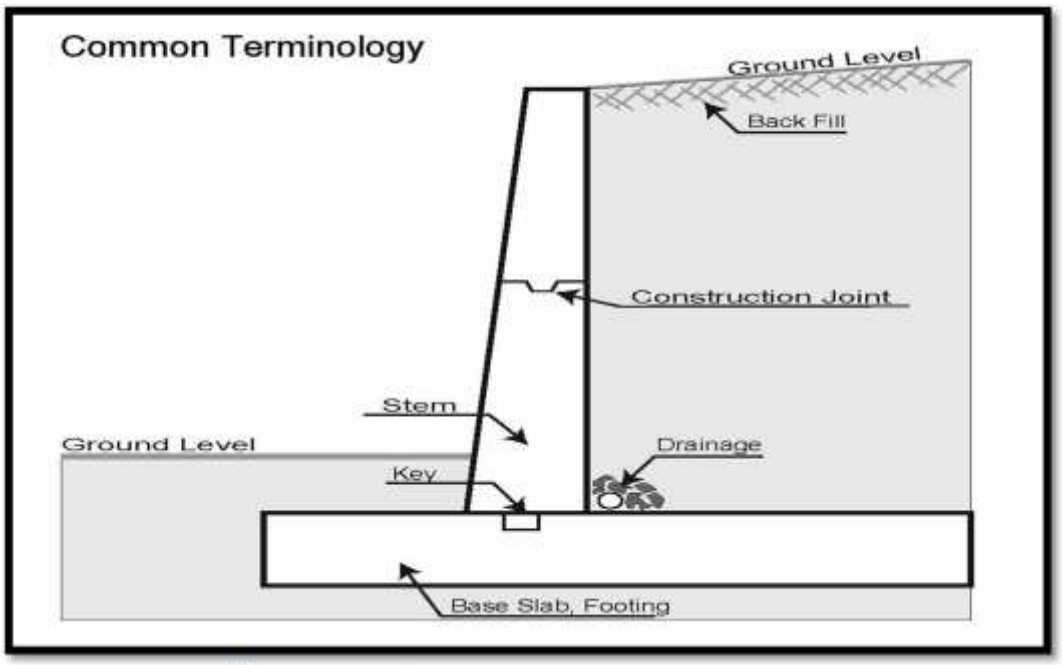
رسم توضيحي 12 : الأرصفة

3.2.11 الجزر الفاصلة

أن فصل الحارات المتضادة هو عامل هام في الأمان في الطرق متعددة الحارات , لذلك يتم عمل الجزر الفاصلة لفصل الحركة بالاتجاه المعاكس وذلك لتقليل الأخطار وإمكانية حصول الحوادث كما انها تعمل على تقليل وهج الأنوار الأمامية ويوفر **الفضاء** اللازم لسلامة تشغيل المركبات التي يجرى عبورها ودورانها عند التقاطعات في نفس المستوى كما تتخذ مأمناً يلجأ إليه في حالة الضرورة . إضافة إلى ذلك تأمين عرض كافي في حالة الحاجة إلى توسيع عرض حارات السير.

3.2.12 الجدران الإستنادية

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



رسم توضيحي 13 : الجدران الاستناديّة

3.3 المنحنيات

تخطيط وتصميم مسار الطريق في المستوى الافقي ، لا بد من تحديد خط منتصف الطريق . ويتكون خط منتصف الطريق من مماسات مستقيمة تجمع بينها منحنيات أفقية تخطط وتصمم بعناية لتأمين الإلتزام بسرعة التصميم ، وبالتالي توفير حركة سلسة للمركبات وأخذ متطلبات السلامة المرورية بالإعتبار .

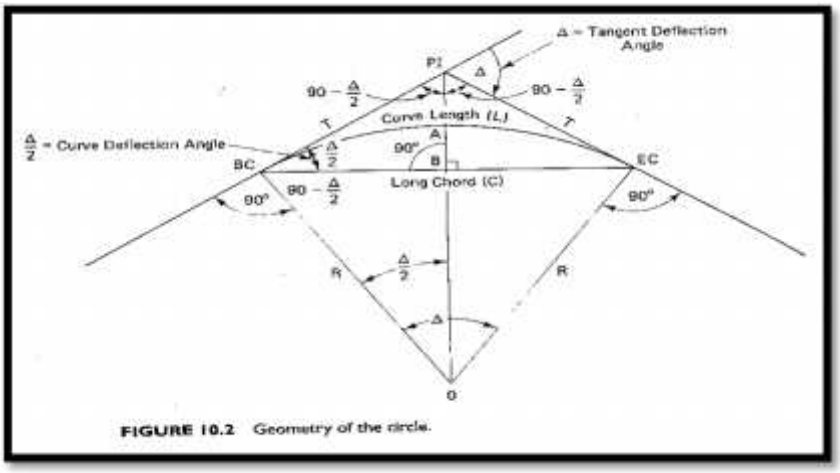
تكون المنحنيات منقسمة إلى:

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

3.3.1 المنحنيات الأفقية

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

3.3.1.1 المنحنى الدائري البسيط



رسم توضيحي 14 : عناصر المنحنى الدائري البسيط[1]

يوضح الشكل السابق عناصر المنحنى الدائري البسيط وهي كالتالي:

- 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.

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....3.1}$$

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

[1] محمود توفيق سالم , هندسة الطرق .

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

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2}\text{.....3.4}$$

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

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب (AASHTO 2004) تكون حسب جدول 3 .

جدول 3 : 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 موضحه في جدول 4 .

جدول 4 : الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى[2]

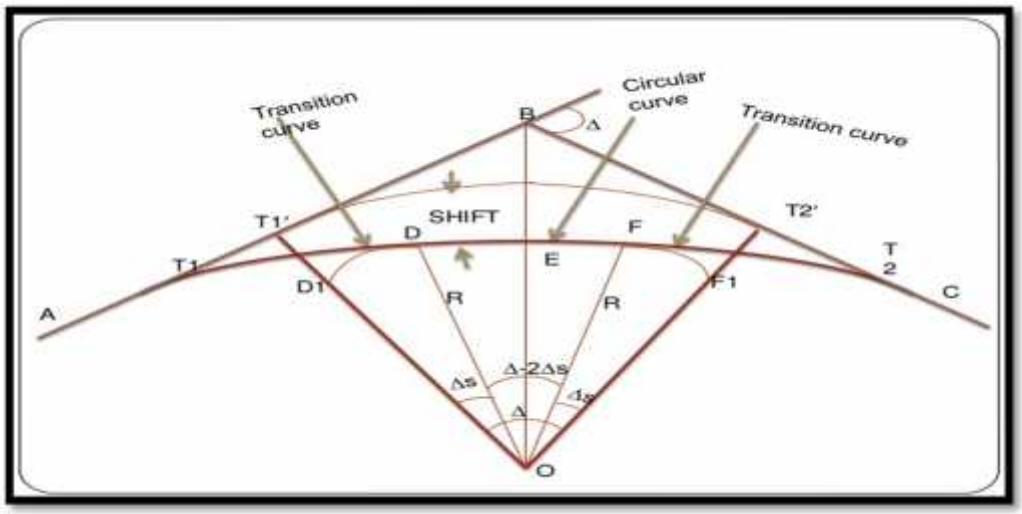
السرعة (كم/الساعة)	**25**	**32**	**40**	**48**	**55**	**65**
معامل الاحتكاك	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17
ميلان السطح	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
الحد الأدنى لنصف القطر (م)	15	30	50	75	100	140

3.3.1.2 المنحنى الانتقالي

تستخدم منحنيات الانتقال لربط الأجزاء المستقيمة من الطريق بالأجزاء المنحنية الدائرية لضمان الانتقال التدريجي بينهما حيث أن الجزء المستقيم لا يتطلب ارتفاع الحافة الخارجية للرصف والجزء الدائري يتطلب ارتفاع كامل لظهر المنخنى . وهذا المنحنى يضمن سلامة وسلاسة مسير العربات وخاصة عند السرعات العالية . أما طوله فيحسب من المادله التالية:

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

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

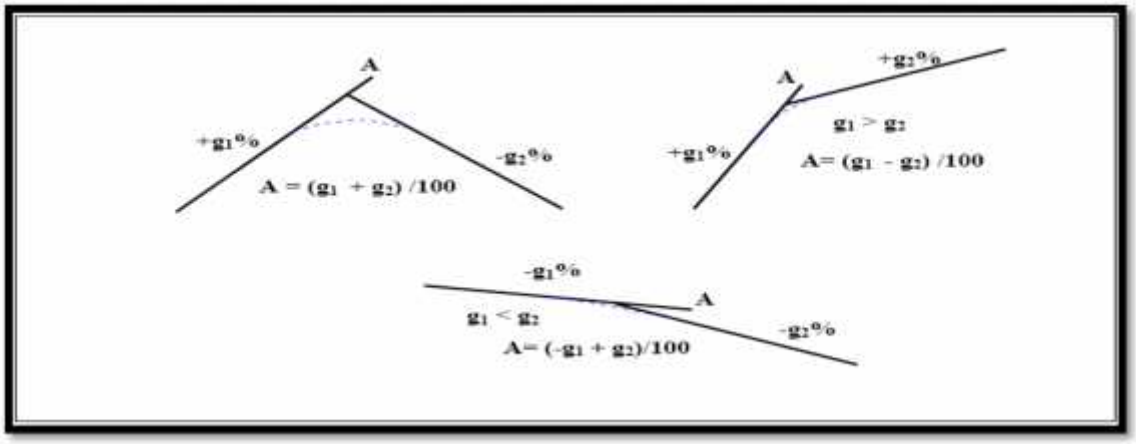


رسم توضيحي15 : المنحنى الانتقالي[1]

3.3.2 المنحنيات الرأسية

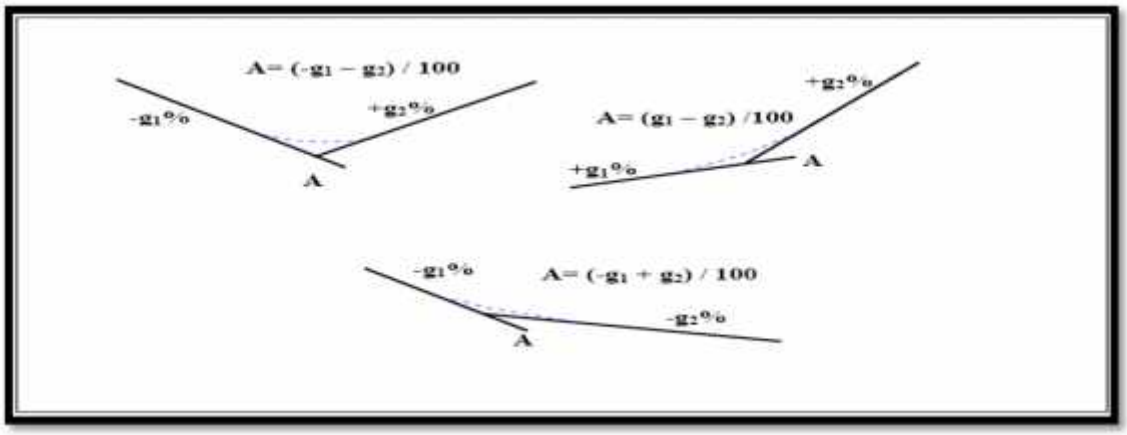
يجب أن تكون المنحنيات الرأسية سهلة الإستخدام وتهيئ تصميما مأمونا ومريحا في التشغيل ومقبولا في الشكل كافيا في تصريف المياه . وأهم مطلب في المنحنيات الرأسية المحدبة هو أن تعطينا مسافات رؤية كافية للسرعة التصميمية وفي جميع الحالات يجب أن تتوفر مسافة رؤية للتوقف تكون مساوية للحد الأدنى أو أكبر منها .

المنحنى الرأسي إما أن يكون منحنى على شكل استدارة علوية (محدب) أو منحنى على شكل استدارة سفلية (مقعر). **الرسوم** التوضيحية التالية توضح المنحنيان المحدّب والمقعر.



رسم توضيحي 16 : المنحنى الرأسي المحدّب 1

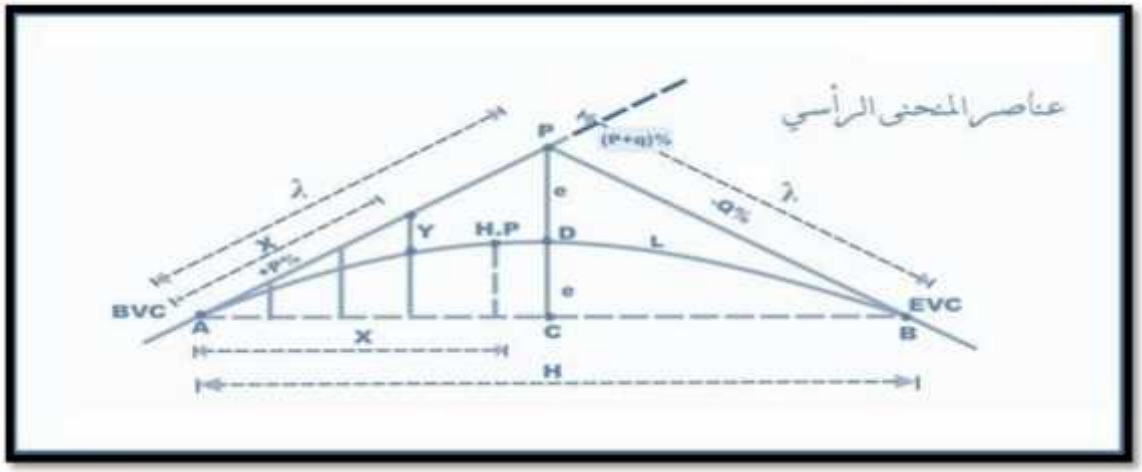
[2] نفس المصدر



رسم توضيحي 17 : المنحنى الرأسي المقعر[1]

أما بالنسبة لأجزاء وعناصر المنحنى الرأسي فهي موضّحة في الرسم التوضيحي 18 :

- 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.



رسم توضيحي 18 : عناصر المنحنى الرأسي[2]

[1] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات.
[2] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات.

3.3.2.1 معادلات القطع المكافئ

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

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

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

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

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

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

$$y = ax^2 \text{.....3.9}$$

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين:

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

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد:

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

أما بدلالة e :

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين:

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

عندما يكون المماس في اتجاه واحد:

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

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

الجدول الآتي يوضّح قيمة الثابت K في المنحنيات الرأسية.

جدول 5 : قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية[1]

AASHTTO2004	Speed	
K(sag)	K(crest)	kph
3	1	20
6	2	30

[1] AASHTO (2004).

9	4	40
13	7	50
18	11	60
23	17	70
30	26	80
38	39	90
45	52	100
55	74	110
63	95	120
73	124	130

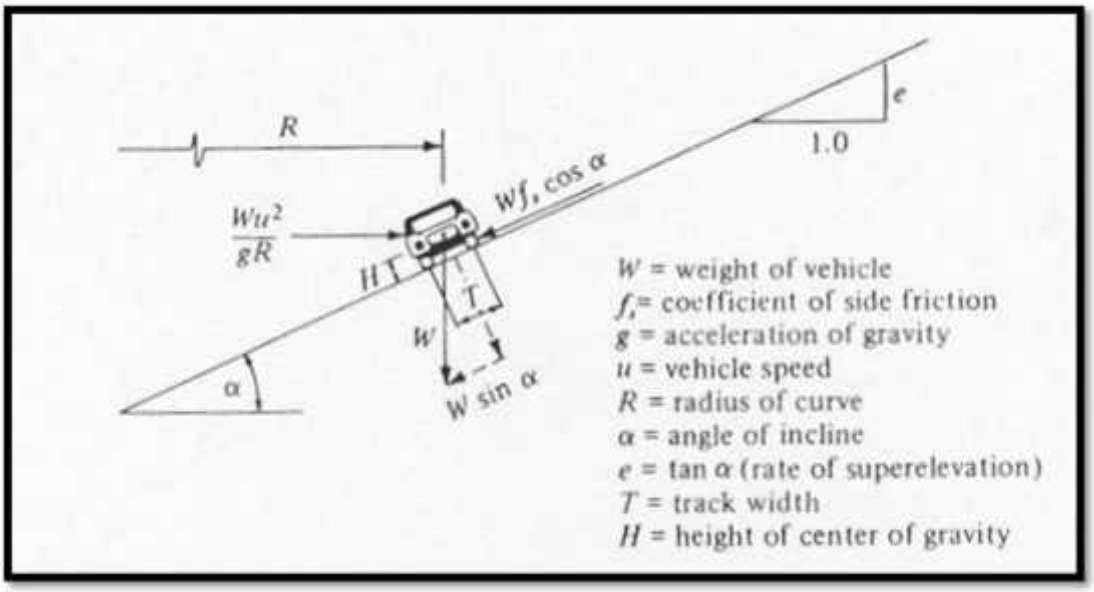
$$K = \sum^{length} |p - q| \text{.....3.15}$$

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 (3.15) .

3.3.3 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 (3.16)، ولمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات المتدرجة لتشكل حلقة وصل بين الجزء المستقيم والمنحنى الدائري، وبالتالي تعمل على امتصاص القوة الطاردة المركزية بشكل تدريجي.



رسم توضيحي 19 : القوة الطاردة المركزية

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:-

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

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 4% - 8% وقد تصل إلى 12% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله .

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات :

$$e + f = \frac{v^2}{gR} = \qquad e + f = \frac{(0.75\times v)^2}{127\times R} \quad \text{.....3.18}$$

حيث أن:

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

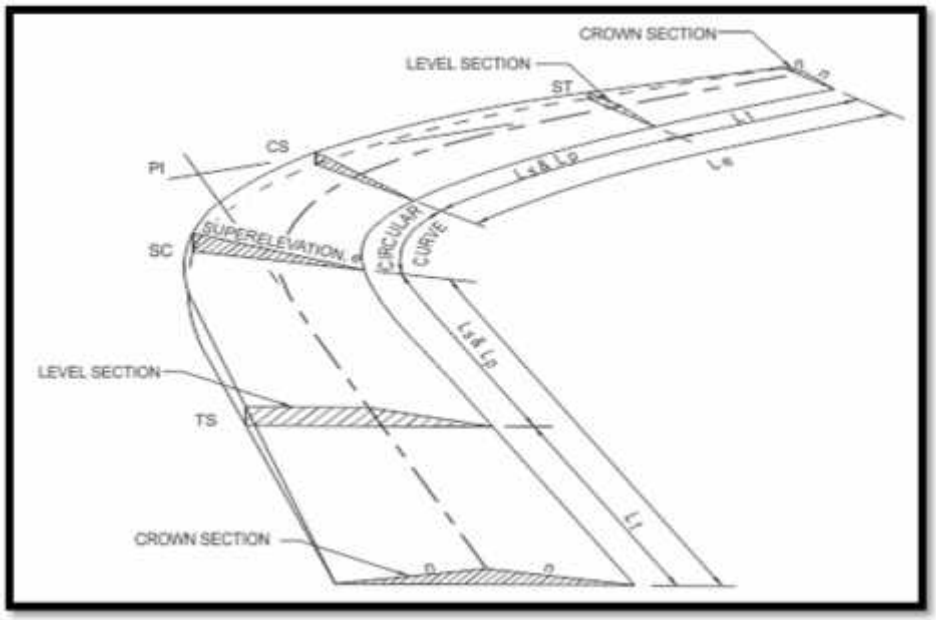
v : هي سرعة المركبة بـالـ كم/ ساعة، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

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 f ، e 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 :

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

والشكل التالي يظهر تطبيق التعلية على المنحنيات:



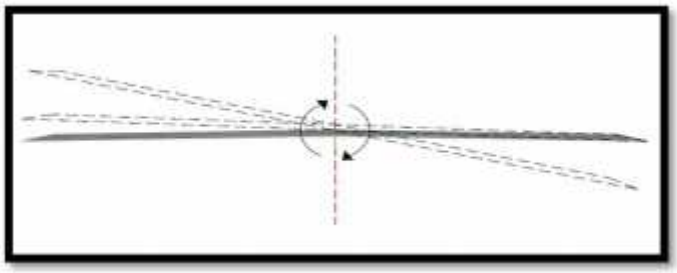
رسم توضيحي 20 : تطبيق التعلية على المنحنيات[1].

3.3.4 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 ذالك 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 2% تقريبا لتصريف مياه سطح الطريق ، وهذه الطريقة التي سيتم استخدامها في المشروع .

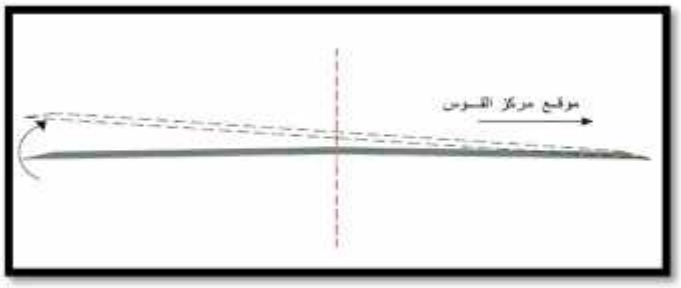
[1] شبكة المهندسين العرب , الموقع الالكتروني : http://www.arab-eng.org



رسم توضيحي 21 : الدوران حول المحور [1]

- **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 ذالك نستمر في رفع جانبي الطريق للوصول إلى الميلان المطلوب .

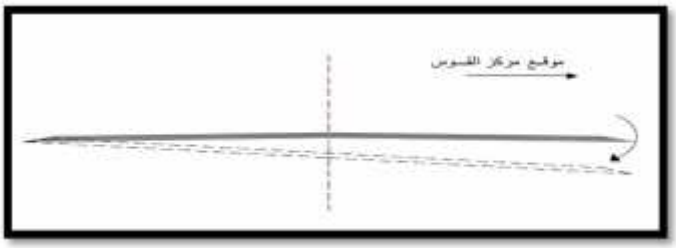


رسم توضيحي 22 : الدوران حول الحافة الداخلية[2]

- **الطريقة الثالثة :**

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

[1] نفس المصدر.
[2] شبكة المهندسين العرب , الموقع الالكتروني : http://www.arab-eng.org



رسم توضيحي 23 : الدوران حول الحافة الخارجية[1]

- **التخطيط الرأسي للطريق :**

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

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

3.3.5 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق

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

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

3.3.5.1 أهمية تصريف المياه

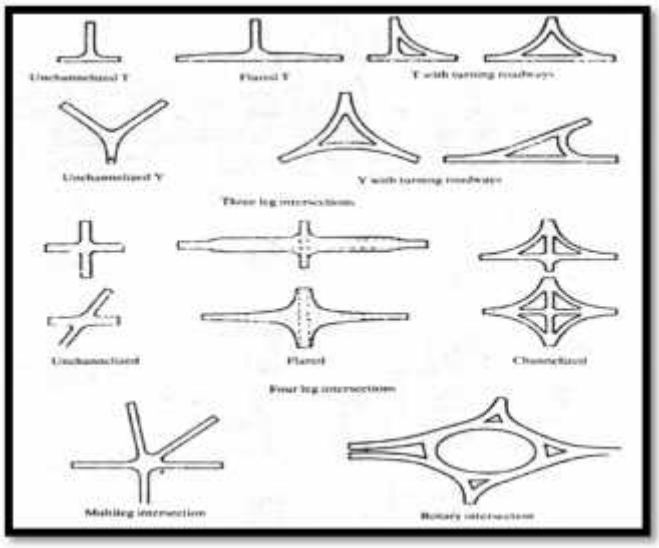
إن بقاء الماء فوق سطح الطريق يسبب خطرا كبيرا سواء على حياة الناس (حيث يؤدي إلى حوادث بسبب عدم السيطرة على السيارات) أو على بنية الطرق (حيث إن بقاء الماء على سطح الطريق سيؤدي إلى تفكك جزيئات الإسفلت وتصبح سهلة الاقتلاع و مع مرور المركبات فوق هذا السطح سيؤدي ذالك إلى اقتلاع الإسفلت ، وتعمل التربة على امتصاص الماء الأمر الذي يؤدي إلىإضعافالتربة 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 لاستخدام) .

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

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

[1] نفس المصدر.

1- التقاطعات السطحية : معظم الطرق تتقاطع سطحيا خيث يتم مرور العربات الطوالي أو المتجهة يمينا أو يسارا على نفس مستوى شبكة الطرق .



رسم توضيحي 24 : التقاطعات السطحية[1]

2- التقاطعات في مستويات مختلفة : إن حجم المرور خلال التقاطع يصل إلى حجم المرور الكلي على الطرق المتقاطعة في حالة جعل الطريقين على مستويين مختلفين بمرور أحدهما فوق الآخر بواسطة كباري علوية وبذلك لا يحدث تعارض يذكر بين حركة المرور على أيهما وبالطبع هذا يتطلب مجموعة من المطالع والمنازل لجعل الربط كامل بين هذه الطرق في حالة المرور المتجه يمينا أو يسارا .

رسم توضيحي 25 : التقاطعات في مستويات مختلفة[2]

[1] [1] محمود توفيق سالم , هندسة الطرق .
[2] نفس المصدر.

3.4 طبقات للشارع (الرصفات)

الغرض الأساسي من الرصف هو نقل الجهود الناشئة من حركة المرور من سطح الطريق خلال طبقات الرصف المختلفة حتى يصل تأثيرها إلى طبقة التربة التي يتوقف عليها مدى صلاحية الرصف واحتماله لهذه الاجهادات .

3.4.1 أنواع الرصفات

3.4.1.1 الإسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements)

يوجد ثلاثة أساليب لإنشاء هذا النوع من الرصفات:

1. 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 الطبقةالسطحية .

2. 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 .

3. 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.

3.4.1.2 الخرسانية 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.

3.4.1.3 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.

3.4.2 عوامل التصميم (Design Factors)

3.4.2.1 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.

3.4.2.2 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 90سم على الأقل من سطح الرصفة.

3.4.2.3 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

4-1مقدمة

4-2 عينات التربة

4-2-1 اماكن استخراج العينات

4-2-2 أخذ العينات

4-2-3 تعبئة العينات

4-2-4 نقل وتخزين العينات

4-3 التجارب المخبرية

4-3-1 تجربة الكثافة العظمى (Proctor compaction test)

4-3-2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR)

الفصل الرابع : الفحوصات المخبريّة

4.1 مقدمة عن الفحوصات المخبريّة

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 .

4.2 عينات التربة

4.2.1 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.

4.2.2 أخذ العينات

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

1- 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.

2- 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

3- 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.

4- 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 .

5- 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.

4.2.3 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.

4.2.4 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 علم 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.

4.3 التجارب المخبرية

4.3.1 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: 2017/3/22

خطوات العمل :

1- احضار العينة ثم تنخليها على منخل 4/3 للتخلص من الحصى الكبير .
2- تم توزين 4 كغم من العينة.
3- تم اضافة 5 % من وزن العينة ماء .
4- تم خلط الماء في العينة بشكل جيد .
5- تم تحضير القالب وتجهيزه .
6- تم وضع الطبقات من العينة واحدة تلو الاخرى وضربها بمطرقة قياسية 25 ضربة لكل طبقة ومن ثم تسوية السطح واستخراج العينة ووزنها داخل جفنة معلومة الوزن في كل محاولة.
7- بعد تحضير الجفنات وملؤها في كل محاولة تم وضعها في الفرن الحراري لمدة 24ساعة .
8- تم اخذ القراءات اللازمة وحساب المحتوى الرطوبي وكثافة التربة .
9- 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).

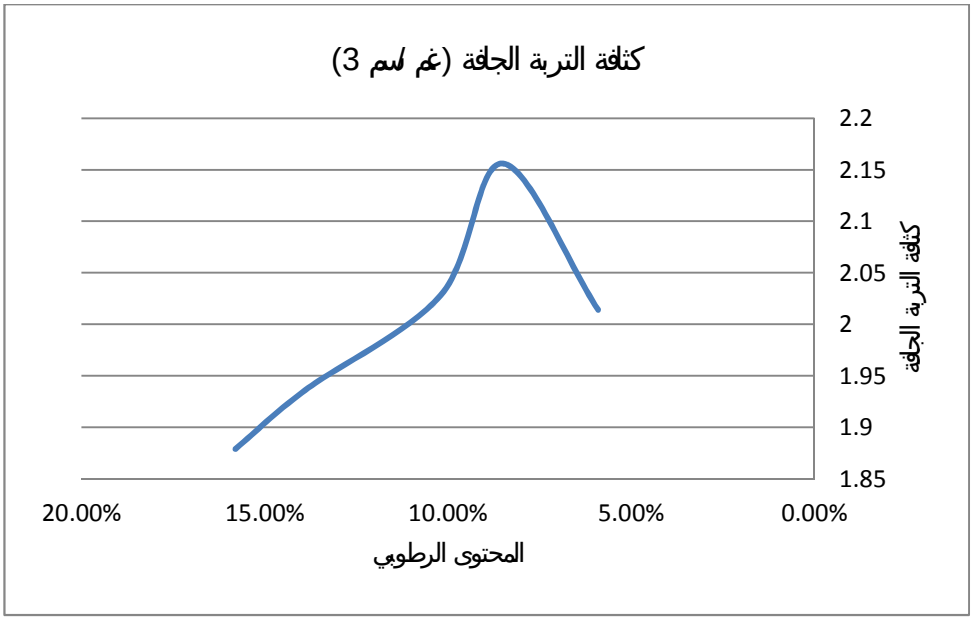
وزن العينة جافة= وزن الجفنة مع العينة(جافة) – وزن الجفنة.

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

الكثافة الجافة = الكثافة الرطبة/(1+ نسبة الرطوبة).

جدول 6: قراءات تجربة الكثافة العظمى

المحاولات	1	2	3	4	5
نسبة الماء	%5	%8	%11	%13	%15
وزن القالب فارغ W1(غم)	3388	3388	3388	3388	3388
وزن القالب مملوء بالتربة الرطبة W2(غم)	5402	5596	5498	5470	5442
وزن التربة الرطبة (W2-W1) (غم)	2014	2208	2110	2082	2054
كثافة التربة الرطبة(غم /سم ^{3})	2.133	2.339	2.235	2.205	2.176
رقم الجفنة	1	4	5	7	3
وزن الجفنة فارغ W3	32.2	26.0	31.8	30.4	29.8
وزن الجفنة وعينة التربة الرطبة W4(غم)	248.6	180.1	250.0	211.3	273.8
وزن الجفنة وعينة التربة الجافة W5 (غم)	236.4	168.0	229.8	189.2	240.5
المحتوى الرطوبي (WC)	%5.9	%8.5	10.2 %	%13.9	%15.8
كثافة التربة الجافة (غم /سم ^{3})	2.014	2.156	2.028	1.936	1.879



رسم توضيحي 26 : العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة .

حيث أن نسبة الماء المثالية = 9% و الكثافة الجافة = 2.2

رسم توضيحي 27 : تجربة الكثافة الطلى

4.3.2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR)

يعتبر فحص نسبة تحمل كاليفورنيا واحدا من الفحوصات الهامة التي تجري للتربة في هندسة الطرق. تهدف التجربة الى معرفة مقدار تحمل عينة من التربة للضغط الناتج من مكبس قياسي بالنسبة لعينة تربة قياسية. وتم عمل التجربة بتاريخ 2017/3/26.

آليّة الفحص:

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

وتعرف قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR-value) بأنها النسبة بين الأحمال اللازمة لغرز المكبس الاسطواني(مساحته 3 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)*100%.

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

جدول 7 : 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 8 :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

خطوات العمل :

1- تم اضافة المحتوى الرطوبي من الماء والذي تم الحصول عليه من التجربة السابقة الى العينة والذي يساوي 8.5 % من وزن العينة.

2- تم خلط الماء بالعينة ومن ثم تجهيز القالب لوضع الطبقات داخله .

3- تم اضافة الطبقات من العينة مع الضرب ب 56ضربة بالمطرقة المعدلة لكل طبقة ومن ثم تسوية السطح .

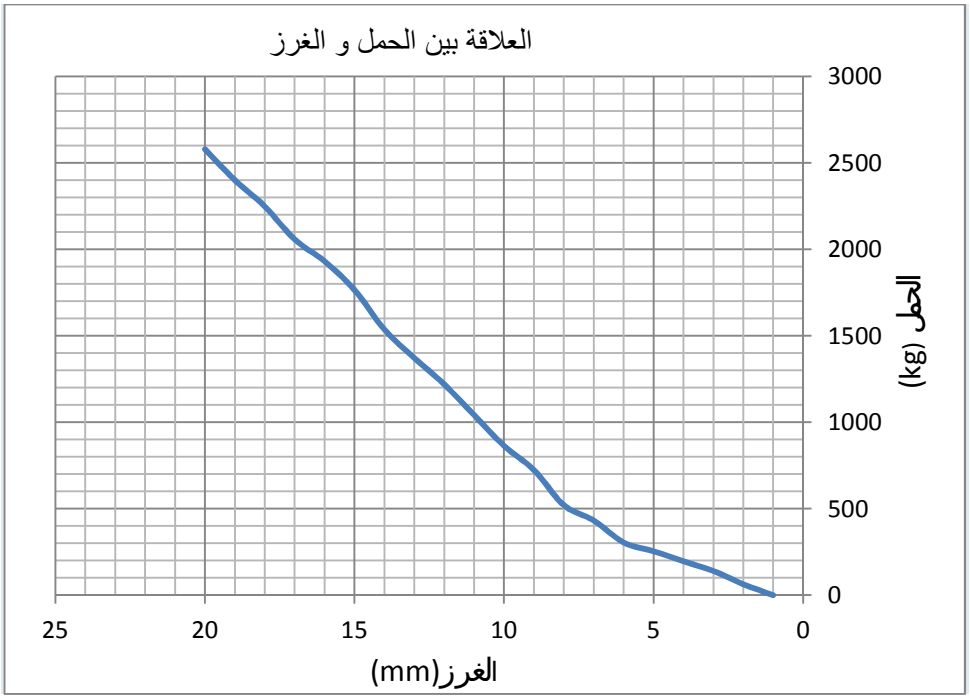
4- ثم وضع القالب تحت الجهاز وتصفير القرءات ومن ثم تشغيل الجهاز والبدء بملاحظة وتسجيل القراءات وتسجيلها في الجدول وهذا الجدول يوضح القراءات التي تم الحصول عليها وايضا نسبة تحمل كليفورنيا عندما تكون نسبة الغرز 2.5 ملم وايضا 5 ملم .

رسم توضيحي 28 : جهاز فحص CBR

ويتم تشغيل الجهاز وقراءة مقدار القوة عند مجموعة من قيم الغرز ، ثم يتم تقسيم القوة عند الغرز 2.5 **ملم و**5 ملم على القيمة القياسية فتنتج قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا. الجدول التالي يبيّن قيم الغرز والحمل وقراءات ال CBR.

جدول 9 :قراءات تجربة(CBR)

الغرز	الحمل (dvg)	الحمل (kg)	CBR
0.0	0	0	
20	25	63.5	
40	55	139.7	
60	80	196.0	
80	100	254.0	
100	120	304.8	
150	170	431.8	
200	205	520.7	
250	285	723.9	% 53.2
300	340	863.6	
350	410	1041.4	
400	480	1219.2	
450	540	1371.6	
500	605	1536.7	% 75.4
600	695	1765.3	
700	760	1930.4	
800	810	2057.4	
900	885	2247.9	
1000	945	2400.3	
1100	1015	2578.1	



رسم توضيحي 29 : منحنى العلاقة بين الحمل و الغرز

رسم توضيحي 30 : تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا

الفصل الخامس

5.1 مقدمة عن خدمات الطريق

5.2 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking)

5.2.1 أهداف علامات المرور

5.2.2 الشروط الواجب توافرها في العلامات

5.2.3 أنواع علامات المرور

5.2.3.1 الخطوط

5.2.3.2 الكلمات

5.2.3.3 الاسهم

5.2.3.4 اللون

5.2.3.5 المواد العاكسة

5.2.3.6 الاشارات

5.3 الإنارة على الشوارع والطرق

5.3.1 فوائد الانارة

5.3.2 مواصفات الإنارة

5.3.2.1 ارتفاع أعمدة الإنارة

5.3.2.2 المسافة بين أعمدة الإنارة

5.4 المواقف

5.4.1 أهمية المواقف

5.4.2 نواع المواقف

5.4.2.1 مواقف على الشارع

5.4.2.2 المواقف خارج الشارع

5.4.3 تطوير المواقف

الفصل الخامس : خدمات الطريق

5.1 مقدمة عن خدمات الطريق

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 والقاطعات 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.

5.2 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking)

5.2.1 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 :

1- تحديد المسارب وتقسيمها.
2- فصل السير في الاتجاهيين.
3- منع التجاوز .
4- منع الوقوف او التوقف.
5- تحديد اماكن عبور المشاة.
6- تحديد اولوية المرور على التقاطعات.
7- تحديد مواقف السيارات .
8- تعيين الاتجاهات بالاسهم (يمينا, يسارا ,الى الامام) لتحديد الاماكن التي يتجه اليها السائق.
9- تحديد جانبي الطريق .
10- اعطاء تعليمات ومعلومات الى السائق بكلمات مثل : اتجه الى اليمين , توقف , اعط اولوية وغير ذلك .

5.2.2 الشروط الواجب توافرها في العلامات

1- ان هذه العلامات تنظم حركة السير للسائق والمشاة وتنقل التعليمات لهم , هذا ويراعى في هذه العلامات ما يلي :
2- ان تكون صالحة للرؤية في الليل والنهار,وواضحة في كافة الاوقات والظروف.
3- ان تتوافق فيها الالوان .

4- ان تكون من مواد تعمر طويلا وتقاوم التزحلق.

5- ان تكون تعليماتها سهلة الفهم ومرئية من مسافة كافية.

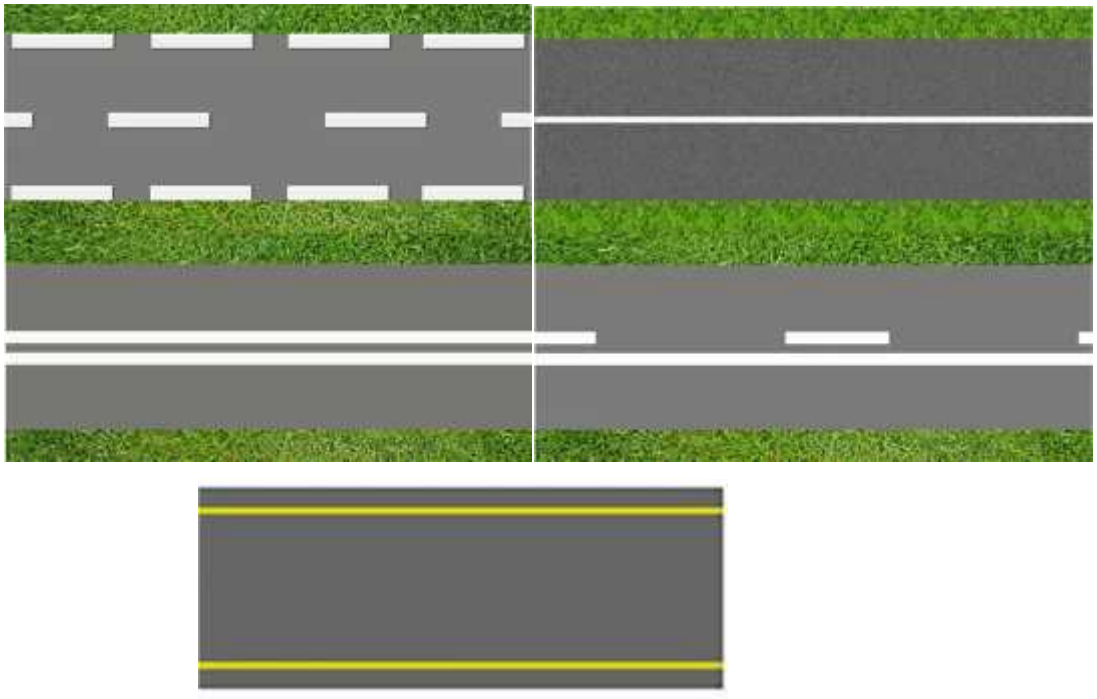
5.2.3 أنواع علامات المرور

5.2.3.1 الخطوط

تكون الخطوط بعرض 10 -12 سم وهي اما متصلة او 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

.



رسم توضيحي 31 : انواع الخطوط في علامات المرور

5.2.3.2 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.

5.2.3.3 الاسهم

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

5.2.3.4 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 .

5.2.3.5 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 .

5.2.3.6 الاشارات

5.2.3.6.1 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.

5.2.3.6.2 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:

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

2- اشارات الاوامر : كاشارة قف وتكون مستديرة .

3- اشارات المنع : كاشارة ممنوع المرور وتكون مستديرة.

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

5.2.3.6.3 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 :

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

2- 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.

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

4- 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 .

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

6- **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 10 : العلاقة ما بين سرعة السيارة و المسافة بين الاشارة والتقاطع التي تدل عليه الاشارة[1]

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

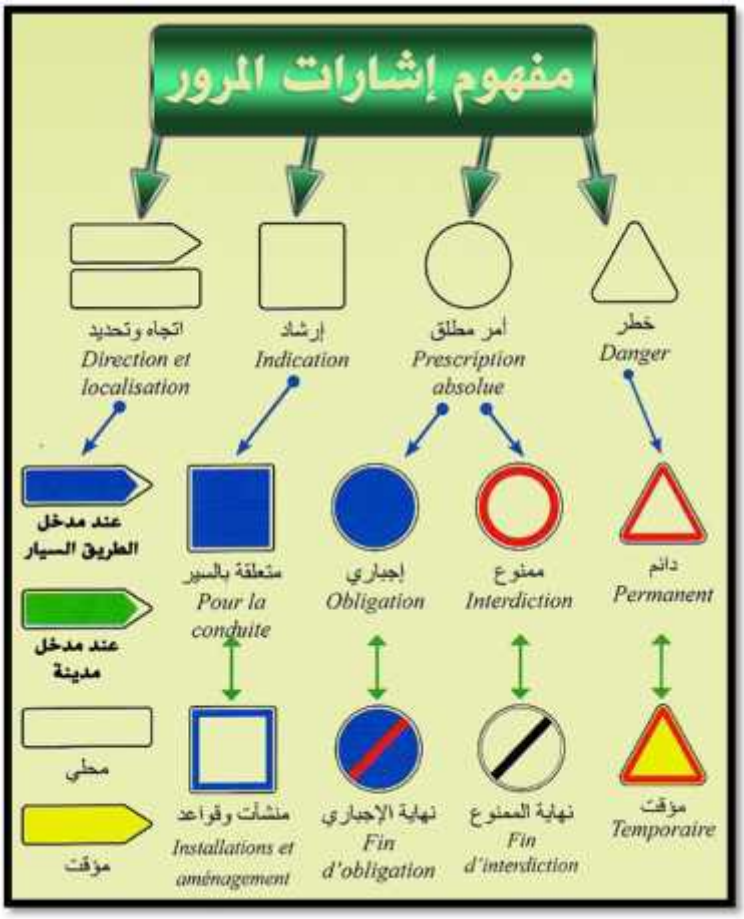
7– الرؤية في الليل :

[1] حسب القانون الفلسطيني – وزارة النقل والمواصلات

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

8- 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 .



رسم توضيحي 32 : مفهوم إشارات المرور[1]

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

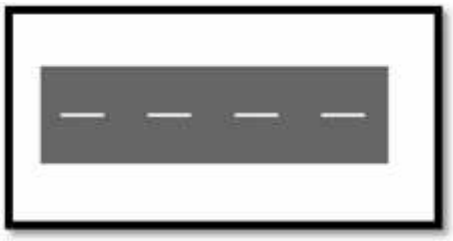
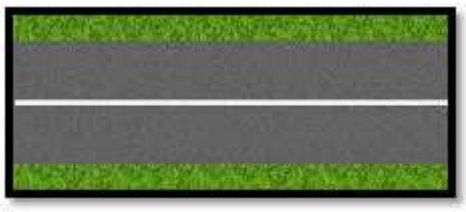
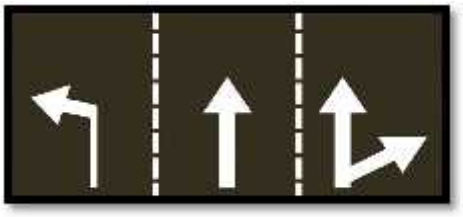
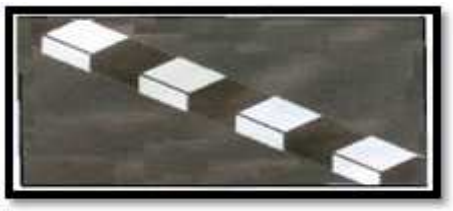
[1] حسب القانون الفلسطيني – **وزارة النقل والمواصلات**

جدول 11 : إشارات المشروع

الإشارة	المدلول
	أولاد على الطريق
	انعطاف حاد نحو اليسار
	مفترق تقاطع اليمين ومن ثم الى اليسار
	مفترق تقاطع طرق لليسار
	مفترق تقاطع طرق لليسار
	مطب على الطريق
	أعط حق الأولوية لحركة السير أمامك
	ممنوع التجاوز
	ممنوع التجاوز بالنسبة للشاحنات التي تزيد عن 4 طن
	انت على وشك الدخول على دوار
	يوجد ممر مشاة بالقرب من المكان
	ممر مشاة
	سقوط حجارة

أما بالنسبة لبعض الخطوط التي سيتم استخدامها في شارع قلقس الرئيسي فهي كالتالي :

جدول 12 : الخطوط المستخدمة في المشروع

الإشارة	المدلول
	**خط متقطع** : خط محور للشارع 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 **أمر 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

5.3 الإنارة على للشوارع والطرق

5.3.1 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 .

5.3.2 مواصفات الإنارة

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

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

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

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

4- 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 .

5-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 .

5.3.2.1 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 7.62، 10.69،12.19 متر والمسافة عن مركز المصباح إلى جانب الطريق (overhangs) 1.5، 2، 2.5 متر على الترتيب.

5.3.2.2 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 13 : توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق

GROUP	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 9.14 10.69 12.19	30.5 36.6 42.7 48.8	25. 36 36. 6 42. 7 48. 8	21. 3 30. 5 42. 7 48. 8	18. 3 27. 4 38. 1 48. 8	16. 8 24. 4 33. 5 42. 7	21.3 30.5 39.6	19.8 27.4 35.1	24.4 32.0	22.9 30.5	27.4	1.82 2.29 2.59 2.90
A2	7.62 9.14 10.69 12.19	33.5 39.6 47.2 53.3	30. 5 39. 6 47. 2 53. 3	25. 9 38. 1 47. 2 53. 3	22. 9 33. 5 45. 7 53. 3	19. 8 29. 0 39. 6 51. 8	25.9 36.6 47.2	24.4 33.5 42.7	30.5 39.6	27.4 36.6	33.5	1.82 2.29 2.59 2.90
A3	7.62 9.14 10.69 12.19	36.6 44.2 51.8 57.9	36. 6 44. 2 51.	32. 0 44. 2 51.	27. 4 39. 6 51.	24. 4 35. 1 47.	32.0 42.7 56.4	29.0 39.6 51.8	36.6 47.2	33.5 42.7	39.6	1.82 2.29 2.59 2.90

			2 57. 9				8 57. 9	8 57. 9	8 57. 9			

حيث:

A1 : الإنارة للشوارع الرئيسية ذات المرورالكثيف(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 10 مترا، وتم اختيار ارتفاع العمود 10.69م ويقع الطريق ضمن المجموعة A3،وبناء على ما سبق فإن المسافة بين كل عامود إنارة والآخر ستكون 51.8م (بمعدل 50 متر) والمسافة من مركزالمصباح إلى جانب الطريق 2.59متر.

5.4 المواقف

5.4.1 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 .

5.4.2 أنواع المواقف

5.4.2.1 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 :

1- اذا كان الشارع عريض.

2- اذا كان عدد السيارات الذي تستعمله قليل.

3- اذا كان السير باتجاه واحد.
4- اذا كان الوقوف على جانب واحد من الطريق فقط وهو الجانب الاقل كثافة من حيث حركة السير .
5- اذا كانت حركة المشاة على الطريق قليلة .
6- اذا سمح بالوقوف في اوقات وايام محددة تكون فيها حركة السير قليلة .

5.4.2.2 المواقف خارج الشارع

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

1- الساحات
2- الموقف المتعدد الطوابق
3- المواقف تحت الأرض
4- المواقف على الأسطح
5- الكراجات الميكانيكية

5.4.3 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 :

1- 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 .

2- 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 .

3- 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 .

اما في المشروع فتم استخدام مواقف على بعض اجزاء من الطريق لوقوف حافلات النقل والمركبات في الشارع كما في الشكل, حيث ان عرض الشارع وحركة السيرلا تسمح الا بذلك .

6.1 مقدمة عن التصميم الانشائي للطرق
6.2 أنواع الرصف
6.2.1 الرصف المرن(flexible pavement)
6.2.1.1 طبقات الرصف المرن
6.2.2 الرصف الصلب(rigid pavement)
6.2.2.1 طرق تصميم الرصف المرن
6.3 العوامل المؤثرة على التصميم
6.4 خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو

الفصل السادس : التصميم الانشائي للطرق

6.1 مقدمة عن التصميم الانشائي للطرق

بعد تحضير سطح الطريق الترابي وتحسين خواص التربة الطبيعية يتم وضع طبقة او مجمعة طبقات فوق هذا السطح تعرف بالرصف , ويكمن الغرض من وضع طبقات الرصف في تحمل كل الاجهادات الناتجة من حركة المرور ونقلها الي طبقة التربة التي تعتبر الاساس الحقيقي للطريق .

وتصميم طبقات الرصف تكون قادرة علي تحمل ثقل العربات وتوصيل الثقل الي السطح الترابي بشكل لا يسبب اي هبوب او انهيار للطريق. ينقسم الرصف الي قسمين رئيسين هما : **الرصف المرن** (flexible pavement) **و الرصف الصلب** (rigid pavement).

6.2 أنواع الرصف

6.2.1 الرصف المرن(flexible pavement)

يعد هذا النوع من الرصف الاكثر استخداما ويطلق عليه ايضا الرصف الاسفلتي وهو الرصف بالاسفلت والمكادم , حيث يتكون جسم الطريق من عدة طبقات توضع علي سطح الارض الطبيعية الواحدة فوق الاخري كما هو مبين في رسم توضيحي 34 وهي طبقة تحت الاساس وطبقة الاساس والطبقة السطح.

3- **طبقة ماتحت الاساس** sub base: توضع هذه الطبقة فوق السطح الترابي بعد تهيئته وتساعد علي تقويته وحمايته من الخراب . كما توفر في تكاليف الرصف وتعمل علي توزيع الاحمال وعلي تصريف المياه وتكون من مواد حصوية اقل جودة من مواد الاساس.

6.2.1.1 طبقات الرصف المرن

6.2.1.1.1 طبقة السطح (*surface course*)

يشكل السطح الجزء الذي يلامس عجلات المركبات ويتألف من طبقة او طبقتين اسفلتية تعطي قوة للرصف وتقاوم البري والتفتت والاهتراء الناتج عن حركة المرور والعوامل الجوية ويمنع من دخول الماء الي الطبقات السفلية .وتوضع بعد رش طبقة تشريب prime coal.

6.2.1.1.2 طبقة الاساس *base course*

وهي الطبقة التي يرتكز عليها سطح الطريق وتتوالي بشكل رئيس نقل وتوزيع **الاحمال الناتجة عن المرور الي الطبقات** السفلي . كما انها تساعد علي حماية سطح الطريق من الخراب الناتج عن انتفاخ وهبوط التربة الاصلية وعن صعود المياه الجوفية الي اعلي.

6.2.1.1.3 السطح الترابى *sub grade*

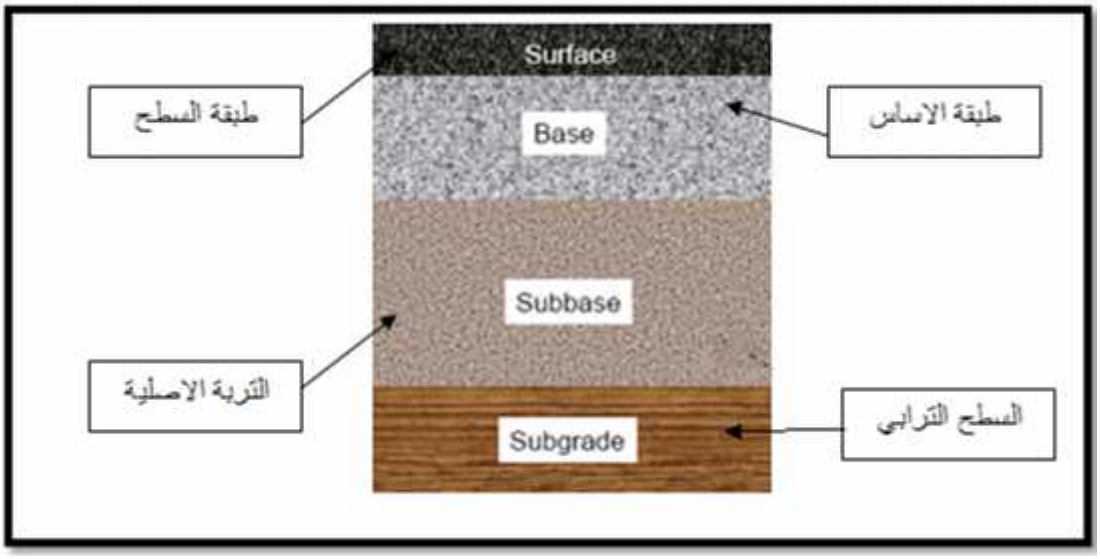
يأتي تحت طبقة الاساس المساعد ويجب ان تنشأ مواده بشكل جيد وان يدمك جيدا وان يكون مستويا حسب المناسيب.

6.2.1.1.4 التربة الاصلية

وهي طبقة الارض الطبيعية التي يتم وضع طبقات الرصف عليها بعد تمهيدها وتسويتها . وتعتبر التربة الاصلية الاساس الحقيقي لجسم الطريق حيث انها القاعدة الاساسية التي ترتكز عليها جميع طبقات الرصف

ويتميز الرصف المرن بمقاومة قليلة نسبيا ضد الانحناء لهبوط او تغيير في شكل التربة الاصلية او في طبقة الاساس التي يصاحبها تغييرا مماثلا في طبقة الرصف . وتتلخص عملية انشاء الرصف المرن في تحضير الارضية ثم وضع الطبقات وفرشها ودمكها ورش لاسفلت التأسيسي ووضع الخلطة الاسفلتية ودحلها حسب الشروط والمواصفات الهندسية.

ويبين الشكل التالي اهم ثلاث طبقات من الرصف المرن التي تؤخذ بعين الاعتبار لاي اعادة تاهيل طريق:



رسم توضيحي 33 :طبقات الرصف المرن

6.2.2 الرصف الصلب(rigid pavement)

ويطلق عليه ايضا الرصف الخرساني حيث يتكون من بلاطات خرسانية يتراوح سمكها ما بين 15 **و** 30**سم تصب** مباشرة علي سطح الارض الطبيعية او فوق طبقة اساس حصوية كما هو موضح في رسم توضيحي 35.

رسم توضيحي 34 :طبقات الرصف الصلب

وقد تكون البلاطات الخرسانية مسلحة وقد تكون بدون تسليح وتصب علي شكل قطع يتراوح طولها ما بين 5 و 30 مترفي الخرسانة العادية وقد يصل الي 300 متر في الخرسانة العادية وقد يصل الي 300 متر في الخرسانة المسلحة . ويمتاز الرصف الصلب بمقاومته الكبيرة للأنحناء حيث لا يسمح بهبوط السطح الترابي ولكن ممكن ان يتعرض للتشققات او الكسر عندما تتعرض التربة الاصلية لتغيرات معتبرة في شكلها ولانشاء الرصف الصلب يجب تحضير الارضية ودمكها جيدا وازاله المناطق الضيقة ووضع الطوبار الجانبي والفواصل . ثم تصب الخرسانة لنصف السماكة ويوضع حديد التسليح علي شكل شبك وتصب باقي الخرسانة ويسوي السطح لتخشينه ومعالجته .

ان الرصف الصلب هو المناسب للتربة الضعيفة لانه اقدر علي تحمل الاجهادات العالية في حين يعد الرصف المرن مناسبا للتربة القوية نوعا ما .

كما ان عمر الرصف الصلب اكبر من عمر الرصف المرن ولذلك فهو يستعمل لكثرة عند الاحمال الثقيلة مثل المطارات والطرق الهامة ومقاطع الاودية.

وفي مشروعنا هذا سيتم استخدام الرصف المرن وذلك لمتانة تربة الطريق الذي سيتم اعادة تاهيله والاخذ بعين الاعتبار للكلفة المادية لتصميم وتاهيل الطريق

6.2.2.1 طرق تصميم الرصف المرن

يشمل تصميم الرصف المرن تصميم الخلطات الاسفلتية وكذلك تصميم القطاع وسماكة الطبقات التي توضع فوق السطح الترابي بحيث تتحمل ثقل المركبات التي تمر عليها دون ان تنهار او تتأثر مع الزمن .

ويعتبر تصميم سماكة الطبقات من اهم الامور المؤثرة علي الاداء الوظيفي للطرق كما ان ذلك يعتبر ذا اهمية كبيرة من حيث **رفع كفاءة استثمار الموارد المتاحة** .

فاذا تم تحديد طبقات الرصف بسماكات اعلي من الحدود المطلوبة فأن ذلك يؤدي الي ذيادات معتبرة في تكاليف الانشاء وهذا هدر للأمكانيات والميزانيات المخصصة .وقد يحدث ان يتم تحديد طبقات الرصف بسماكات ادني من الحدود التصميمية وهذا يؤدي الي ظهور عيوب مختلفة خلال فترة وجيزة من العمر الخدمي للطريق مما يؤثر مستقبلا علي الميزانيات المخصصة للأعمال الصيانة .وعليه فيجب تصميم سماكة الرصف بأساليب

علمية ومدروسة ينتج عنها طرق بمواصفات عالية الجودة من حيث الاداء الوظيفي والسلامة والراحة وبتكاليف اقتصادية .

ويجب كذلك الاهتمام جيدا بتصميم الخلطة الاسفلتية وذلك بتحديد نسبة الركام والمادة الرابطة بالخلطة بدقة وذلك للحصول علي رصف جيد يفي بجميع المتطلبات .

6.3 العوامل المؤثرة على التصميم

من اهم العوامل التي يجب ان تؤخذ في الاعتبار اثناء التصميم هي :

1- **الحجم المروري.**

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

3- خصائص التربة وفحوصاتها.

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

وهناك عدة طرق علمية تستعمل لتصميم سماكة الرصف المرن اهمها :

1- طريقة الاتحاد الامريكي لطرق الولايات والنقل اشتو (AASHTO)

2- طريقة معهد الاسفلت الامريكي (ASPHALT INSTITUTE)

3- طريقة ولاية كاليفورنيا الامريكية (califrnia methd)

وفي مشروعنا هذا سيتم استخدام طريقة الاتحاد الامريكي لطرق الولايات **والنقل** (AASHTO) لاستخدامها وشيوعها في بلادنا العربية.

6.4 خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو

فيما يلي خطوات التصميم الانشائي وايجاد سمك الطبقات حسب نظام AASHTO(2004) :

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

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

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 جدول 14.

جدول 14 : 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 (3.5متر) فتؤخذ قيمة f_d المقابلة للرقم 2 من الجدول وهي 50%.

أما قيمة growth factor (G_f) فيتم الحصول عليه من جدول 15.

جدول 15 : معامل النمو (Growth factor)

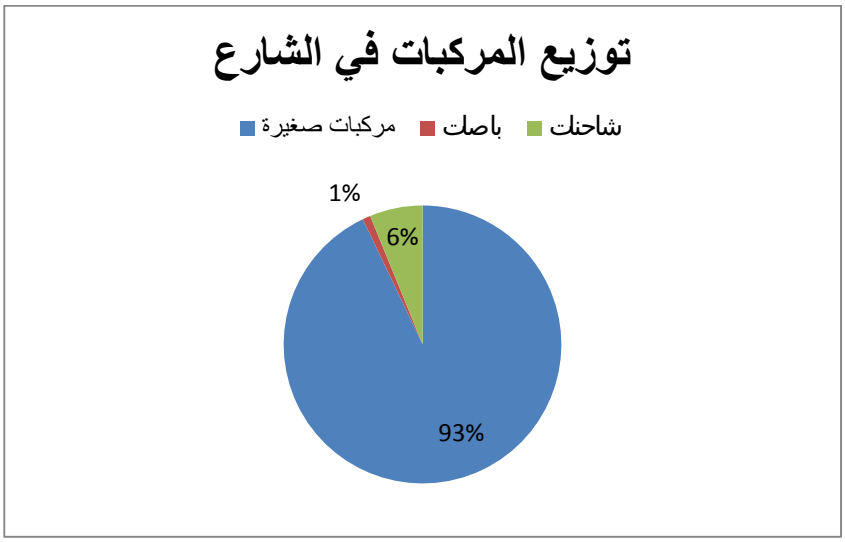
Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	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 20 عاما مستقبليلا , وتوقع نسبة الزيادة السنوية 5 % فتكون قيمة G_f = 33.06.

تم العد المروري على طريق يطا الخليل وهو شارع موازي للشارع المراد تصميمه وذلك لأن الطريق المراد تصميمه مغلق **من قبل الاحتلال** الاسرائيلي.

معدل المرور اليومي للشارع الموازي 525 سيارة/يوم في حين معدل المرور المتوقع للطريق المراد تصميمه هو 60% **من** نسبة المركبات التي تم عدها في الطريق الموازي.

اما بالنسبة لمعدل المرور اليومي المتوقع لمدة التصميم وهي 20 **عام** = 315*33.06+315 = 419 سيارة / يوم وسوف يتم اعتماد الرقم 450 سيارة / يوم في التصميم .



رسم توضيحي 35 : توزيع المركبات في الشارع

جدول 16 : عدد المركبات حسب النوع ايام الاسبوع في الشارع الموازي

الايام	سيارة	باص	شحن
السبت	680	3	25
الاحد	600	5	40
الاثنين	490	5	42
الثلاثاء	465	5	38
الاربعاء	430	5	31
الخميس	500	5	41
الجمعة	250	5	10

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية ، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركباتالمختلفة 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):

* 2 * 0.0003135 =3ESAL(car) = 0. 5 * 33.06* 365 * 450 * 0.9

ESAL(buss) = 0. 5 * 33.06* 365 * 450 * 0.06 * 2 *0.198089 =0.

ESAL(truck) = 0. 5 * 33.06 * 365 * 450 * 0.01 * 2 * 0.29419 =

TOTAL ESAL =

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

جدول 17 : قيمة ال CBR لكل طبقة[1]

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

ولحساب المعامل المناخي نستخدم المعادلات التالية :

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

حيث أن :

- R : Regional Factor
- 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 جدول 18.

[1]AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

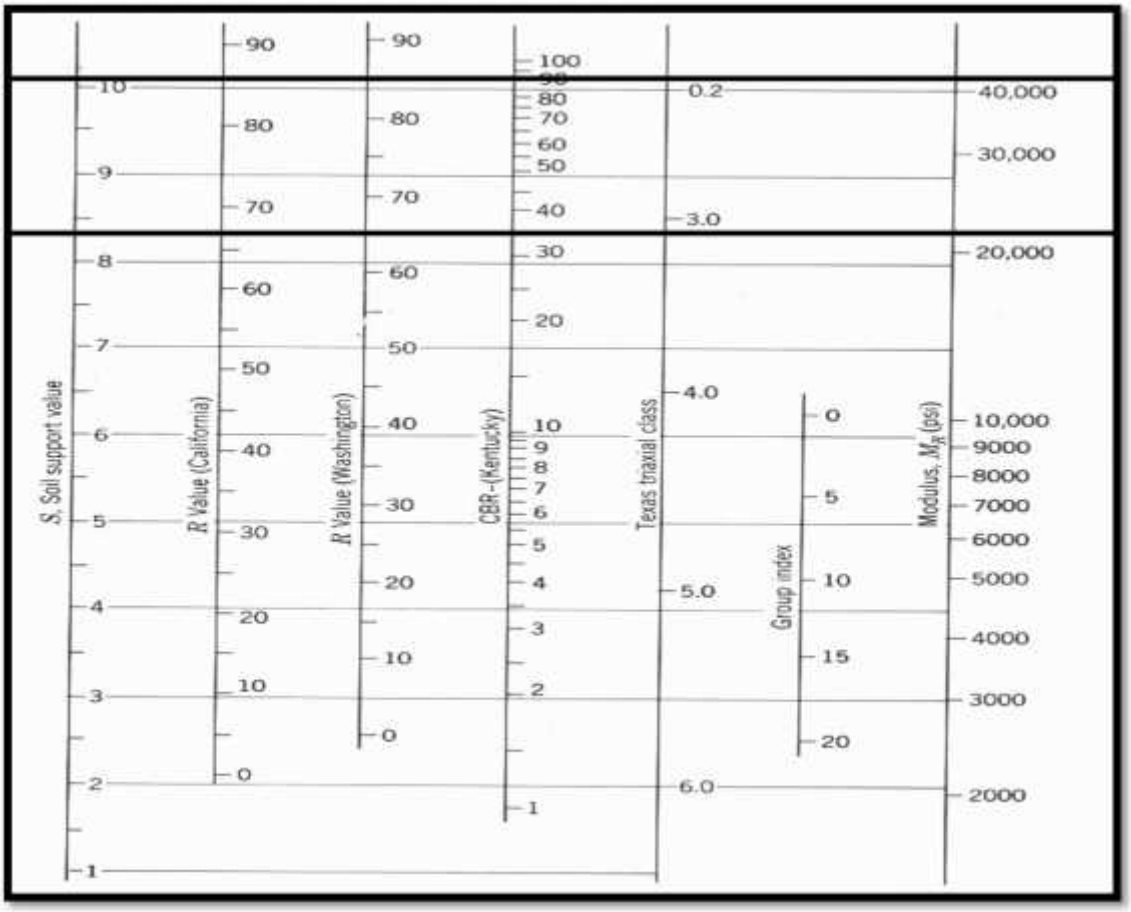
جدول 18 : قيمة المعامل المناخي[1]

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

بحسب دراسات دائرة الارصاد الجوية الفلسطينية والمعلومات المتوفرة لديها فيمكن الجزم أن طقس مدينة الخليل يكون فيها 5 أشهر ماطرة ورطبة و7 أشهر جافة.

$$R = \frac{7}{12} * 0.9 + \frac{5}{12} * 4.5 = 2.4$$

بعد ذلك يتم ايجاد قيمة ال S-soil support value من خلال رسم توضيحي 35 .



رسم توضيحي 37 : S-soil support value

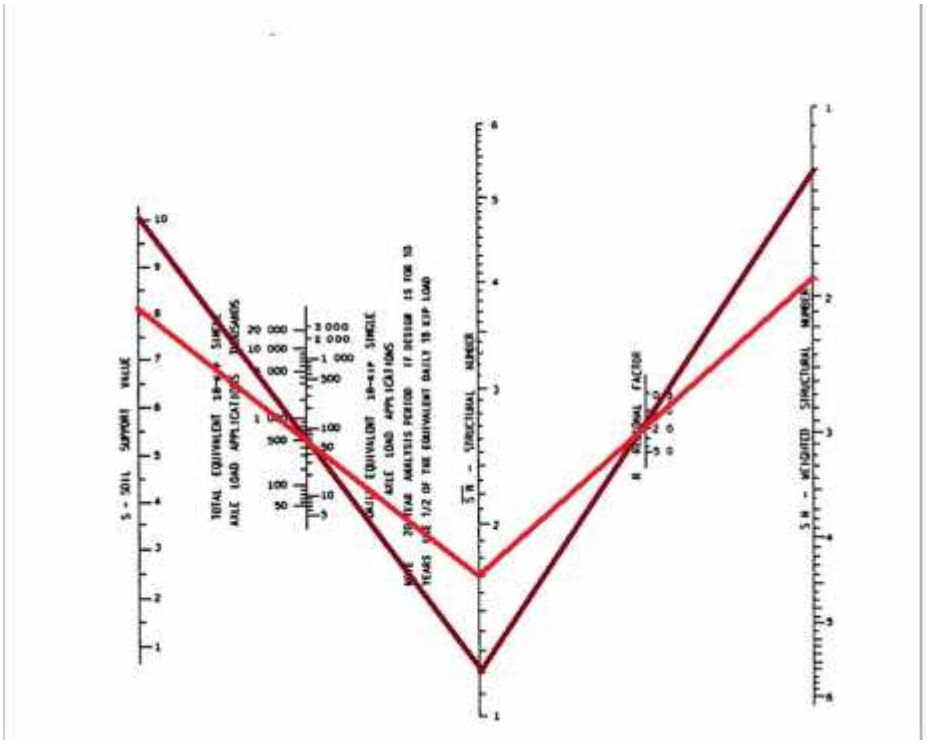
وبالتالي فإن :

(S1-soil support value) = 10.1

(S2-soil support value) = 8.3

[1]AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

بعد ذلك سيتم حساب قيمة ال SN **وذلك حسب رسم** توضيحي 36.



رسم توضيحي 38 : قيمة المعامل SN

SN(Base Course) = 1.3 SN (Asphalt) = 1.95

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** :

1) قيمة المعامل a1

جدول 19 : قيمة المعامل (a1) [1]

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=0.44.

2) قيمة المعامل a2

جدول 20 : قيمة المعامل (a2) [1]

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=0.14.

أما بالنسبة لمعامل التصريف عند حد الإشباع (5-25%) ، وبتصريف ضعيف فإن قيمته تساوي 0.7 .

وبالتالي فإن سمك الطبقات :

1- D1 = $\frac{2.20}{0.44}$ = 5.0 in = 5.0 *2.54 = 12.7 cm Select 7 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 كما هو موضّح في جدول :

[1] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

جدول 21 :سماكة الطبقات[1]

الرصفة	السمك (سم)
طبقة الأسفلت	7
الاساس (Base Course)	20

بالنسبة لطبقة الأسفلت تكون بحجم حبيبي 1 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 50%.

الفصل السابع : تصريف مياه الأمطار

7.1 مقدمة عن تصريف مياة الامطار
7.2 متطلبات صرف المياه من الطريق
7.3 أنواع صرف المياه
7.3.1 الصرف السطحي
7.3.1.1 تجميع المياه السطحية
7.3.2 الصرف المغطى
7.4 كمية مياه الأمطار
7.5 تصميم شبكة التصريف
7.5.1 أهم الامور التي تؤخذ عند التصميم
7.6 مراحل التصميم

الفصل السابع

7.1 مقدمة عن تصريف مياة الامطار

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:

1. 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.
2. زيادة نسبة الرطوبة تؤدى إلى تغيرات ملحوظة في حجم بعض أنواع التربة، وأيضا هذا يؤدي إلى انهيار سريع في **قطاع الرصف**.
3. زيادة نسبة الرطوبة يتسبب في تقليل قوة تحمل الرصف، وهذا يسبب زيادة عدم الإستقرار، وهذا ينعكس على قطاع **الرصف ككل**.
4. في مناطق الصقيع و في حالة وجود المياه الأرضية قريبة من قطاع الرصف، يتعرض الطريق إلى حركة للأعلى خلال الشتاء، نتيجة لتجمد المياه وزيادة حجمها، وهذا يساعد في تشقق الرصف ويعجل بانهياره.
5. في حالة الجسور العالية ويتسبب سريان المياه السطحية في تآكلها والتعجيل في انهيارها نتيجة للنحر الشديد الذي قد تتعرض له.

7.2 متطلبات صرف المياه من الطريق

1. تصريف الماء عن سطح الطريق وذلك بعمل ميلان في سطح الطريق (Cross Slope) و تكون نسبة الميلان عادة 2% **وتزداد** كلما كان السطح خشنا، أما ميلان سطح الطريق عند المنعطفات (التعلية –Super Elevation)، فيكون باتجاه واحد.
2. تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الانحدار الكافي لتصريف المياه.
3. قطع الطريق أمام المياه السطحية المتجهة من الأراضي المحيطة إلى حرم الطريق.

4. يجب أن يكون قطاع المصارف الجانبية المكشوفة ذات سعة وانحدار طولي مناسبين لصرف المياه المتجمعة.
5. يجب أن لا تتسبب المياه السطحية المارة على سطح الطريق وعلى الميول الجانبية في تكوين حفر عرضية أو نحر بالتربة.
6. 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 .
7. منع وصول المياه للطريق من التلال و المساحات القريبة من المنطقة، وذلك بعمل أفنية طولية موازية للطريق تتجمع فيها المياه وتنقلها بعيدا عن الطريق.
8. بناء الاطاريف و البالوعات اللازمة في جمع وتصريف المياه.

7.3 أنواع صرف المياه

7.3.1 الصرف السطحي

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

7.3.1.1 تجميع المياه السطحية

المياه المتساقطة على سطح الرصف تسيل جانبا، بسبب وجود الميول العرضية لطبقة الرصف، ومقدار هذا الميل يتوقف على نوع الرصف وكمية الأمطار المتساقطة وهي تتراوح من 1.5% الى 3 % لسطح الطريق, و 4% الى 6% 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.

7.3.2 الصرف المغطى

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

7.4 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 = $\frac{length\ of\ pipe}{velocity}$.

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

جدول 22 : 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 منحنياتوالتي 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 25سنه 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**

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

7.5 تصميم شبكة التصريف

7.5.1 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 :

1. عند تغير الميل.
2. عند تغير الاتجاه (حيث يجب أن تكون زاوية التغير أكبر من 90 درجة).
3. عند تغير قطر الـ (pipe).
4. اذا كانت المسافة (120_180) متر.

3) Pipediameter

وهو قطر الانبوب الذي سيتم استعماله في الشبكة.

D_{min} = 10 inch = 250 mm.

4) Velocity

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.

5) Slope

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

$$V = \frac{1}{n} * R^{2}{}_{3} * S^{1}{}_{2}$$

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.

6) Depth of sewer (d_{min})

وهي أقل عمق للأنبوب عن سطح الارض ، وهو يساوي **1متر**.

7) location of sewer pipes in road section

رسم توضيحي 39 : مكان وجود أنابيب الصرف

7.6 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. S = S_{min}. → G > S_{min}

$G = S_{min} \rightarrow S = S_{min}$. .II

$G > S_{max} \rightarrow S = S_{max}$ . .III

$S_{min} < G < S_{max} \rightarrow S = G$. .IV

وفي مشروعنا تم تصميم عبارات لتصريف مياة الأمطار .

الفصل الثامن : النتائج والتوصيات

8.1 مقدمة

8.2 النتائج

8.3 التوصيات

8.4 الملاحق

8.1 مقدمة

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

8.2 النتائج

بعد المسح التفصيلي والتصميم الهندسي والانشائي للطريق فقد تم التوصل الى مجموعة من النتائج ، أهمها :

1. هذا الطريق له اهمية في ربط مدينة الخليل وخربة قلقس ووصولا الى قرية يطا وفي خدمة المنطقة وجعلها اكثر حيوية.
2. كانت النتيجة تصميم هندسي بالاعتماد على مواصفات AASHTO 2011 بسرعة تصميمية تساوي 40 كم/ساعة.
3. كانت نتيجة التصميم بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة مع الاخذ بعين الاعتبار الزيادة السكانية المتوقعة وفترة عمر للطريق تساوي 20 عام :

جدول 23 : ملخص سماكة الطبقات

الرصفة	السمك (سم)
طبقة الإسفلت	7
الاساس (Base Cource)	20

4. تم حساب الكميات التقديرية للمشروع وكانت الكميات على النحو التالي :

جدول 24 : ملخص كميات المشروع

الصف	الكمية	الوحدة
حفر	7733	متر مكعب
ردم	3955	متر مكعب
أسفلت(طبقتين)	22200	متر مربع
طبقة الاساس	4440	متر مكعب
جبهه	5600	مترطولي
ارصفة	8400	متر مربع

5. تم وضع جميع الاشارات المرورية وفي موقعها المناسب ، ووضع الاضاءة السليمة في الشارع.

8.3 التوصيات

1. التأكيد على بلدية الخليل ذات العلاقة بفتح الطريق وتصميمه بالسرعة الممكنة لما له تأثير في إنعاش المنطقة.
2. يجب استخدام الجدران الساندة الخرسانة عند الحاجة , وتصمم حسب تعليمات المهندس الانشائي.
3. يجب ان يتم دمك طبقة الاساس جيداً.
4. يجب رش مادة البيتومين(Prime Coat) فوق طبقة الاساس وقبل وضع الاسفلت.
5. يجب اخذ جميع اجرائات الامن والسلامة طوال فترة تنفيذ المشروع .

قائمة المصادر والمراجع

- روحي الشريف، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الأردن، 1986.
- الدباغ، مصطفى مراد. بلادنا فلسطين. جـ1، قسم 5، ص 12، (22-23)، 40، 52.
- الإدارة العامة للأرصاد الجوية , كمية المطر السنوي في فلسطين حسب السنة وموقع المحطة.
- الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني , التعداد العام للسكان والمساكن والمنشآت, 2007.
- بلدية الخليل _دائرة التخطيط والتطوير_المهندس نايف البسايطه.
- بلدية الخليل _قسم المساحة_المهندس عمار الجعبري.
- بلدية الخليل_قسم التخطيط_المهندس علاء شاهين.
- بلدية الخليل_قسم الطرق_المهندس سامر العويوي.
- وزارة النقل والمواصلات - حسب القانون الفلسطيني.
- يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان،1978

- AASHTO—Geometric Design of Highways and Streets.
- http://www.geom.unimelb.edu.au.
- AASHTO Guide for Design of pavement structures 1993.