Palestine Polytechnic University

Palestine Polytechnic University
College of Engineering
Department of Civil and Architectural Engineering

Project Title

Re-design and rehabilitation of Ein Deir Baha road

Prepared by :

Kareem Sakher AL-Ashhab

Project Supervisor :

Dr-Eng Itissam Abuiziah

Hebron – Palestine

1/9/2021

CERTIFICATION

Palestine Polytechnic University

(PPU)

The Project Entitled:

Re-design and rehabilitation of Ein Deir Baha road

Prepared by

Kareem Sakher AL-Ashhab

In accordance with the recommendations of the project supervisor, and the acceptance of all examining committee members, this project has been submitted to the Department of Civil and Architecture Engineering in the college of Engineering and Technology in partial fulfillment of the requirements of the department for the degree of Bachelor of Science in Engineering.

Department Chairman	Project Supervisor
……	……

الاهداء

إلى من جعلوا من أنفسهم جسراً تعبره نجاحاتنا، إلى من سهروا ليلهم لتشرق شمسنا، إلى من عرقت جباههم وما جفّت وتعبت جوارحهم وما كلّت وما أنّت، إلى من وهبوا أنفسهم وما ملكت أيديهم شموعاً تحترق لتنير لنا الدرب، إلى من غرسوا بذور العطاء والبر والتقوى والمحبة في أراضينا القاحلة، وعصروا من قلوبهم ترياقاً لهمومنا وبلسماً لحياتنا، إلى من آثروا الحرمان لنكتفي نحن فيكتفون ونرتفع نحن فيرتفعون، إلى آبائنا وأمهاتنا العظام الذين لا يجازي رضاهم مداد البحر من الكلمات، ولا يوفيهم حقّهم مدى الدهر من الوفاء والطاعات، إليكم نهدي هذا العمل المتواضع .كما واهدي هذا العمل إلى كل الأساتذة والأخوة والأصدقاء الذين وقفوا وما يزالون إلى جانبنا في السراء والضراء، وبوجودهم تذوقنا طعم الحياة وحلاوة الأوقات وبمحبتهم وعطائهم تجاوزنا الصعاب وبلغنا الأهداف .

شكر وتقدير

لا فضل علينا إلا فضله ، وما من نعمةٍ نحن بها إلا من عنده، وما توفيقنا إلا به فله الحمد والشكر عدد الأوراق والأشجار، وعدد ما ذكره الذاكرون الأبرار، وعدد ما سبح الطير وطار وما تعاقب الليل والنهار، حمداً كثيراً طيباً مباركاً لا إنقضاء له في السعد والحزن، والسر والعلن .

الحمد والشكر لله الذي وفقني و ادامني بالمعرفة لتجاوز الصعاب وإنجاز هذا المشروع .
من لا يشكر الناس لا يشكر الله، وأنتم جميعاً تستحقون الشكر والثناء، فلولاكم لم يكن عملنا ليكلل بالتمام، ولولا جهودكم لما كان للنجاح أي وصول، ولما تحققت الأهداف، فأنتم أساس رفعة هذه العمل وأساس تقدمه، وأنتم من يحمل شعلة النجاح والتطور، فشكراً لكم جزيل الشكر .

كما واتقدم بجزيل الشكر والامتنان الا صانعة الاجيال جامعتنا الكريمة و كل العاملين فيها

الى كليتنا كلية الهندسة بشكل عام و الهندسة المدنية بشكل خاص و الطاقم التعليمي فيها .

كما نشكر الزملاء والمهندسين الذين ساعدونا في إنجاز هذا العمل واخص بالذكر الدكتور : اعتصام ابو عزية نجاجرة مشرف هذا المشروع .

والشكر واصل لكل من ساهم في إنجاز هذا البحث المتواضع .

Abstract

Re-design and rehabilitation of Ein Deir Baha road

Kareem Al- Ashhab

Supervisor:

Dr-Eng Itissam Abuiziah

منطقة الجلدة بالتحديد (عين دير بحة) هي منطقة تقع غرب مدينة الخليل وهي منطقة تمتاز بأن النمو السكاني في ازدياد مستمر ، والشارع الذي يخدم المنطقة والمسمى باسمها (شارع عين دير بحة) له أهمية كبيرة تكمن في أنه يربط بين منطقة الجلدة وقرية تفوح في مدينة الخليل ، أيضا له أهمية كبيرة حيث أنه يخدم مجموعة من الضواحي، لذا لا بد من الوقوف لاعادة تصميم وتأهيل هذا الشارع لمدى اهميته على الواطنين .

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

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

Key Words: المساحات والحجوم, عناصر الطريق, الانارة, التأهيل, اعادة تصميم.

Abstract

Re-design and rehabilitation of Ein Deir Baha road

Kareem Al- Ashhab

Supervisor:

Dr-Eng Itissam Abuiziah

Al-Jaladah area in particular (Ain Deir Baha) is an area located west of the city of Hebron, which is characterized by the fact that the population growth is constantly increasing. Hebron, too, is of great importance as it serves a group of suburbs, so it is necessary to stop to re-design and rehabilitate this street because of its .importance to the citizens

The importance of this road is that it is considered within an area that constitutes an area for population expansion, internal tourism and recreation, and serves many .of the lands located on this road

The project includes the design of the road to implement the necessary space works in addition to the engineering and construction design of the road, as well as the requirements for the design of the road from the calculations of quantities such as digging, backfilling, rainwater drainage and others, taking into account the safety and security rules for road users, including pedestrians and vehicles.

Key Words : Re-Design, Rehabilitation, Lighting on the road, road elements, Areas and volumes .

المحتويات:

الفصل الأول: المقدمة

1-1 نظرة عامة 2

2-1 نبذة تاريخية عن نوبا..... 2

3-1 فكرة المشروع..... 3

4-1 موقع المشروع 4

5-1 هيكلية المشروع 5

6-1 طريقة البحث 5

7-1 العوائق والصعوبات 5

8.1 الجدول الزمني للمشروع..... 6

الفصل الثاني: الأعمال المساحية

1-2 المقدمة 8

2-2 دراسة المخططات..... 8

3-2 اعمال استطلاعية 8

4-2 اعمال الرفع التفصيلي 13

5-2 العمل الميداني 18

الفصل الثالث : مشاكل الطريق والحلول المقترحة

3-1 المقدمة 21

3-2 تعريف بالمشاكل والعوائق وطرق حلها 21

3-2-1 عرض الطريق قليل..... 21

3-2-2 لا يوجد تصريف لمياه الأمطار 22

3-2-3 لايوجد كهرباء..... 23

3-2-4 لايوجد رصيف..... 23

3-2-5 عدم وجود مواقف للسيارات في الطريق..... 23

الفصل الرابع :العد المروري والإشارات المرورية

4-1 حجم المرور..... 25

4-1-1 غرض العد المروري..... 26

4-1-2 طرق العد المروري..... 27

4-1-3 فترات العد 27

4-2 السير الحالي والمستقبلي 31

4-3 عمر الطريق..... 31

4-4 سعة الطريق..... 32

4-5 إشارات المرور المستخدمة..... 32

4-5-1 أنواع الإشارات..... 33

4-5-2 مواصفات الإشارات 35

6-4 علامات المرور..... 36
1-6-4 اهداف علامات المرور 36
2-6-4 الشروط الواجب توفرها في العلامات..... 36
3-6-4 أنواع علامات المرور في الطريق..... 37

الفصل الخامس : الفحوصات المخبرية والتصميم الانشائي للطريق

1-5 المقدمة 38
2-5 التصميم الانشائي للطريق 38
3-5 العوامل المؤثرة على التصميم 38
1-3-5 الانواع الاساسية للرصيف..... 39
2-3-5 العوامل المؤثرة على التصميم حسب الاشتو2004 39
4-5 تصميم الرصفة المرنة 40
5-5 عينات التربة 41
1-5-5 اماكن استخراج التربة 42
2-5-5 تجربة الكثافة العظمى 44
3-5-5 طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا 46

الفصل السادس : التصميم الهندسي للطريق

1-6 المقدمة 49
2-6 اسس عملية التصميم 52
3-6 المنحنيات 59

1-3-6 المنحنيات الافقية 65
1-1-3-6 المنحنيات البسيطة 67
2-1-3-6 المنحنيات الانتقالية 71
2-3-6 المنحنيات الرأسية 76
4-6 القوة الطاردة المركزية 78
5-6 التعلية 80
1-5-6 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية)..... 83
6-6 تصريف مياه الامطار 85

الفصل السابع : النتائج والتوصيات

1-7 المقدمة 86
2-7 النتائج 88
3-7 حساب تكلفة الطريق 90
3-7 -1 تكلفة الحفر والردم 95
3-7 -2 حساب تكلفة طبقات الرصفة 96
3-7 -3 الجبة الحجرية على الارصفة وعلى الجزيرة الوسطية 100
3-7 -4 التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق 104
4-7 التوصيات 106

فهرس الاشكال :

2-1 منطقة المشروع 4

2-2 اعمال المساحة الاستطلاعية..... 12

3-2 اعمال المساحة الاستطلاعية..... 13

4-2 طرق واساليب الرصد المساحي 15

5-2 مخطط نقاط Control point 20

1- 3 مشاكل الطريق..... 23

1-4 القراءات الخاصة بالعد المروري 29

2-4 إشارات المنع المستخدمة في الطريق..... 34

3-4 بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق..... 35

4-4 بعض إشارات الاوامر المستخدمة في الطريق..... 35

1-5 طبقات الطريق 36

2-5 طبقات الرصفة المرنة 37

3-5 طبقات الرصفة المرنة 38

6-5 صورة لنتائج التجربة 40

7-5 جهاز تجربة الكثافة العظمى 41

9-5 صورة لنتائج التجربة 42

10-5 قيمة الرجوعية لطبقة الاساس 44

11-5 قيمة الرجوعية لطبقة الاسفلت 44

12-5 منحنى معامل طبقة الاسفلت السطحية 44

13-5 معامل طبقة Base 45

14-5 منحنى لايجاد الرقم الانشائي SN1 45

15-5 منحنى لايجاد الرقم الانشائي 46

1-6 مقطع عرضي للطريق 50
2-6 صورة توضح مسرب التسارع 52
3-6 صورة توضح مسرب التباطئ 53
4-6 صورة توضح مسرب الصعود 54
5-6 صورة توضح المسرب المخصص للنقل العام 56
6-6 صورة توضح مسرب التعطل والخدمات 58
7-6 صورة توضح عناصر الطريق 60
8-6 صورة توضيحية لمسارب الطريق 63
9-6 كتف الطريق 65
10-6 عناصر المنحنى الدائري البسيط 67
11-6 المنحنى الانتقالي 69
12-6 عناصر المنحنى الرأسي 71
13-6 تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات 75
14-6 تطبيق التعلية على المنحنيات 77
15-6 الدوران حول المحور 80
16-6 الدوران حول الحافة الداخلية 81
17-6 الدوران حول الحافة الخارجية 83

فهرس الجداول:

1-2 جدول احداثيات نقاط Control point..... 19

1-4 جدول متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع 29

2-4 جدول معاملات انواع المركبات وفقا للمواصفات الاردنية 29

3-4 جدول قيم K وD العامة..... 31

4-4 جدول حجم المرور لكل فترة 15 دقيقة بساعة الذروة..... 32

5-4 جدول سعة الطريق حسب مواصفات هيئة آشتو (AASHTO)..... 33

6-4 جدول المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة 36

1-5 جدول قيمة معامل T 37

2-5 جدول قيمة معامل Gf 37

3-5 جدول متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة 38

4-5 جدول متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة 38

5-5 جدول وزن المركبات بالنسبة للسيارة الشخصية 40

6-5 جدول قيمة كاليفورنيا حسب النظام الموحد ونظام ASSHTO 40

7-5 جدول قيم الطبقات ونسبة كاليفورنيا لها 42

8-5 جدول الانحراف المعياري حسن نوع الطريق 42

9-5 جدول تسميات رموز معادلة الرقم الانشائي 43

10-5 جدول تعريف جودة التصريف 43

11-5 جدول معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق 44

12-5 جدول مدى موثوقية تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق 44

13-5 المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطريق في فلسطين والاردن 45

14-5 المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطريق في فلسطين والاردن 45

15-5 جدول سماكة الرصفات للمشروع 46

1-6 جدول السرعة التصميمية 52

2-6 جدول أنصاف اقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق 57

3-6 جدول الحد الادنى لانصاف الاقطار على المنحنى 61

4-6 جدول قيمة الثابت للمنحنيات الرأسية 71

الفصل الاول

المقدمة

1-1نظرة عامة

2-1 نبذة تاريخية عن نوبا

3-1 فكرة المشروع

4-1 موقع المشروع

5-1 هيكلية المشروع

6-1 طريقة البحث

7-1 العوائق والصعوبات

الفصل الأول: المقدمة

1.1. نظرة عامة

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

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

تبدأ عملية إنشاء أي طريق بعمل دراسة الجدوى التي تعني مدى الفائدة التي يقدمها الطريق المقترح مقارنة بالتكلفة.

2.1 نبذة تاريخية عن الطرق :

لا يعرف تاريخ محدد لمولد الطرق ، لكن مع توطن البشر واستئناسهم للحيوانات قبل نحو 9000عام كانت المسارات التي سلكها الناس بحيواناتهم هي أول طرق سير عرفها البشر.

ويعود تاريخ الطرق الحديثة إلى اليوم الذي اخترع فيه الإنسان العجلة منذ حوالي 5000 عام قبل الميلاد، حيث عرف الإنسان أول طريق مرصوفة بالأحجار في عام 3500 ق.م في بلاد ما بين الرافدين، ثم أتى البابليون وبنوا شبكة مهمة من الطرق تصل العاصمة بالمناطق المحيطة بها، وكانوا أول من استخدم الإسفلت (القار) كمادة من مواد إنشاء الطرق. ومع بداية القرن التاسع عشر الميلادي أنشئت آلاف الكيلومترات من الطرق التي أخذت بعين الاعتبار تصريف المياه والتأسيس على أرضية صلبة وتصميم المنحنيات الرأسية والأفقية.

و برجع الاهتمام بطبيعة الطريق إلى طبيعة الحاجة إليها، ففي الماضي كانت الطرق تستخدم لمرور الأشخاص أي مسرب صغير فقط و ذلك لأنه لم يكن هناك تلك المركبات المختلفة و لم تكن طبيعة الأعمال في الماضي تحتاج إلى المركبات الضخمة بل كانت تقتصر على الدواب التي كانت تنتقل في مواسم الفلاحة.

و عندما بدأت معالم التطور تظهر على البشرية بدأت الطرق تتغير من مسرب إلى طريق بعرض سيارة ومن ثم أصبحت الطريق عدة مسارب و اصبح هناك طرق كثيرة لتصميم و شق الطرق، إذ أن أعداد الناس أخذت بالزيادة و تعددت الحاجات إلى المركبات وتنوعت الأعمال وعندها اصبح جل الحديث في كيفية تحقيق سبل الراحة و الأمان على هذه الطرق و السلامة لمستخدمي هذه الطريق ، فبدأت أعمال الرصف و زيادة عرض الشارع و الحارات واختلاف أنواع الإسفلت وسماكة طبقاته الذي يتناسب طرديا مع راحة المواطنين والعربات التي تسير على هذه الطريق، ومن مظاهر الراحة والأمان إضافة ما يسمى

بالجزر بأنواعها والتعلية والمنحنيات بأنواعها أيضا التي تعمل على توفير الراحة كما سنتحدث عن هذه المنحنيات في الفصول اللاحقة .

يتبين مما سبق أن الطرق تعتبر عنصرا مهما من عناصر التنقل والوصل بين الأماكن، وقد أصبحت الطرق ترمز في الوقت الحاضر إلى مدى تقدم المنطقة التي تحوي تلك الطريق

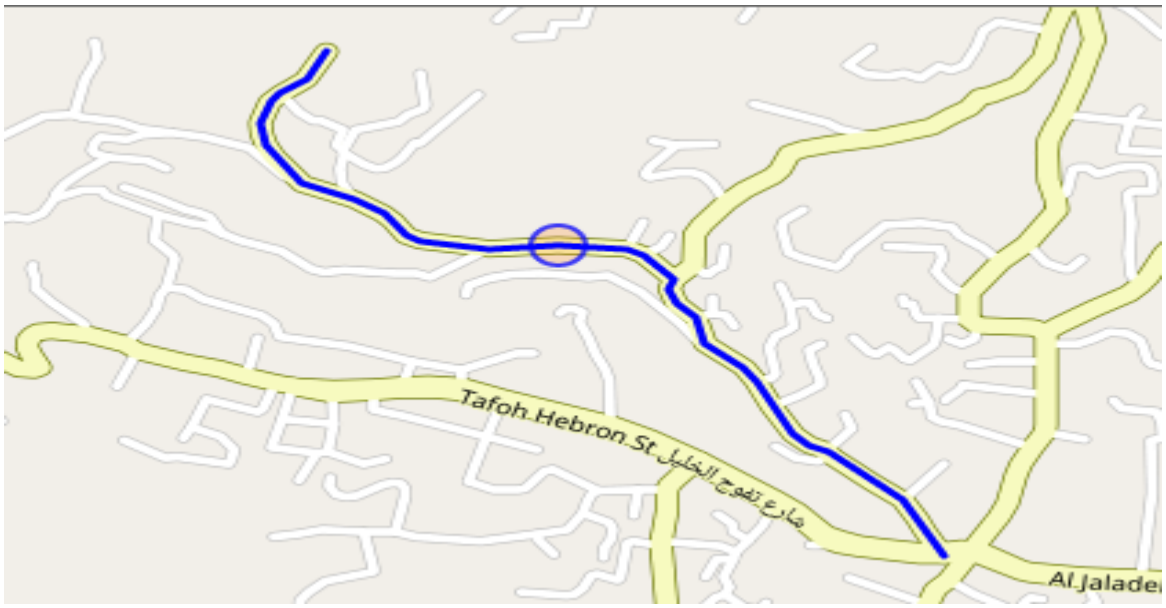
3.1. فكرة المشروع

تشمل فكرة المشروع على إنشاء وتصميم طريق (عين دير بحة) كما يشكل حل للمشاكل التي تواجه المواطنين اثناء الذهاب الى المنطقة ويعتبر ضمن منطقة تشكل مجالاً للتوسع السكاني ، يهدف المشروع الى وضع تصميم نموذجي آمن للطريق، مع الأخذ بعين الاعتبار جميع أسس التصميم الهندسي، إضافة الى مراعاة الميول الجانبية اللازمة لعمل قنوات تصريف مياه الامطار، ثم تصميم القطاعات العرضية والاكتاف والرصيف ونظام الانارة على الطريق ونظام تصريف المياه.

وبشكل عام فإني اهدف الى الوصول الى طريق يخدم المنطقة بشكل آمن بحيث لا يسبب الحوادث ويحقق الراحة للسائقين وكذلك يعطي قيمة جمالية وحضارية للمنطقة.

4.1. موقع المشروع

تقع هذه الطريق في غرب مدينة الخليل في منطقة أبو دعجان ، و يبلغ طول الطريق حوالي 1800م وعرضه حوالي 12م ، حيث تمر هذه الطريق بمناطق توسع سكاني ومناطق زراعية وصناعية .



الشكل 1-1 يوضح موقع المشروع

5.1. هيكلية المشروع

المرحلة الأولى: يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث، الأهمية، الأهداف، طريقة البحث، هيكلية البحث، العوائق والصعوبات، الأجهزة المستخدمة والجدول الزمني للمشروع.
المرحلة الثانية: الاعمال المساحية.
المرحلة الثالثة: المشاكل المتعلقة بالطريق.
المرحلة الرابعة: التحليل المروري للطريق.

6.1. طريقة البحث

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

7.1. العوائق والصعوبات

- طبيعة الأرض وطوبوغرافيتها كونها أرض مختلفة التضاريس والتباين يتضح بشكل كبير بين جبل شديد الانحدار وآخر أقل ومن ثم استواء في سطح الأرض وهكذا .
- منع بعض المواطنين في بعض الأحيان فريق العمل من العمل المساحي في أراضيهم .

الأعطال الفنية في الأجهزة المساحية المستخدمة .

الفصل الثاني

الأعمال المساحية

2-1 مقدمة

2-2 دراسة المخططات

2-3 اعمال استطلاعية

2-4 اعمال الرفع التفصيلي

2-5 العمل الميداني

الفصل الثاني: الأعمال المساحية

1.2. مقدمة

بعد أن يتقرر فتح طريق بين منطقتين أو يتقرر تحسين طريق موجودة تجرى دراسة لمعرفة حجم السير الحالي إن وجد، ودراسة الهدف والغايات من وراء تصميم الطريق وما تعود به من نفع على المناطق المحيطة بها والمناطق المجاورة لها، تحديد درجة ومستوى الطريق المطلوبة، أي يتم تحديد سرعة السيارات عليها وعدد مساربها وأنصاف أقطار منحنياتها الافقية وأطوال منحنياتها الرأسية وميول سطحها وغير ذلك.

وبعد ذلك لابد من القيام بأعمال مساحية متعددة ودراسة للمنطقة على ارض الواقع، وتثبيت محور الطريق النهائي على الأرض وعمل مسح مناسيب طولية وعرضية وعمل التصميم الرأسي والعرضي للطريق ومن ثم القيام بالمسح الانشائي حتى يكتمل + تصميم الطريق افقيا وراسيا.

وتتلخص الأعمال المساحية التي يتطلبها دراسة طريق معين على المراحل الرئيسية التالية:

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

2.2. دراسة المخططات

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

3.2. اعمال استطلاعية

الغاية منه تحديد مسار أو أكثر يحقق غايات واهداف الطريق ويتم القيام بجولات استطلاعية من قبل أعضاء المجموعة، والاطلاع على الخرائط المتوفرة للمنطقة الذي يعين في معرفة الطبيعة عن الأماكن المناسبة لسير الطريق والتعرف على طبيعة المنطقة والتعرف على الانحدارات في الشارع، وأماكن تجمع المياه وذلك لمعرفة الأماكن التي تحتاج الى عبارات. ومن الأمور المهمة التي يجب اخذها بعين الاعتبار الأهمية الاقتصادية للطريق والخدمات التي يقدمها الطريق أو يساهم في تطويرها، ومعرفة ميول الأرض التي سيمر منها الطريق ودراسة العوائق التي ستؤدي الى إعاقة الطريق.

ويراعى عند اقتراح المسارات ما يلي:

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

4.2. اعمال الرفع التفصيلي

في بداية هذه المرحلة يقوم الفريق المساحي بعمل مضلع يكشف قدرالامكان كل نقاط الطريق المقترح حيث أن الهدف من وراء عمل مضلع يكشف نقاط الطريق هو تعيين إحداثيات وبالتالي مواقع نقاط جديدة انطلاقا من واستنادا إلى شبكة نقاط قديمة معلومة الإحداثيات بدقه كشبكة المثلثات أو المسح المثلثي أو نقاط ال GPS بهذا تساهم أعمال المضلعات في تكثيف شبكات النقاط المعلومة ومن ثم يسهل ربط أعمال المساحة الأخرى بشبكة الإحداثيات العامة للدولة .

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

وتم تنفيذ الأعمال التالية:

- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار وسنسال وغيرها من التفاصيل .
- اخذ مقاطع عرضية عند كل 50 متر من الطريق لاختيار انسب المناسيب والميول لأغراض التصميم والتنفيذ على يمين ويسار محور المشروع المقترح.
- رفع كافة تفاصيل الطريق.
- اختيار مسار الطريق بناء على ما هو موجود من معالم للطريق على ارض الواقع.

- **طرق وأساليب الرصد المساحي باستخدام GPS :**

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

- امكانية الجهاز المستخدم .

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

ويمكن تقسيم طرق الرصد المساحي إلي:

شكل رقم (2- 4) طرق واساليب الرصد المساحي.[1]

1. الرصد الثابت (Static) : في هذه الطريقة يتم وضع جهاز GPS الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة بضع ساعات وتختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدة الرصد المرجعي (Reference وحدة الرصد المتحركة(Rover)

وهذه الطريقة تعطي دقة عالية جدا، وتستخدم في التالي :

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

2. الرصد الثابت السريع (Rapid Static) : تختلف هذه الطريقة عن طريقة الرصد الثابت في الفترة الزمنية اللازمة للرصد ، وفيها يتم وضع جهاز GPS الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز فترة زمنية معينة (أقل

[1] https://www.gis-zaghlol.com/2019/07/GPS1.html

من ساعة) وتختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدتي الرصد وهذه الطريقة تعطي أيضا دقة عالية ، وتستخدم في:-

- إنشاء شبكات المثلثات.
- تكثيف نقاط شبكات المثلثات.
- قياس خطوط القواعد بشرط ألا تزيد المسافة بين الوحدتين عن 20 كم.

3. الرصد المتحرك (Kinematic) : في هذه الطريقة يتم وضع جهاز GPS استقبال وحدة المرجع (Reference) فوق النقطة المعلوم احداثياتها ويتم التحرك على النقاط المراد رصدها بالوحدة الثانية (Rover) بعد وضع هوائي الاستقبال على حامل أو عصا (Pole).

- ويوجد نوعان من هذه الطريقة: -

أ- الثبات والحركة (Stop & Go): -

وفيها يحتل الراصد النقط المجهولة بالجهاز (Rover) ويشغل الجهاز لفترة زمنية بسيطة من (8 - 20 دقيقة) تختلف هذه الفترة باختلاف المسافة بين وحدة الرصد الثابت ووحدة الرصد المتحرك ثم يغلق الجهاز وينتقل إلى النقطة التالية، أي أن الجهاز في خلال الحركة من نقطة إلى أخرى يكون مغلقا ، وتسجل أرصاد كل نقطة تحت رقم معين وتتم معالجة الأرصاد للحصول على احداثيات النقط المرصودة باستخدام برنامج الحساب الآلي الخاص بالجهاز.

ب- الرصد المستمر (Continuous): -

وفيها ينتقل الراصد من نقطة إلى أخرى دون إغلاق الجهاز، بمعنى أن الجهاز مستمر في الرصد على الأقمار الصناعية ويسجل أرصادها أثناء حركة الجهاز في مساره وتتم معالجة الأرصاد للحصول على إحداثيات النقط باستخدام برنامج الحاسب الآلي الخاص بالجهاز. ويمكن بهذه الطريقة عمل خريطة كنتورية لمنطقة عن طريق تثبيت جهاز GPS على سطح سيارة مثلا والتحرك في منطقة العمل كما في الشكل التالي، وهذا النوع من الرصد المتحرك أقل دقة من الرصد الثابت إلا أنه يعطي نتائج جيدة إذا ما قورن بأعمال الرفع العادية. وتستخدم طريقة الرصد المتحرك في الأعمال التالية: -

- يستخدم في أعمال المضلعات.
- يستخدم في عمل نقاط الربط الأرضي لأعمال المسح الجوي.
- إيجاد مساحة الأراضي الكبيرة.
- إنتاج خرائط كنتورية بدقة مقبولة لأعمال الدراسات التمهيدية للمشاريع الهندسية.

4. أعمال الملاحة والتوجيه: يمكن استخدام الجهاز في أعمال الملاحة بوضع جهاز GPS الاستقبال فوق السيارة وادخال إحداثيات النقطة المطلوب الوصول إليها للجهاز ، فيقوم الجهاز بحساب المسافة المتبقية على الهدف المراد الوصول إليه وكذلك الاتجاه. وهذه الطريقة تستخدم في الأتية:
   - في أعمال الملاحة البرية.
   - في توجيه السفن والطائرات.
   - لإيجاد اتجاه معين (اتجاه الشمال اتجاه القبلة ..... إلخ.

ويلاحظ في كل الطرق أن زمن الرصد من العوامل المهمة في تحديد دقة الرصد، وفيما يلي نحدد العوامل المؤثرة في الرصد كالتالي:

- الدقة المطلوبة من العمل فكلما زادت الدقة يزداد الزمن اللازم للرصد.
- المسافة بين النقطتين فكلما زادت المسافة بين نقطة المرجع والنقطة المرصودة زاد الزمن اللازم للرصد.
- عدد الأقمار المرصود فكلما زاد عدد الأقمار المتاح قل الزمن اللازم للرصد.
- التوزيع الهندسي للأقمار فكلما كان التوزيع الهندسي للأقمار جيد قل الزمن اللازم للرصد.

5. وتم التطرق في المشروع الى طريقة الرصد المتحرك اللحظي (Real Time Kinematic)

- الرصد المتحرك اللحظي (Real Time Kinematic):
هذه الطريقة يتم تزويدهما بوحدتي إرسال لاسلكي فتقوم وحدة المرجع (Reference) باستقبال إشارات الأقمار الصناعية ومعالجتها لاستخلاص قيمة الخطأ في احداثيات النقطة وارسال هذه البيانات إلى الوحدة المتحركة (Rover).
ومن خلال البرنامج الحاسوبي بجهاز الوحدة المتحركة (Rover) يتم حساب إحداثيات النقط المرصودة تبعا للنقطة الموجود عليها النقطة المرجعية (Reference)، مما يمكن المساح من ايجاد إحداثيات النقطة المرفوعة فور الانتهاء من عملية الرصد.
وهذه الطريقة مناسبة جدا لأعمال الرفع إلا أنه يعيب هذه الطريقة تأثر موجات اللاسلكي بين الوحدتين بإشارات البث اللاسلكي الأخرى، ويوجد أيضا نوعان من هذه الطريقة:
  - الثبات والحركة (Stop & Go).
  - المستمر (Continuous).

احتياجات نظام الرصد المتحرك اللحظي(RTK)

- الوحدة (المحطة) الثابتة(Reference Unit)
وهي عبارة عن جهاز (GPS) مثبت فوق نقطة معلومة الاحداثيات.
- الوحدات المتحركة (Rover Units)
عبارة عن جهاز (GPS) او أكثر يتنقل فوق النقاط المراد رصدها ميدانيا.
- خدمة ال (GPRS) أو Data Call أو إشارات راديو:
وهي عبارة عن اداة لنقل الاشارات المصححة من الجهاز الثابت الى الاجهزة المتحركة.

- معاملات التحويل (Transformation Parameters) للمنطقة المرصودة:
وهي عبارة عن معاملات للتحويل من النظام العالمي WGS84 الى النظام المحلي سواء كان Cassini أو JTM ليتم الحصول على الاحداثيات بالنظام المحلي لحظيا في الميدان.

الية عمل طريقة الرصد المتحرك اللحظي(RTK)

يوضع جهاز ثابت فوق نقطة مرجعية معلوم إحداثياتها يكون مزود بجهاز مرسل إشارات راديو أو (GPRS) أو Data Call، و يتم إدخال إحداثيات النقطة بالجهاز مباشرة.
يقوم الجهاز بحساب التصحيح بين القيم المسجلة من الأقمار و بين الإحداثيات الفعلية للنقطة بالإضافة للتصحيحات الاخرى ومن ثم يرسل مقدار التصحيح إلى الجهاز المتحرك فوق النقاط.
يقوم الجهاز المتحرك باستقبال التصحيحات المرسلة من المحطة المرجعية ليتم الحصول على احداثية مصححة بنظام WGS84و عن طريق معاملات التحويل (Transformation Parameters) يقوم الجهاز بتحويل الاحداثية للنظام المحلي لحظيا و خلال ثوان.

فوائد نظام الرصد المتحرك اللحظي (RTK)

- توفير الوقت.
- يمتاز نظام الرصد المتحرك اللحظي بالسرعة مقارنة مع طرق الرصد الاخرى حيث اننا لا نحتاج العودة للمكتب للقيام بمعالجة الرصد.
- توفير المصاريف.
- إعطاء دقة عالية وبوقت قليل.

5.2. العمل الميداني

الأجهزة والأدوات المستخدمة:

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

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

خطوات العمل:

1. نقوم بتشغيل جهاز sp60
2. ضبط مشروع عمل على الجهاز وتم تسميته باسم المشروع وتم ضبط المشروع على نظام الإحداثيات الفلسطيني Palestine Grid 1923.
3. نوصل الجهاز بالأنترنت.
4. بدء رصد نقاط control point وهي نقاط موزعة على طول المشروع بحيث يتم الرجوع الى هذه النقاط المرجعية من اجل التأكد من النقاط الأخرى ف المشروع، الرصد كان يوم الاربعاء

الموافق 2020/10/28 ومدة الرصد كانت 15 دقيقة لكل نقطة ومن شروط توزيع نقاط ال control pointان يجب ان يكون موقع كل نقطه من النقاط كاشفه للنقطة السابقة واللاحقة. ويتم تعليم نقاط ال control point بمثلث على الأرض وتربيطها ب معلمين ثابتين على الأرض لحفظ موقعها او أي علامة لتسهل الرجوع اليها.

5. القيام بالرصد ورفع كافة المعالم التي على الطريق وعند رصد كل نقط يجب التأكد بأن الجهاز يوجد عليه الإشارة الخضراء (انه لاقط) واخذ مناسيب للمقاطع العرضية كل 50متر
6. بعد الانتهاء قمنا بإرجاع الجهاز للمكتب واخذ النقاط للبدء بأعمال التصميم على برنامج CIVIL من خلال تنزيل النقاط على صيغة CSV

الفصل الثالث

مشاكل الطريق والحلول المقترحة

3-1المقدمة

2-3 تعريف بالمشاكل والعوائق وطرق حلها

1-2-3 عرض الطريق قليل

2-2-3 لا يوجد تصريف لمياه الامطار

3-2-3 لا يوجد كهرباء

4-2-3 لا يوجد رصيف

5-2-3 عدم وجود مواقف للسيارات في الطريق

الفصل الثالث: مشاكل الطريق والحلول المقترحة

1.3. مقدمة

يعاني شارع عين دير بحة من بعض المشاكل والعوائق التي تعيق عملية التصميم للطريق وتنعكس على التخطيط الهيكلي والتنظيمي للطريق ، لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل والعوائق في شارع والعمل جاهدا على إيجاد الحلول لها حيث تمت عملية دراسة وإيجاد الحلول لعوائق التصميم أولى الخطوات لوضع التصميم السليم للطريق من جميع النواحي الفنية والإنشائية والمرورية وضمان خدمة المنطقة لأطول فترة زمنية ممكنة ، فبعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودراسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سوف اعرض هذه العوائق والمشاكل مع شرح لكل منها والاقتراحات الممكنة لحلها.

2.3. تعريف بالمشاكل والعوائق وطرق حلها

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

1.2.3. عرض الطريق قليل

المشكلة الاولى في طريق السيل هي ان عرض الطريق غير كافي حيث يبلغ عرض الطريق من 4-6 متر فقط وهو غير كافي لمرور المركبات بأمان وايضا يعتبر طريق غير آمن حيث لا يترك مساحة للمشاة ولا يوجد عرض كافي للرصيف وهذه تعتبر مشكلة كبيرة حيث ان هذه المنطقة يذهبون اليها للاستجمام وتواجد اعداد من الناس.

الحلول المقترحة:

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

2.2.3. لا يوجد تصريف لمياه الامطار

إحدى المشاكل الرئيسية في الطريق هي مشكلة تجمع مياه الأمطار في عدة مناطق على الشارع حيث يشكل الماء خطرا كبيرا على الطريق سواء إذا سقط عليها مباشرة والشارع الموجود غير مهيأ لاستقبال الامطار وتصريفها بشكل صحيح وهندسي ولا يوجد مصارف للمياه في المناطق المنخفضة التي يتشكل فيها سيول في الشتاء التي قد تؤدي لانجراف التربة والطريق وايضا قد تؤدي الى نزول المواد الترابية والاحجار المجانبة للشارع الى الطريق وتشكل خطر على المركبات والمشاة.

الحلول المقترحة:

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

3.2.3. لا يوجد كهرباء

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

الحلول المقترحة:

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

لا يوجد رصيف

الشارع لا يوجد فيه رصيف ولا مساحة مخصصة للمشاة وهي مشكلة كبيرة كما ذكرنا لان الشارع يستعمله عدد كبير من المشاة ويضطر المشاة للمشي في الشارع الضيق اصلا على السيارات اذ انه يمشي على الشارع المشاة والسيارات.

الحلول المقترحة:

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

5.2.3. عدم وجود مواقف للسيارات في الطريق

إن الطريق المستهدف لا يحتوي على مواقف سيارات وبكون عرض الطريق القائم قليل مما يجعل ان يضطروا السائقين إلى إيقاف سياراتهم على جوانب الطريق بشكل غير منتظم مما يؤثر على حركة السيارات والمشاة في الطريق وبدوره يؤدي إلى خلق الأزمات على طول الطريق وحركه غير امنة.

الحلول المقترحة:

بما أن العرض المراد تصميم الطريق عليه 14م فيقترح تخصيص عرض مناسب بكلا الاتجاهين أو احدهما يخصص كموقف سيارات وذلك يسهل الحركة على الطريق ويعمل على فصل السيارات الواقفة عن حركة الطريق.

الفصل الرابع

العد المروري والإشارات المرورية

4-1حجم المرور

4-1-1 غرض العد المروري

4-1-2 طرق العد المروري

4-1-3 فترات العد

4-2 السير الحالي والمستقبلي

4-3 عمر الطريق

4-4 سعة الطريق

4-5 اشارات المرور المستخدمة

4-5-1 انواع الاشارات

4-5-2 مواصفات الاشارات

4-6 علامات المرور

4-6-1 اهداف علامات المرور

4-6-2 الشروط الواجب توفرها في العلامات

4-6-3 انواع علامات المرور في الطريق

الفصل الرابع: التحليل المروري للطريق

1.4. حجم المرور:

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

يقاس حجم المرور على أي طريق بعدد المركبات التي تمر بنقطة معينة أو محطة على الطريق خلال فترة زمنية معينة، ويعبر عنه بمتوسط حجم المرور اليومي (ADT) أو معدل السير اليومي السنوي (AADT.)

Traffic volume = $\boldsymbol{vehicle}$**/time**

ADT: متوسط الحركة اليومية أو ADT ، وأحيانًا يعني أيضًا حركة المرور اليومية ، هو متوسط عدد المركبات التي تمر في اتجاهين نقطة محددة خلال فترة 24 ساعة ، ويتم قياسها عادةً على مدار العام.

AADT: المتوسط السنوي للحركة اليومية ، مختصر AADT ، هو مقياس يستخدم في المقام الأول في التخطيط وهندسة النقل. وهو إجمالي حجم حركة مرور السيارات على الطريق السريع أو الطريق لمدة عام مقسومًا على 365 يومًا.

1.1.4 الغرض من العد المروري:

- قياس حجم وتركيب المرور في الوقت الحالي وتحديد حجم المرور المنتظر مستقبلا والذي يستطيع الطريق استيعابه.
- تحديد أهمية الطريق.
- من المكونات الأساسية المستخدمة لتصميم طبقات الرصف.
- معرفة الزيادة السنوية على الشوارع الرئيسية وذلك لإمكانية التنبؤ بحجم الحركة مستقبلا.
- إعطاء صورة واضحة لضرورة اختيار مسارات بديلة منعدمه.

العد المروري قد يكون لأحد الأسباب التالية:

أ- العد لتحسين طريق موجود:

إذا كان هناك طريق موجود ويتطلب تحسينه فإنه يتم العد عليه .

ب- العد لفتح طرق جديدة:

إما أن يتم تحديد بداية ونهاية الطريق المراد إنشاؤه ، ونرى إن كان هناك مركبات تتحرك من نقطة البداية، ثم يتم العد في طرق لها نفس نقطة النهاية والذي قد تكون طويلة وصعبة ومنه نعرف حجم المركبات التي تتحرك من نقطة البداية يضاف إلى ذلك دراسة عامة للمركبات التي تستعمل طرقا لها نفس النهاية ويتوقع أنها ستغير طريقها وتتحول إلى الطريق الجديد. أو يتم العد في منطقة مشابهة للمنطقة من حيث التضاريس وعرض الطريق وعدد حاراته ووظيفته.

2.1.4 طرق العد المروري:

هنالك ثلاثة طرق رئيسية لإتمام عملية العد وهي:

- **العد اليدوي:**

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

- **العد الميكانيكي:**

يتم بواسطة اللاقط المغناطيسي ، أو التصوير، والرادار، والخراطيم التي تثبت على الطرق وتمر فوقه السيارات وتسجل العدد بواسطة جهاز مثبت على جانب الطريق ، ومن فوائد هذه الطريقة أنها رخيصة ولكن من مسائها أنها تحتاج إلى صيانة دائمة ولا تقوم بتصنيف أنواع السيارات أو عد محاورها.

- **العد بطريقة المشاهد المتحرك:**

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

3.1.4. فترات العد:

إن إجراء التعداد على فترات مختلفة أمر في غاية الأهمية، وذلك من أجل الحصول على معلومات دقيقة يتم على أساسها التصميم. ويمكن وضع فترات للتعداد كما يلي:

- تعداد في ساعات الازدحام.
- تعداد في ساعات مختلفة من اليوم.
- تعداد في أيام العطل.
- تعداد أثناء إغلاق بعض الشوارع.

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

جدول رقم (4-1): القراءات الخاصة بالعد المروري

اليوم	الزمن	عدد المركبات	سيارات صغيرة	باصات	شاحنات
الاحد	7-11	110	108	1	1
	11-2	127	121	2	4
	2-6	109	103	3	3
	6-10	111	109	0	2
الثلاثاء	7-11	133	125	4	4
	11-2	159	149	2	8
	2-6	150	143	0	7
	6-10	128	126	0	2
الخميس	7-11	150	138	4	8
	11-2	172	165	2	4
	2-6	161	156	0	5
	6-10	153	148	0	5

جدول (4-2): جدول متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع

الأيام	متوسط عدد المركبات لكل ساعة	
	PC	HV
الاحد	120	21
الثلاثاء	145	16
الخميس	112	13

جدول (4-3): معاملات أنواع المركبات وفقا للمواصفات الأردنية.

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

- عدد المركبات الكلي = (عدد السيارات الصغيرة × 1 + عدد الشاحنات × 3) ..... (1)
- سيارات PC = (377)*(1)/3= 125.67 .....(2)
- سيارات HV =(50) × 3 /3= 50 ..... (3)

- متوسط عدد المركبات الكلي =104+35 = 176 مركبة .....(5)
- معدل المرور اليومي ADT= 139× 24 = 4216 سيارة / يوم .....(6)
- AADT = 4216*50/365 = 577.5

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

- معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة = 4216 * 2.5 = 10540 سيارة / يوم .....(7)

بسبب عدم توفر معلومات دقيقة عن عدد المركبات في ساعات الذروة فإنه تم اعتبار حجم المرور للتصميم يساوي نسبة من معدل المرور اليومي وهذه النسبة تساوي (0.25 –0.15) ويرمز لها بالرمز k ، لذلك فإن معدل مرور المركبات للساعة التي يتم أخذها بالتصميم يمكن إيجاده من المعادلة (8):

- عدد المركبات في الساعة التصميميةD.H.V min = k ×D × معدل المرور اليومي .....(8)

4216×0.15×0.65=

= 411 سيارة/ ساعة.

4216×0.25×0.8= D.H.V max

834=سيارة/ساعة.

جدول (3-4): قيم K وD العامة

Facility Type	Normal Rang of values	
	K-Factor	**D-Factor**
Rural	0.15-0.25	**0.65-0.80**
Suburban	0.12-0.15	**0.55-0.65**
Urban: Radial Route	0.07-0.12	**0.55-0.60**
Circumferential Route	0.07-0.12	**0.50-0.55**

بما أن الطرق في فلسطين هي طرق من الدرجة الثالثة فإنه تم اعتماد السعة التصميمية للطريق تساوي 250 سيارة/ساعة ، حيث أن السعة التصميمية عبارة عن أقصى عدد من المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال ساعة تحت الظروف السائدة.

إن عدد المسارات المطلوبة لاستيعاب المركبات خلال العشرين سنة القادمة(N_{20})تعطى بالعلاقة رقم (10):

السعة التصميمية N_{20} = 525/667 = مسربين لكل اتجاه .... (10)

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

$$PHF = \frac{\text{hourlyvolume}}{\text{max.rate of flow}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

أن ساعة الذروة تكون في الفترة (12:00-1:00) عند أعلى عدد مركبات في الساعة .

لكل فترة 15-دقيقة ،تصبح :-

$$PHF=\frac{v}{4 * vm15}. \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

,$(0.25 \leq PHF \leq 1)$

$$PHF= \frac{137}{4*41}=0.835$$

جدول (4-4): حجم المرور لكل فترة 15 دقيقة بساعة الذروة

Time Interval	Volume for Time Interval (vehs)
:1512:00-12	**29**
:15-12:3012	**41**
12:30-12:45	**35**
12:45-1:00	**32**
12:00-1:00	∑=**137**

2.4 السير الحالي والمستقبلي:

إن حجم السير يزداد يوما بعد يوم ، وعند التخطيط المستقبلي للطريق يجب أن يؤخذ حجم السير المستقبلي على الطريق أثناء التصميم ، تفاديا لحصول اختناقات مرورية مستقبلا ، ولكي يفي الطريق بالغرض الذي صمم من أجله وهو استيعاب حجم السير الحالي والمستقبلي . لذلك يجب أخذ الأمور التالية بعين الاعتبار:

- السير الحالي: ويتم الحصول عليه بتعداد حجم السير على الطريق أو بتعداد حجم السير على الطرق المؤدية إلى الطريق المراد تصميمه.
- الزيادة الطبيعية في عدد المركبات (Peak Factor) الناتجة عن زيادة عدد السكان وزيادة استخدام المركبات.

السير المتطور والناتج عن فتح وتحسين الطريق في المنطقة مما يؤدي إلى تطور الصناعة والسياحة في المنطقة إن جميع أنواع الزيادة في عدد المركبات كما ذكر يؤدي إلى مضاعفة حجم السير الحالي على الطريق على مدى 15 أو 20 عاما.

3.4 عمر الطريق:

إن جميع العوامل من زيادة حجم السكان وحجم السير تدل على أنه لا يمكن تخطيط وتصميم الطريق بناء على حجم السير الحالي وإنما يتم التصميم بناءً على عمر مستقبلي للطريق مثلا 10 أو15 أو 20 عاما ليستوعب حجم المرور خلال هذه الفترة، وبعدها تصبح الطريق غير ملائمة وبحاجة إلى إعادة تأهيل.

إن تصميم الطريق لفترة قصيرة يؤدي إلى الحاجة المستمرة لإعادة التأهيل، أما التصميم لفترة زمنية طويلة يسبب زيادة التكاليف بشكل كبير، ولكن يقلل من المجهود بالمقارنة مع التصميم لفترة قصيرة، حيث تم تصميم الطريق بناءا على عمر مستقبلي 20 سنة.

4.4 سعة الطريق:

تعرف السعة للطريق على أنها العدد الأقصى من المركبات التي لها توقع معقول بالمرور على الطريق خلال فترة زمنية معطاة وتحت الظروف السائدة للطريق والمرور. وتعتمد سعة الطريق على حجم وتركيبة المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي

تتعرض لها حركة المرور. وتعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول (5-6) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات هيئة آشتوالأمريكية (AASHTO)

جدول (4-5): سعة الطريق حسب مواصفات هيئة آشتو (AASHTO)[2].

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

5.4 إشارات المرور المستخدمة:

نظرا لأهمية تنظيم وتوحيد أساليب المرور في جميع دول العالم حتى يتفهمها الناس جميعا فقد اجتمعت الدول على توحيد وتنظيم علامات المرور وإشارات المرور عام 1949 م، والغرض منها وضع سياسة موحدة لهذه العلامات حتى يمكن لسائقي السيارات إتباعها في جميع أنحاء العالم.
وقد أدخلت تحسينات على الاتفاقية دعت الأمم المتحدة خبراء النقل والمرور في الدول الأعضاء إلى الاجتماع وأسفرعنها الوصول إلى اتفاقية جديدة على ضوء ما يصحب النقل والمرور من تطوير وتقديم وزيادة في الحجم المروري.
تستعمل الإشارات المرورية لتوصيل المعلومات للسائق والراجل وتتألف من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الاثنان معا بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق

1.5.4. أنواع الإشارات:

1- **إشارات المنع**: وهي الإشارات التي تأمر السائق بالعمل بها وإلا يعرض لعقوبة القانون وتتميز باللون الأحمر، على سبيل المثال ممنوع المرور، وتكون مستديرة الشكل كما هي موضحة في الشكل (4-2).

[2] AASHTTO (2004).

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

الشكل (4-2): إشارات المنع المستخدمة في الطريق [3]

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

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

[3] وزارة النقل والمواصلات الفلسطينية.

إشارات التحذير: كإشارة إنحدارحاد أو منعطف خطر وتكون هذه الإشارات مثلثة الشكل . والجدول التالي يبين بعض هذه الإشارات .

4- إشارات التحذير:

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

الشكل (4-3): بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق

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

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

الشكل (4-4): بعض إشارات الأوامر المستخدمة في الطريق

6- **إشارات الطوارئ:** توضع إشارات مؤقتة عند وقوع حوادث أو تعطل سيارات أو وجود ضباب وهذه الإشارات تكون متنقلة ويؤمن لها إضاءة كافية من بطاريات خاصة.

❖ **وسيتم استخدام إشارات المرور المناسبة للطريق ووضعها على المخططات.**

2.5.4. مواصفات الإشارات:

يجب أن يكون للإشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها فالإشارة يجب أن تكون واضحة للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة كما يجب أن تكون الكتابة على الإشارة واضحة ومفهومة للسائق لكي يتصرف طبقا للإشارة بدون أن ينصرف انتباهه عن الطريق.

❖ **وحتى يتحقق ذلك لابد من الانتباه إلى الأمور الرئيسية التالية في الإشارة:**

- **أبعاد الإشارة:**

كلما كبرت الإشارة ضمن حدود معقولة، تحسنت رؤية السائق لها.

- **تباين الألوان في الإشارة:**

من المهم جدا أن تكون الألوان في الإشارة متباينة لكي تكون مميزة بالنسبة للمنطقة المحيطة بها وكذلك كي تكون الكتابة أو أي رمز واضح ومميز بالنسبة للإشارة، ويتم الحفاظ على هذا العنصر باستخدام خصائص الألوان كأن تكون الكتابة على اللوحة فاتحة وخلفية اللوحة بلون غامق على أن تختلف أيضا لون اللوحة عن البيئة المحيطة حتى تكون واضحة (التباين باستعمال ألوان مختلفة ذات لمعان مختلف).

- **الشكل:**

يجب أن تكون الإشارات منتظمة الشكل تتناسب مع الهدف الذي وضعت من أجله.

- **الكتابة:**

تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل منها نوع الكتابة وحجم الأحرف ، وسماكة الخط ، والفراغات بين الكلمات والأسطر، وعرض الهامش ، ويجب أن نختار الكتابة التي تناسب ذلك.

❖ والجدول (4-6) يبين المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة: -

الجدول (4-6): المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة[4]

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

6.4. علامات المرور (Traffic Marking):

يشمل علم الطرق هندسة الطرق وهندسة المرور. وعند تصميم الطرق وإنشائها وفتحها للسيارات لا بد من وجود أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لتضمن حسن الأداء ولتمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشأت من أجله الطريق وعلم المرور يتطرق إلى أمور عدة كالاتجاهات والمسارب والتقاطعات والانعطاف إلى اليمين أو اليسار والمسافات والوقوف وغير ذلك، وهذه الأمور لا تقل أهمية عن الطريق نفسه ولذلك يجب تنفيذها عند فتح الطريق.

4.6.1. أهداف علامات المرور:

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

❖ **والهدف من وراء وضع هذه العلامات هو:-**

1- تحديد المسارب وتقسيمها.
2- فصل السير الذاهب عن القادم.
3- منع التجاوز في المناطق الخطرة.
4- منع الوقوف في المناطق التي لا يجوز فيها ذلك.
5- تحديد أماكن عبور المشاة.

[4] دليل السلامة المرورية على الطرق في فلسطين

6- تحديد أولوية المرور على التقاطعات.
7- تحديد مواقف السيارات.
8- تعيين الاتجاهات بالأسهم لتحديد الأماكن التي يتجه إليها السائق.
9- تحديد جانبي الطريق.

2.6.4. الشروط الواجب توفرها في العلامات:

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

1- أن يتمكن السائق من رؤيتها في كافة الظروف سواء كانت ليلا أو نهارا
2- أن تكون فيها الألوان منسجمة مع بعضها البعض وملفتة للانتباه.
3- أن تخدم الطريق أطول فترة ممكنة وتكون من مواد جيده مقاومة للعوامل البيئية.
4- أن يتمكن كافة مستخدميها من فهمها مع اختلاف مستواهم العلمي "سهلة الفهم".
5- أن تكون هذه العلامات مرئية وواضحة من مسافة كافية حتى تحمي مستخدميها.

4.6.3. أنواع علامات المرور في الطريق:

- **الخطوط:**

تكون الخطوط بعرض 10 سم، وهي إما متصلة أو متقطعة ، حيث أن المتقطعة تستخدم لفصل المسارب وفصل السير في الاتجاهين ، أما المتصلة تستخدم لفصل السير ومنع التجاوز في آن واحد . على سبيل المثال: إذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب ، يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب ، والمتقطع من جهة السير القادم.

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

- **الكلمات:**

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف أو اتجه يمينا وغير ذلك .

ويجب أن تكون الكلمة كبيرة ليتسنى قراءتها ، وألا تزيد عن كلمة أو كلمتين حتى لا يفقد السائق السيطرة على المركبة نتيجة انتباهه لقراءة اللافتة ، كما يجب أن تكون الأحرف مناسبة لموقع السائق.

- **الأسهم:**

قد تستعمل الأسهم بدلا عن الكلمات أو مع الكلمات كسهم يتجه رأسه لليمين مع كلمة اتجه لليمين ، وممكن أن تستعمل بدلا من الكلمات .

- **اللون:**

يستعمل اللون الأبيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الأصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات ، إلا أنه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الطريق .

- **المواد العاكسة:**

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

الفصل الخامس

الفحوصات المخبرية والتصميم الإنشائي للطريق

5-1المقدمة

5-2 التصميم الانشائي للطريق

5-3 العوامل المؤثرة على التصميم

5-3-1 الانواع الاساسية للرصيف

5-3-2 العوامل المؤثرة على التصميم حسب الاشتو2004

5-4 تصميم الرصفة المرنة

5-5 عينات التربة

5-5-1 اماكن استخراج العينات

5-5-2 تجربة الكثافة العظمى

5-5-3 طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا

الفصل الخامس: الفحوصات المخبرية والتصميم الإنشائي للطريق

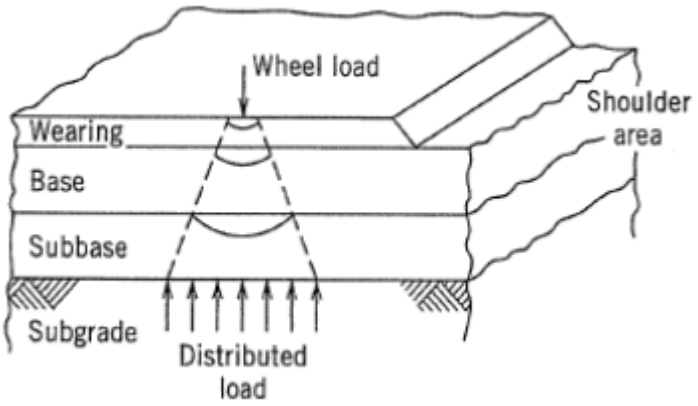
1-5 المقدمة:

التربة: هي الطبقة السطحية الهشة او المفتتة التي تغطي سطح الأرض. تتكون التربة من مواد صخرية مفتتة خضعت من قبل للتغيير بسبب تعرضها للعوامل البيئية والبيولوجية والكيميائية ومن بينها عوامل التجوية وعوامل التعرية. ومن الجدير بالذكر أن التربة تختلف عن مكوناتها الصخرية الأساسية والتي ترجع السبب في تغييرها لعمليات التفاعل التي تحدث بين الاغلفة الأربعة لسطح الأرض وهي الغلاف الصخري والغلاف المائي والغلاف الجوي والغلاف الحيوي. ونستنتج من ذلك ان التربة تعد مزيجا من المكونات العضوية والمعدنية التي تتألف منها التربة بين حبيباتها المتفككة بفجوات مسامية (أو تعرف بمسام التربة) وهي بذلك تشكل هيكل التربة الذي تملؤه هذه المسام. وتتضمن هذه المسام المحلول المائي(السائل)والهواء(الغاز). ووفقا لذلك فإنه ينبغي أن يتم التعامل غالبا مع أنواع التربة على أعتبار أنها نظام يتألف من ثلاث اطوار.وتتراوح كثافة معظم أنواع التربة بين 1 و2 جرام /سم مكعب . كما تعرف التربة أيضا باسم الأرض وهي المادة التي اشتق منها كوكب الأرض الذي نحيا عليه . هذا ويتم عمل عدة فحوصات للتربة لفحص قوة تحملها للضغط والاحمال .

2-5 التصميم الانشائي للطريق :

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

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



الشكل(5-1) : طبقات الطريق

5-3-1 الأنواع الرئيسية للرصف:

الرصف القاسية: (Rigid Pavement)

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

الرصف المرنة :(Flexible Pavement)

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

وتوجد على نوعين:

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

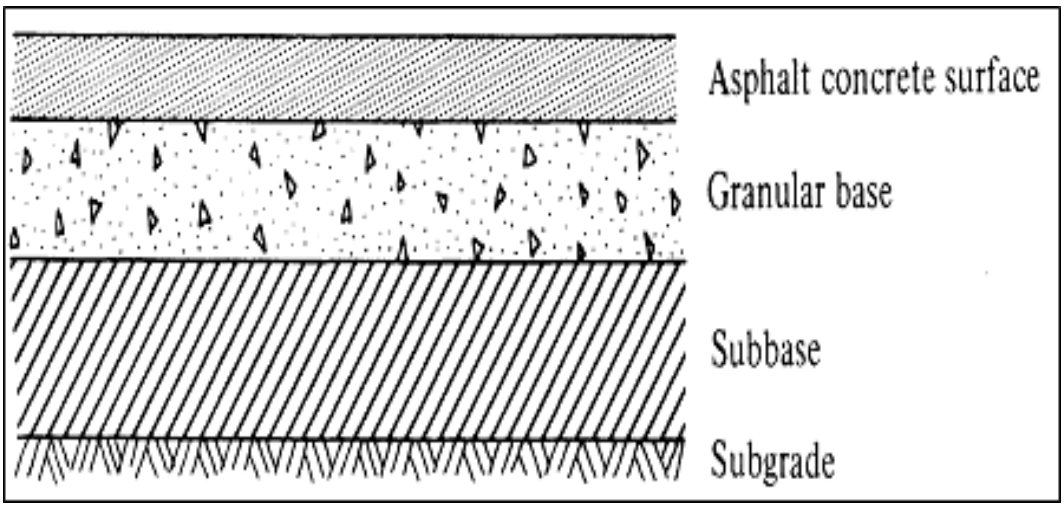
5-3-2 العوامل المؤثرة على التصميم حسب AASHTO(2004) :

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

1. الحجم المروري.
2. نوع المرور والمركبات التي تستخدم هذا الطريق بشكل عام.
3. خصائص التربة وفحوصاتها والتي تم توضيحها سابقا.
4. العوامل البيئية لمنطقة الطريق.

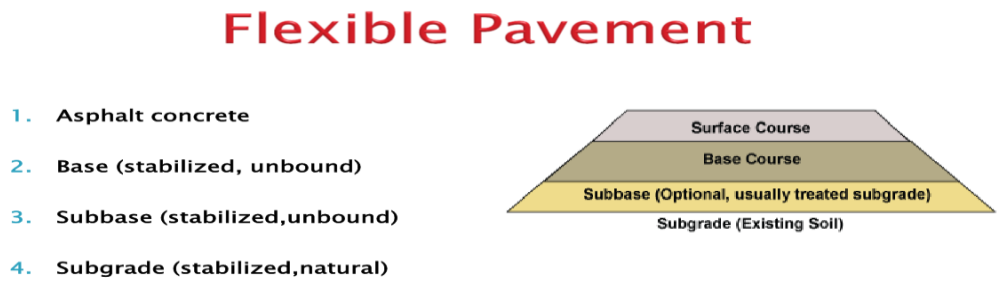
حيث تم الاخذ بعين الاعتبار جميع العوامل السابقة في عملية التصميم الانشائي للطريق.

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



الشكل (3-5) : طبقات الرصفة المرنة

والتي يجب تصميمها بحيث تعطي كل منها القوة التي يجب أن تتحملها



الشكل (3-5) : طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة من العناصر:

- **الطبقة الترابية:(Sub Grade)**

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

- **طبقة ما تحت الأساس ((Sub Base):**

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

- **طبقة الأساس (Base Course):**

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

- **طبقة الإسفلت (Surface Course):**

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

4-5 تصميم الرصفة المرنة:

حيث تم اتباع طريقة AASHTO لتصميم الرصفة المرنة.

1-4-5 العناصر التي يعتمد عليها التصميم:

1- الأحمال التصميمية (Design Loads).
2- الحمل المكافئ لمحور مفرد ((Equivalent Single Axle Load (ESAL).
3- معامل حمل المحور المكافئ ((Axle Load Factor (LF).
4- العامل المناخي (Climate factor).
5- قيمة (S-soil support value).

6- الرقم الإنشائي ((Structure Number (SN)

7- معاملات الطبقات ((Structure Layers Coefficients (a1, a2, a3)) طريقة التحمل النسبي لكاليفورنيا CBR).

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

عند تصميم أي طريق يجب ان تكون بيانات احجام واحمال المرور المتوقعة متوفرة لعملية التصميم الانشائي للطريق وقد تم اخذ احجام المرور الواقعة على طريق المشروع من الفصل السابق (حجم المرور).

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

- معامل حمل المحور المكافئ:

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

حيث ان:

PSI=Present serviceability index.

وتتراوح قيمتها من 0 الى 5 وتشتمل على الاتي:

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

Pi=4.5 للظروف الجيدة.

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

$\Delta PSI=pi-pt=4.5-2.5 \rightarrow 2$

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

Where:

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

ADT: average annual daily traffic for all axes

GF: growth factor in traffic volume

T: percent of trucks in design lane

A: percent of axle load

LF: axle load facto

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

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

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

يتم اختيار معامل T من الجدول التالي :

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

الجدول (5-1) : قيمة معامل T

اما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على4 مسارب في الاتجاهين (أي مسربين في كل اتجاه) فنؤخذ القيمة T المقابلة للرقم 2من الجدول السابق فتكون (T = 50%).

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

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	**1.0**
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	**2.10**
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	**3.31**
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	**4.64**
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	**6.11**
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	**7.72**
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	**9.49**
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	**11.44**
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	**13.58**
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	**15.94**
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	**18.53**
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	**21.38**
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	**24.52**

14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	**27.97**
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	**31.77**
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	**35.95**
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	**40.55**
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	**45.60**
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	**51.16**
20	20.0	24.30	**29.78**	33.06	36.79	41.00	45.76	**57.28**
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	**98.35**
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	**164.49**
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	**271.02**

الجدول (5-2) قيمة معامل الكثافة السكانية

- عند تصميم الطرق عادة يتم اعتباران صلاحية الطريق 20 عاما مستقبليا، وتوقع نسبة الزيادة السنوية 4 % فتكون قيمة Gf = 29.78.
- أما AADT فتؤخذ من الحسابات في الفصل السابق (متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد) = 456.98 سيارة / يوم.

- وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات ومتوسط عدد المركبات لكل ساعة من الجداول (5-3) و(5-4).

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

KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	**2.29**
8.9	`	0.00018		187.0	42,000	25.64	**2.51**

10		0.0003135					
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	**2.75**
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31.00	**3.00**
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	**3.27**
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	**3.55**
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	**3.85**
35.6	8,000	0.03430		213.5	48,000	44.50	**4.17**
40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	**4.51**
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	**4.86**
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		**5.23**
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		**5.63**
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		**6.04**

62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		**6.47**
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		**6.93**

84.5	**19,000**	**1.24**	**0.0971**	**262.5**	**59,000**		**9.01**
89.0	20,000	1.51	0.1206	267.0	60,000		**9.59**
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		**10.20**
97.8	22,000	2.18	0.180	275.8	62,000		**10.84**
100		0.198089					
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		**11.52**
106.8	24,000	3.03	0.260	284.5	64,000		**12.22**
110		0.29419					
111.2	25,000	3.53	0.308	289.0	65,000		**12.96**
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		**13.73**

120.0	27,000	4.71	0.426	298.0	67,000		**14.54**
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		**15.38**
129.0	29,000	6.14	0.572	307.0	69,000		**16.26**
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		**17.19**
138.0	31,000	7.88	0.753	316.0	71,000		**18.15**
142.3	32,000	8.88	0.857	320.0	72,000		**19.16**
146.8	33,000	9.98	0.971	325.0	73,000		**20.22**
151.2	34,000	11.18	1.095	329.0	74,000		**21.32**
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000		**22.47**
160.0	36,000	13.93	1.38	338.0	76,000		**23.66**
164.5	37,000	15.50	1.53	342.5	77,000		**24.91**
169.0	38,000	12.20	1.70	347.0	78,000		**26.22**

173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000		**27.58**
178.0	40,000	21.08	2.08	365.0	80,000		**28.99**

تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)

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

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

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

❖ معدل المركبات المتوقع مرورها من الطريق المراد تصميمه هو577 سيارة / يوم.

- # PC = 577 *89.6%=517 pc/day
- # HV = 577 * 10.4%=60 HV/day

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

- 410 PC = 505 PC
- 48 Truck =160 PC

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

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

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

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

قيمة الحمل المكافئ لمحور مفرد(ESALs):

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

$$\mathbf{ESAL = ADT \times GF \times T \times A \times LF \times 365}$$

ESAL(PC) =505×29.78×0.5×4×0.0003135×365=3441.73

ESAL (HV) =160×29.78×0.5×4×0.29419×365= 1023282.25

ESAL TOTA= 1026723.98

الفحوصات المخبرية على طبقة الرصفة

1-5 تجربة بروكتور المعدلة :

1-1-5 مقدمة :

إن كثافة التربة تعتبر دليلا لأغلب صفاتها . ومن أجل تحسين خصائص التربة يجب زيادة كثافتها وتثبيتها بعملية الرص بالات الرص المختلفة، ونسبة الماء الموجودة في التربة أثناء رصها لها تأثير كبير على الكثافة المطلوبة حيث وجد انه بزيادة نسبة الماء في التربة الجافة تدريجيا ورصها فإن الكثافة تزداد تدريجيا حتى تصل إلى نقطة تبدأ بعدها الكثافة بالنقصان عند زيادة كمية الماء. وتسمى بالكثافة العظمى

(density-Maximum) ، ونسبة الماء التي تعطي أعلى كثافة (الكثافة العظمى) سميت بنسبة الماء المثالية عند الرص (Optimum moisture content) .

2-1-5 الهدف من التجربة :

إيجاد الكثافة الجافة العظمى ونسبة الماء المثالية التي تعطي هذه الكثافة أثناء عملية الرص.

3-1-5 الأدوات المستخدمة :

1- قالب بروكتور القياسي والمعدل مع الغطاء المتحرك.

2- مطرقة بروكتور القياسية (5 باوند) والمعدلة (10 باوند).

3- وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء مع مسطرين وأداه غير حادة (spatula).

4- منخل رقم 3 و 4".

5- جفنات صغيرة وفرن للتجفيف.

6 - ميزان (سعة 40كغم، دقة 2غم)، ميزان حساس (سعة 1200غم، دقة 0.01غم) .

4-1-6 طريقة العمل :

1- يسجل رقم الجفنات مع وزنها فارغة .

2- يزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .

3 - تحضر العينة وتنخل على منخل رقم 3"، الكمية المارة من المنخل هي التي ستستعمل فقط. المحجوز على منخل رقم 3" يتم استبداله بنفس الوزن من نفس العينة ماره من منخل " ومحجوزة على منخل رقم 4".

4 - بناءا على نسبة الرطوبة المحسوبة توضع كمية من الماء على العينة بحيث تصبح رطبة وتخلط بالمسطرين ثم تأخذ كمية وتوضع في قالب بروكتور وتدمك بمطرقة بروكتور بوضعها على العينة وسحبها بكامل طولها ثم تترك لتسقط نتيجة لثقلها منقلا المطرقة على جميع أجزاء سطح العينة . تكرر العملية حسب عدد الطبقات.

5- يزال غطاء قالب بروكتور ويمسح ما يزيد عن وجهة القالب من العينة المرصوصة باستعمال أداه غير حادة (spatula) ويسوى سطح القالب.

6- تزن العينة مع القالب ويسجل الوزن . تزال العينة من القالب بالإزميل أو باستعمال جهاز إخراج العينات، تأخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنتين وتزن الجفنتين مع العينة ثم توضع في الفرن لمدة 24 ساعة لتزن الجفنتين مع العينة المجففة في اليوم التالي .

7- تعاد العينة إلى وعاء الخلط وتحرك جيدة وتزاد كمية الماء في العينة ثم يملأ القالب مرة ثانية وتعاد الخطوات السابقة .

8 - تكرر العملية كل مرة تزيد فيها نسبة الماء حتى يبدأ وزن القالب مع العينة بالنقصان.

5-1-6 النظرية :

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).

ترسم علاقة بيانية بين نسبة الماء والكثافة الجافة بناء على النتائج، ومنة تؤخذ الكثافة العظمى (Maximum Density) ونسبة الماء المثالية (Optimum moisture content).

6-1-6 الحسابات :

وزن القالب المستخدم فارغ = 7750 غم

قطر القالب = 15.25 سم

ارتفاع القالب = 11.65 سم

حجم القالب = JI x (نصف قطر القالب)^2 × ارتفاع القالب = 2127.92 سم^3

وزن التربة الرطبة والقالب = 12675 غم

وزن التربة الرطبة = 4925 غم

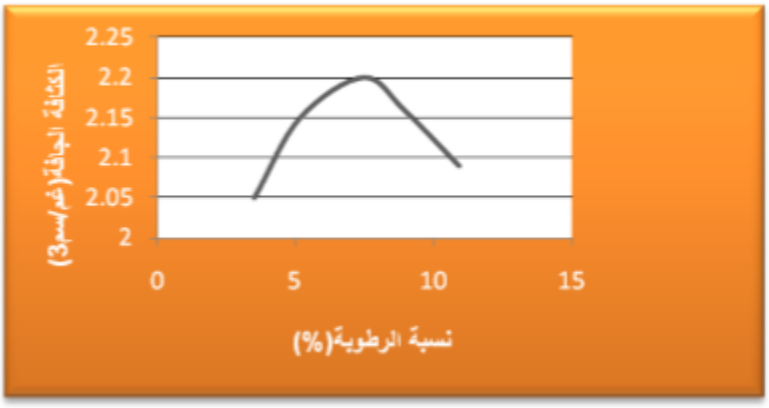
الكثافة الرطبة = 2.165 غم/سم^3

جدول (1-5) يوضح الكثافة الرطبة للعينات

وزن العينة +القالب	وزن العينة	الحجم	الكثافة الرطبة
9610	4495	2127.92	2.112
9910	4795	2127.92	2.253
10130	5010	2127.92	2.354
10115	5000	2127.92	2.349
10025	4910	2127.92	2.307

جدول (2-5) يوضح الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات

رقم العينة	وزن الجفنة فارغة	وزن الجفنة + التربة الرطبة	وزن الجفنة + التربة الجافة	وزن الماء	وزن التربة الجافة	نسبة الرطوبة %	الكثافة الجافة
1	31.90	308.00	300.00	9.30	268.10	3.6	2.10
2	31.50	305.00	291.50	13.50	260.00	5.2	2.20
3	33.00	277.00	260.00	17.00	227.00	7.5	2.25
4	31.80	300.50	280.00	22.00	248.20	8.95	2.15
5	29.20	240	220.00	21.00	190.80	11	2.10



الشكل (1-5) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة

نسبة الماء المثالية = 7.50 %

الكثافة الجافة العظمى = 2.25غم/سم2

2-5 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) .

1-2-5 المقدمة :

تقاس CBR بمعرفة العلاقة بين قوة التحمل ومقدار الغرز لمكبس إسطواني مساحة مقطعة 1963 ملم2 عندما تسلط علية قوة بمعدل منتظم. لأي مقدار في الغرز تعرف CBR بأنها العلاقة بين القوة التي أحدثت هذا الغرز والقوة القياسية اللازمة لإحداث هذا الغرز في عينة كاليفورنيا القياسية، وبغض النظر عن مساحة مقطع المكبس فان التجربة تصلح للمواد التي لا يزيد حجم حبيباتها عن 20ملم.

2-2-5 الهدف من التجربة :

ايجاد نسبة تحمل كاليفورنيا CBR للرصفة

3-2-5 الادوات المستخدمة :

1- منخل رقم 20 ملم (4/3 انش).

2- قالب معدني اسطواني قطرة الداخلي 152 ملم وارتفاعه الداخلي 178 ملم مع قاعدة وصفيحة علوية وحلقة إضافية ارتفاعها 50 ملم توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص.

3- مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة 1963 ملم ^ 2وطول 250ملم

4- جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم، وجهاز لقياس القوة وجهاز آخر لقياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة.

5- مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها 4.54كغم (10 باوند).

6- أداة لقياس حركة أعلى العينة عند الغمر بالماء.

7- ميزان يزن لغاية 25 كغم.

8- جهاز إخراج العينات.

9- حوض ماء، سكين بدون حافة، ورق ترشيح.

4-2-5 طريقة العمل :

1. تنخل كتلة من العينة على منخل رقم 3" . المحجوز على المنخل يتم استبداله بنفس الكمية مارة من منخل رقم " ومحجوزة على منخل رقم 4".

2. تضاف كمية من الماء إلى العينة في وعاء يمنع التبخر لمدة 24 ساعة : كمية الماء المضافة =(نسبة الماء المثالية نسبة الرطوبة)xوزن العينة .

3. يجهز القالب الأسطواني الأول (قالب بروكتور المعدل) مع قاعدته ، تثبت الحلقة وتوضع ورقة ترشيح في قاع القالب ، توزن كتلة من العينة وتقسم إلى خمسة أقسام متساوية بالوزن . يرص كل قسم بداخل القالب مع وجود الحلقة 10 ضربات بواسطة مطرقة بروكتور المعدلة (وزن سم) ، وتوزع الضربات على سطح الطبقة بشكل منتظم بحيث تكون الطبقة الأخيرة ملامسة للسطح ومرتفعة قليلا عنة ، تزال الحلقة ويسوى سطح العينة مع وجه القالب باستعمال سكين غير حادة .

4. تعاد الخطوة رقم 3 لقالبين آخرين ولكن بعدد ضربات:
القالب الثاني: 25ضربة لكل طبقة.
القالب الثالث: 65 ضربة لكل طبقة.

5. يوضع القالب الأول في جهاز الغرز محتويا على العينة مع وجود القاعدة وسطح العينة إلى الأعلى ، وعن طريق غرز المكبس بمعدل 1 ملم/دقيقة يتم تسجيل الحمل عند غرز مقداره (1،2،3،4 ، 5، 6، 7،8،9،10،11،12،13).

5-2-5 الحسابات :

يرسم منحني بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب الاختراق 2.5 ملم في العينة عند التجربة و يكون عادة المنحنى المرسوم في العلاقة بين مقدار الغرز وقيمة الحمل المناظر لذلك الغرز متحدية من الأعلى، في بعض الحالات قد يكون في بداية التجربة مقعرة إلى الأعلى ثم ينعكس وبهذه الحالة يجب عمل تصحيح للمنحنى حيث يرسم مماس في نقطة أعلى ميل ويستمر حتى يقطع المحور الأفقي (محور الغرز) ثم يزاح المنحنى إلى اليسار حتى تلتقي نقطة التقاطع هذه مع نقطة الأصل وهذا يعطي المنحني الذي يمكن اخذ قيمة ال CBR منه.

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)=(الحمل المسبب لاختراق 0.1" للعينة عند التجربة الحمل المسبب النفس الاختراق لعينة قياسية)*100%

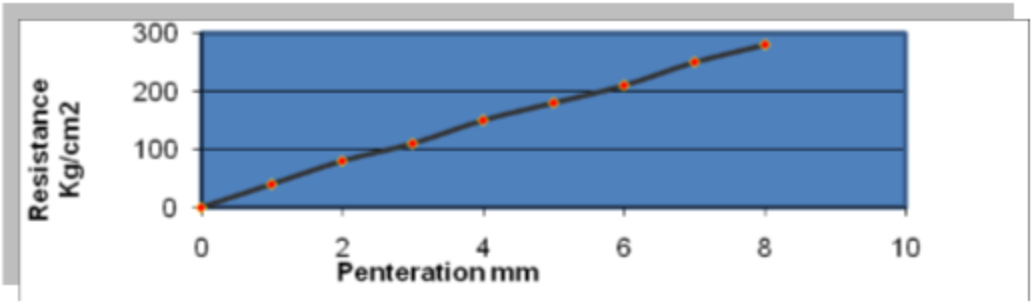
جدول 3-5 العلاقة بين الحمل المسبب للغرز عند 55 ضربة في طبقة الاساس

الغرز mm	الحمل div	المقاومة كغم/سم^2	المقاومة بعد تعديل المنحنى
0.5	60	8	
1	120	15.75	
1.5	190	25	
2	280	36	
2.5	380	50	**50**
3	480	63	
3.5	590	77	
4	690	90	
4.5	790	103	
5	880	115	**115**
5.5	970	127	
6	1070	140	
6.5	1180	155	
7	1230	161	

7.5	1315	172	
8	1380	181	
8.5	1450	190	
9	1540	201	
9.5	1620	212	
10	1700	223	

جدول 4-5 العلاقة بين الحمل المسبب للغرز عند 55 ضربة في طبقة التربة

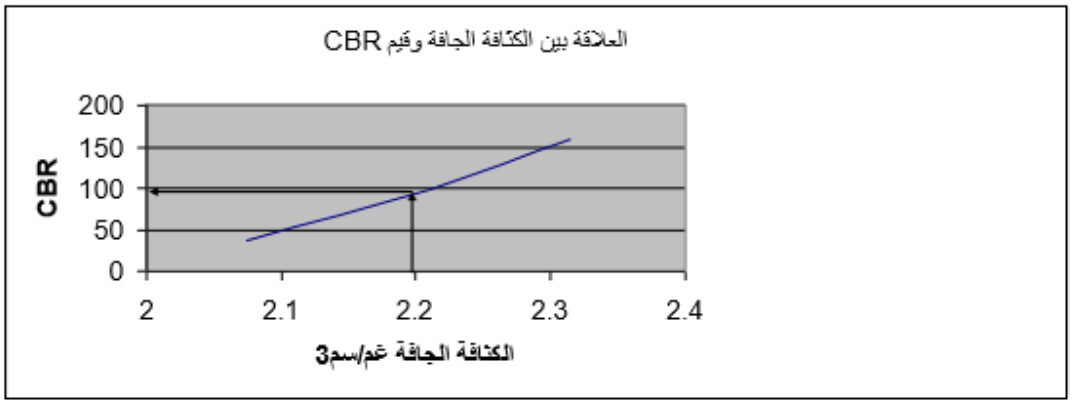
الغرز mm	**الحمل div**	**المقاومة كغم/سم^2**	**المقاومة بعد تعديل المنحنى**
0.5	30	4	
1	70	10	
1.5	100	13	
2	125	16.5	
2.5	145	19	**20**
3	165	21.5	
3.5	185	24.5	
4	200	26.5	
4.5	215	28.5	
5	230	31	**30**
5.5	245	32	
6	260	34	
6.5	270	36	
7	285	37	
7.5	300	38.5	
8	305	40	
8.5	315	41	
9	325	42.5	
9.5	335	44	
10	345	45.5	



الشكل 5-2 العلاقة بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز عند 55 ضربة لطبقة الاساس

جدول 5-5 الكثافة الجافة وقيم CBR

عدد الضربات	الكثافة الجافة	CBR@5mm	CBR@2.5mm
55	2.10	145	**50**



الشكل 5-3 العلاقة بين الكثافة الجافة وقيم CBR عند غرز 0.5 ملم

عند كثافة 95% من أعلى قيمة للكثافة الجافة وذلك حسب المواصفات الأردنية المتبعة CBRمن الشكل السابق يتم حساب قيمة في فلسطين حيث أنها تساوي 97.4 %

5-5 عينات التربة:

1-5-5 أماكن استخراج العينات :

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

3- حساب العامل المناخي:

العامل المناخي=1 حسب النظام الفلسطيني.

4- حساب سماكة طبقات الرصف:

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

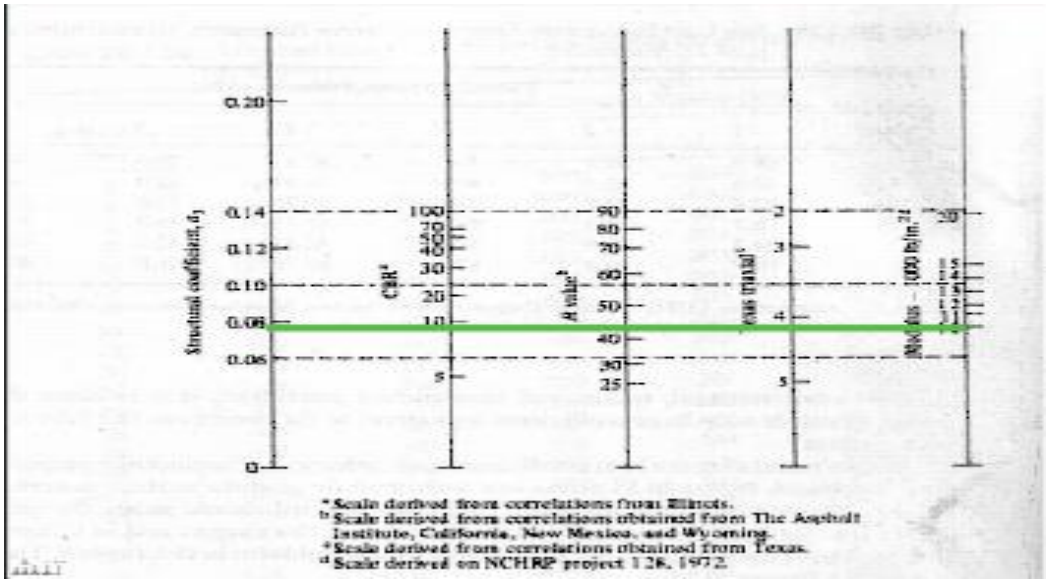
***معامل الرجوعية :**

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

Mr = 1500 x CBR PSI……………………………………(5.1)

*قيمة الرجوعية لطبقة الأساس:

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

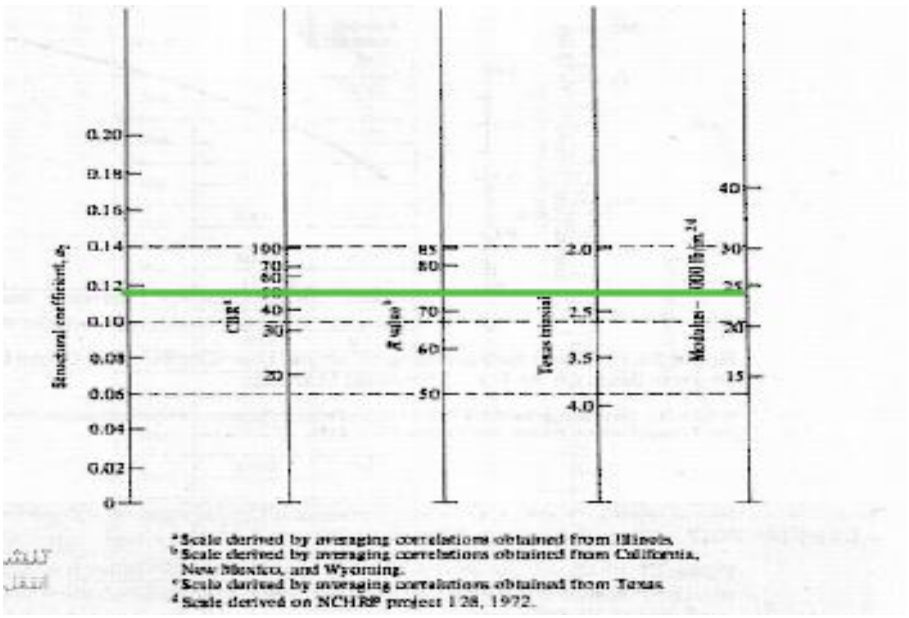


شكل (5-10) : قيمة الرجوعية لطبقة الأساس

بما أن قيمة تحمل كاليفورنيا تساوي 9.0% فان قيمة

MR لطبقة الإسفلت تساوي $10 * 10^3 psi$ تساوي

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



شكل (5-11): قيمة الرجوعية لطبقة الإسفلت

وبما أن قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا CBR بعد إجراء التجربة كانت 9، سوف يتم التصميم على أسوا الظروف في الموقع أي عند قيمة = 50.

بما أن قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا CBR تساوي 50 فان قيمة MR تساوي $24 * 10^3 psi$

الانحراف المعياري العام(Estimated overall standard deviation):

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

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

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

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

الرقم الإنشائي(SN):

وهو عبارة عن رقم دليلي ناتج من تحليل المرور وتربة التأسيس والقدرة على تصريف المياه من الطبقات والذي يمكن تحويله إلى سمك الطبقات المختلفة لطبقات الرصف المرن عن طريق استخدام معاملات الطبقات والتي تعتمد على أنواع المواد المستخدمة في طبقات الرصف المختلفة ومعامل الطبقة يعرف برمز a1 , a2 , a3 لطبقات السطح والأساس وتحت الأساس على الترتيب وهو عبارة عن العلاقة بين الرقم الإنشائي للرصف وسمك الطبقة بالبوصة

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

$$SN = a1* D1 + a2* m2 *D2 + a3* m3* D3……..(5.2)$$

التسمية	الرمز
Structural Number	SN
layer coefficients representative of surface, base course, and sub base respectively	a_1, a2, a3
actual thickness, of surface, base course, and sub base respectively	D_1 , D2 , D3
drainage coefficient for layer i	m_i

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

حيث تمثل معاملات تصريف الأمطار من)طبقتي الأساس m2 , m3 هي سمك الطبقات المختلفة بينما D1, D2 , Dt3) يمكن ربطهما مباشرة a3) و تحت الأساس (a2و تحت الأساس على الترتيب ومعامل الطبقة لكل من طبقتي الأساس والتي يتم إجراؤها تحت أسوأ الظروف المتوقعة في الموقع أما معامل الطبقة (CBRبنتائج اختبارات تحمل كاليفورنيا (السطحية الإسفلتية فيتم ربطه بمقدار معامل الرجوعية لها عند درجة حرارة20 مئوية. يبين الجدول(5-10)قيم هذا المعامل والذي يعكس مقدرة طبقتي الاساس على تصريف الامطار فيتم m_i المقابل لقيم مختلفة من معامل المرنة أما المعامل تقديرها على أساس سرعة تصريف المياه من الطبقة وعموما يمكن القول ان درجة التصريف جيدة اذا تم التخلص من المياه خلال 24 ساعة أما إذا احتفظت الطبقة بالمياه لمدة شهر فتعتبر درجة التصريف ضعيفة كما هو موضح في الجدول (5-11).

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

جدول (5-10): تعريف جودة التصريف.

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

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

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

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

***موثوقية تصميم الرصفة المرنة:**

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

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

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

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

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

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

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

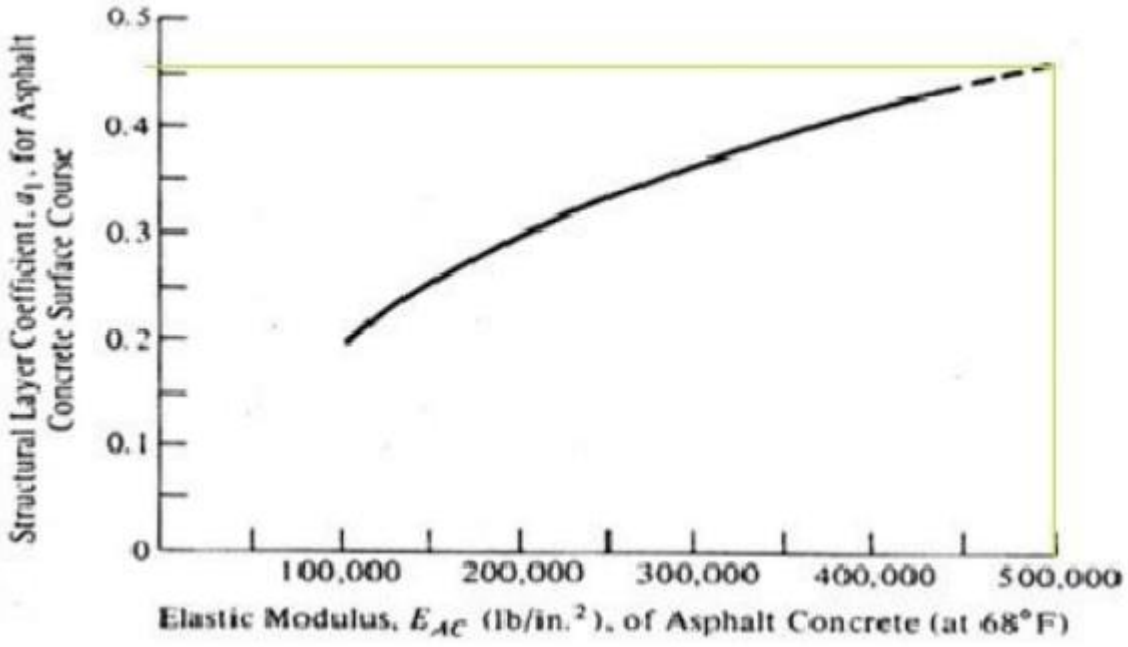
RELIABILITY (R%)	STANDARD NORMAL DEVIATION (ZR)
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

القيمةZRوبأخذ مقدار الثقة 80% ، فان القيمة تساوي 0.841

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

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

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

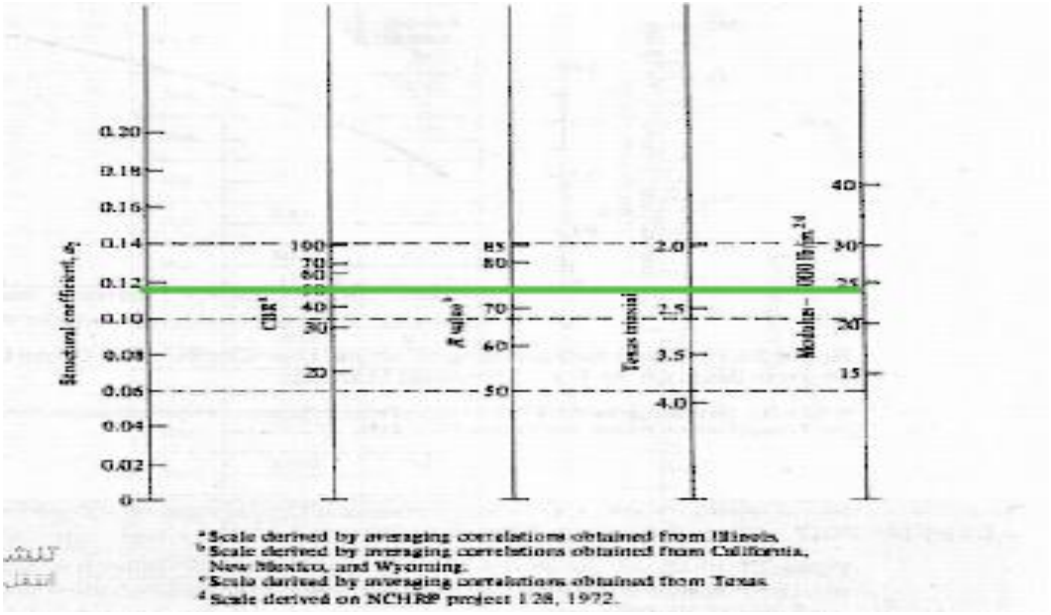


شكل(5-12): منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية

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

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

ولكن سوف يتم التصميم في أسوا الظروف في الموقع أي عند قيمةCBR =50



شكل(5-13) : معامل طبقةBase(a_2)

فان قيمة a_2 وبما أن قيمة كاليفورنيا مساوية 50 ، تساوي 0.115

*يتم إيجاد الرقم الإنشائي لطبقة (Asphalt) و طبقة(Base) عن طريق الشكل (5-5) و (5-6) لعمل على الشكل (5-13) عن طريق توقيع مقدار الموثوقية ((R المساوي 80% ، ثم تم مد خط من النقطة A)) ليقطع النقطة(B) عند قيمة ESAL المحسوبة سابقا والمساوية(**770255.963** ثم نمد خط من B ليقطع منحنى SN ويمر في قيمة MR للطبقات ، ثم يتم مد خط مستقيم ليقطع منحنى (2) وهو عبارة عن SN قيمةDPSI) المحسوبة سابقا ، ثم يتم قراءة قيمة (

لطبقة (Asphalt) لطبقة إيجاد (SN)

R =80

S_0=0.5

ومن الشكل(5-10) سابقا تم إيجاد قيمة الناتجة لطبقة الإسفلت وتساوي

$10^3 * 24$ومن الشكل (5-13)يتم تحديد قيمة SN1

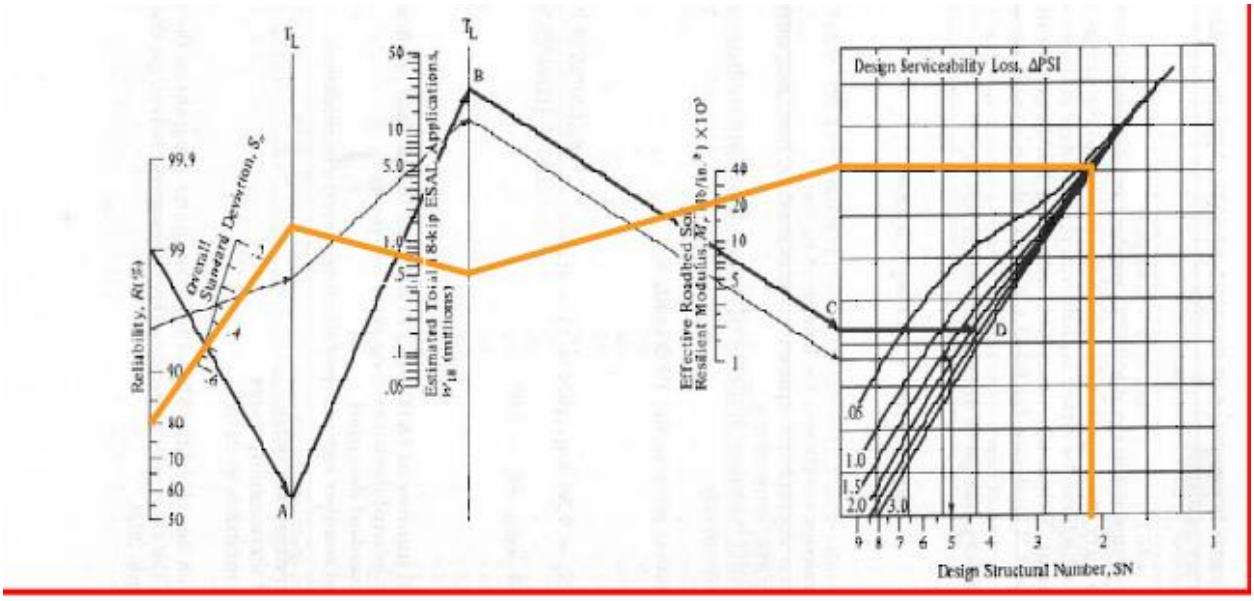


Figure 5.20 Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input.

الشكل (5-14) : منحنى الإيجاد الرقم الإنشائيSN1

وبالتالي فإن قيمة SN 2.3تساوي

والشكل(5-14) يوضح قيمة 2SN

R =90

$$S_0 = 0.5$$

ومن الشكل(5-9) سابقا تم إيجاد قيمة MR الناتجة لطبقة الإسفلت (Asphalt) تساوي10^3psi $* 10$، ومن الشكل (5-17) يتم تحديدSN2

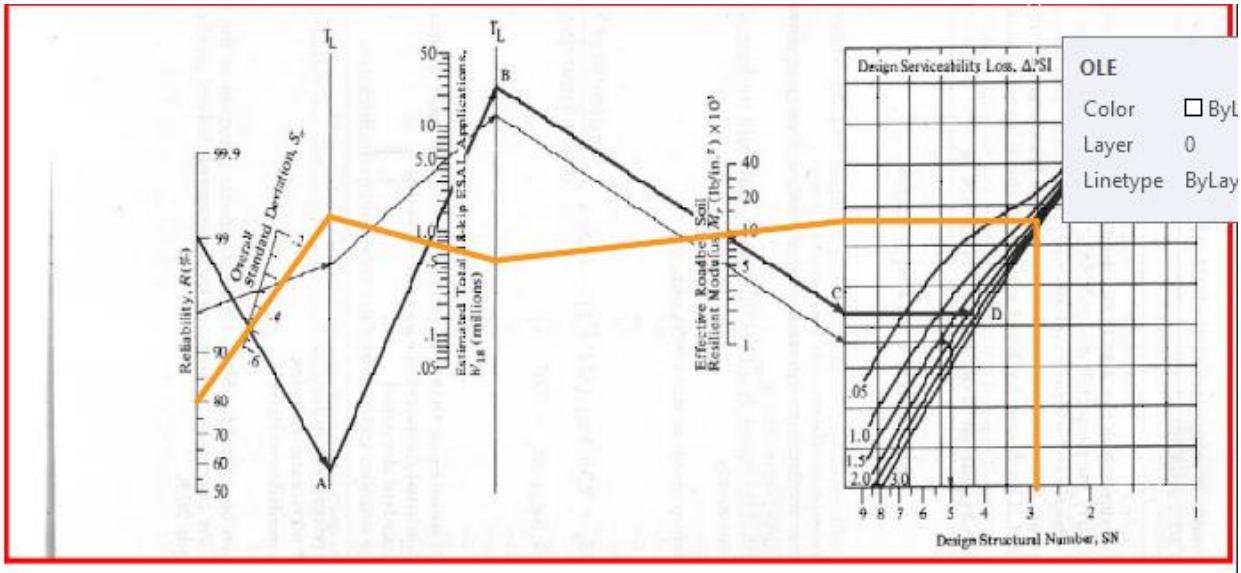


Figure 5.20 Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input.

الشكل (5-15): منحنى الإيجاد الرقم الإنشائي

وبالتالي فإن قيمة 2SN تساوي 2.9

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

D1== $\frac{SN1}{a1}$**…….....(5.3)**

من الجدوال السابقة نجد ان :

a1= 0.45

a2 = 0.15

- حساب سمك طبقة الاسفلت :

SN1 = a1D = 2.1

D1 = 11.85 cm

Take it 13 cm

- حساب سمك طبقة البيسكورس :

SN2 = SN1+ a1D

D2 = 13.2 cm

Take it 20 cm

- حساب سمك طبقة الثالثة :

SN3 = SN2+ a3D3

D3 = 7.62 cm

Take it 20 cm

وبالتالي فإن :

جدول (5 -15) : سماكة الرصفات للمشروع

pavementالرصفة	Layers thickness (cm)سماكة الطبقات (سم)
(ASPHALT LAYER)طبقة الإسفلت	**13 CM**
(BASECOURS LAYER)طبقة البيسكورس	**20 CM**
Sub base	**20 CM**

- **يتم رصف طبقة الإسفلت على مرحلة بسماكة 13 سم حسب المواصفات.**
- **يتم فرد ودمك طبقة الأساس على سمك طبقة 20 سم حسب المواصفات.**
- **يتم فرد ودمك طبقة تحت الأساس على سمك 20 سم حسب المواصفات.**

الفصل السادس

التصميم الهندسي للطريق

6-1 المقدمة

6-2 أسس عملية التصميم

6-3 المنحنيات

6-3-1 المنحنيات الافقية

6-3-1-1 المنحنيات البسيطة

6-3-1-2 المنحنيات الانقالية

6-3-2 المنحنيات الرأسية

6-4 القوة الطاردة المركزية

6-5 التعلية (Super Elevation)

6-5-1 الطرق المتبعة في رفع الطريق (التعلية)

6-6 تصريف مياه الامطار

التصميم الهندسي للطريق

1-6 المقدمة

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

- **عند التصميم الهندسي يجب مراعاة مجموعة أمور من أهمها:**

1- التصميم بأقل التكاليف وأفضل ما يمكن (الجدوى الاقتصادية).
2- حفظ السلامة والأمن على الطريق لكل مستخدميه.
3- التماشي مع حجم المرور المتوقع عليه وخاصة أوقات الذروة.
4- تجنب التغييرات المفاجئة على الطريق.
5- أن يكون شامل للوسائل الضرورية من تخطيط وإشارات وأمور أخرى.

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

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

2-6 أسس عملية التصميم:

تتوقف عملية التصميم على عوامل كثيرة منها:

- حجم المرور.
- تركيب المرور.
- السرعة التصميمية.
- قطاع الطريق.
- عرض المسارب والطريق.
- الميول العرضية.
- الميول الطولية.
- اكتاف الطريق.
- الأرصفة.
- الجزر الفاصلة.

- **حجم المرور:**

يعتبر حجم المرور من الأمور الرئيسية التي يجب ان تأخذ في الاعتبار عند تصميم الطريق بحيث يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا بعد الاخذ بعين الاعتبار الطرق التي سيرتبط بها هذا الطريق حيث تم حساب معدل المرور اليومي الحالي

- **تركيب المروري:**

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

- **السرعة التصميمة:**

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

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

جدول (6-1) السرعة التصميمية

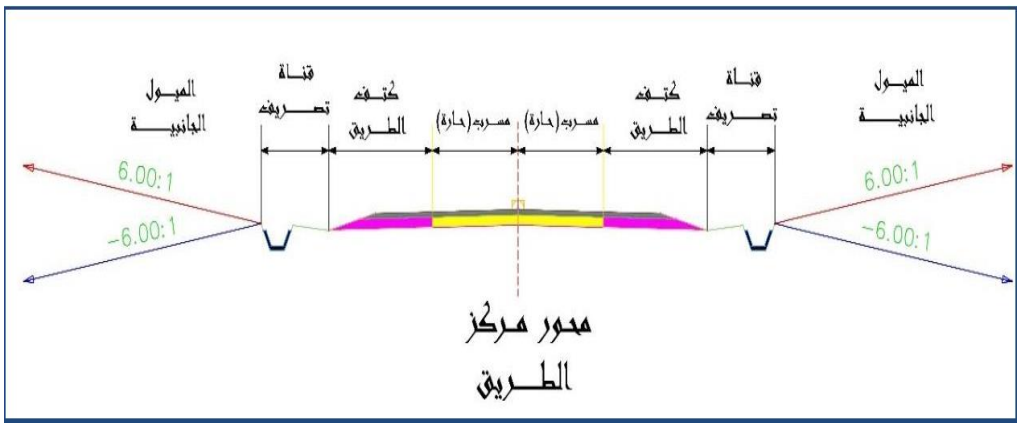
تصنيف الطريق	السرعة الدنيا	السرعة المرغوبة
(LOCAL)طريق محلي	30	50
(COLLECTOR)طريق تجميعي	50	60
اضطراب ملموس	50	60
أقل اضطراب	70	90
شرياني – عام	80	100
(Expressway) طـــريق سريع	90	120

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

تصميم الشارع على سرعة مسموحة 50 كم/ساعة، وقد تم تحديدها بناء على المعلومات التي حصلنا عليها من البلدية عند الزيارة.

- **قطاع الطريق:**

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

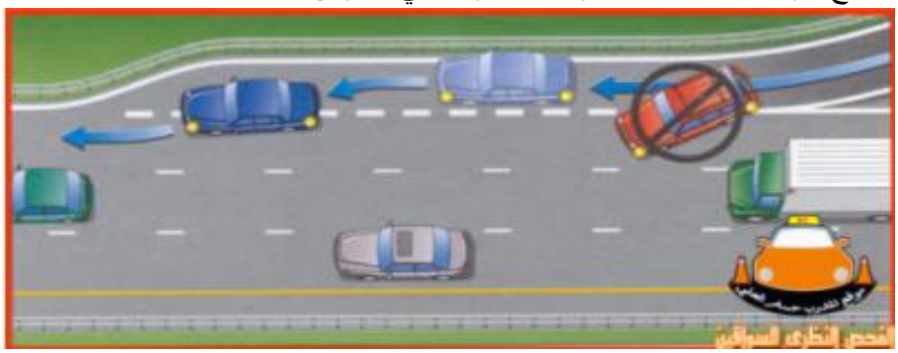


الشكل (6-1) : مقطع عرضي لطريق

- **عرض المسارب والطريق:**

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

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



شكل (6-2) : مسرب التسارع[5]

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.

[5] الفحص النظري للسواقين https://www.training-driving.com/

شكل (6-3) : مسرب التباطئ [6]

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

شكل (6-4) : مسرب الصعود[7]

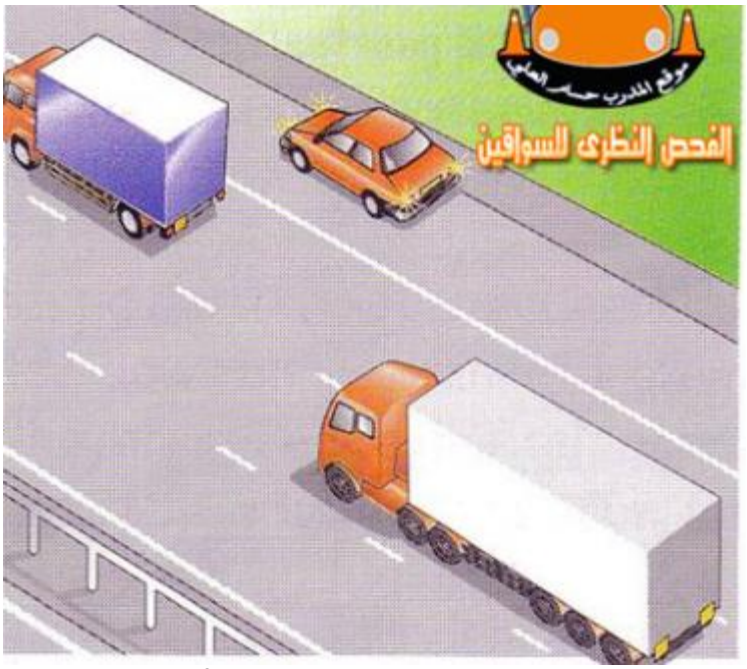
4- مسرب الوقوف: هو المسرب الأوسط اللازم للانعطاف يسارا أو لتجاوز السيارات ، وهناك المسرب المساعد و هو مجاور للمسرب الرئيسي و يساعد على تصريف السير.

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

[6] الفحص النظري للسواقين https://www.training-driving.com/
[7] الفحص النظري للسواقين https://www.training-driving.com/

شكل (6-5) : المسرب المخصص للنقل العام[8]

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



شكل (6-6) : مسرب التعطل والخدمات[9]

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

[8] الفحص النظري للسواقين https://www.training-driving.com/
[9] الفحص النظري للسواقين https://www.training-driving.com/

شكل (6-7) : عناصر الطريق[10]

شكل (6-8) : مسارب الطريق[11]

- **الميول العرضية:**

يتم عمل الميول العرضية للطريق من أجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق وقد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ، وفي حالة وجود جزر وسطى فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كانت كل حارة عبارة عن شارع منفصل.
والميول المستعملة في هذا المشروع هي4%.

[10] الفحص النظري للسواقين https://www.training-driving.com/
[11] الفحص النظري للسواقين https://www.training-driving.com/

- **الميول الطولية:**

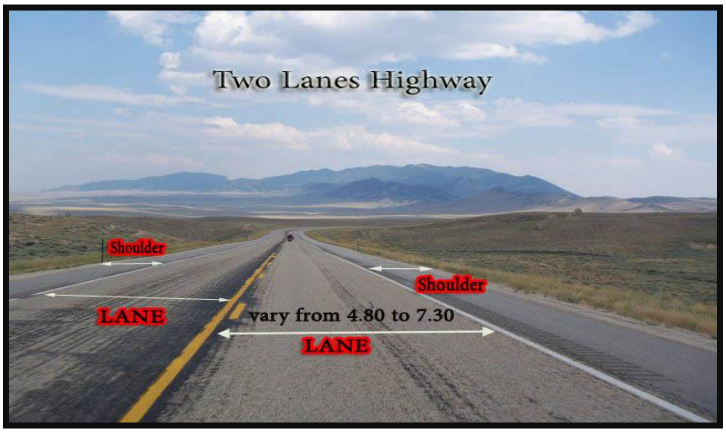
في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب، أما في المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض الطبيعية فإن السطح السفلي للرصيف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي (0.5م) على الأقل، وفي المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب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

- **اكتاف الطريق:**

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

فوائد الأكتاف للطريق:

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



شكل(6-9) : كتف الطريق[12]

[12] الفحص النظري للسواقين https://www.training-driving.com/

- **الرصيف:**

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

وفي مشروعنا تم تحديد رصيف مشاة عرض1.5 م.

- **الجزر الفاصلة:**

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

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

وفي مشروع يوجد جزيرة وسطية.

3-6 المنحنيات:

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

من الممكن ان تكون المنحنيات منقسمة الى:

1. منحنيات في الاتجاه الافقي.
2. منحنيات في الاتجاه الرأسي.

حيث يكون لكل نوع منهما حاجة وظروف لاستخدامه.

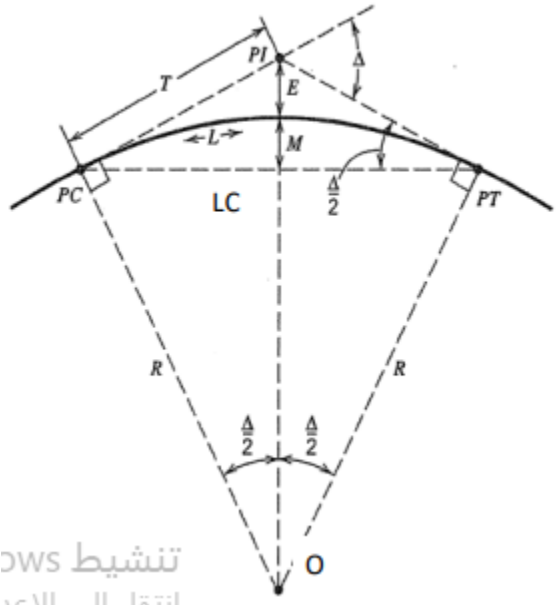
1-3-6 المنحنيات الافقية:

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

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

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط:

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



شكل (6-10) عناصر المنحنى الدائري البسيط [13]

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

[13] المساحة وتخطيط المنحنيات.

1- $T = R\tan\frac{\Delta}{2}$……3.1

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

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

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

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

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب ال(AASHTO 2004)

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

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

جدول(6-3) : الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى[14]

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

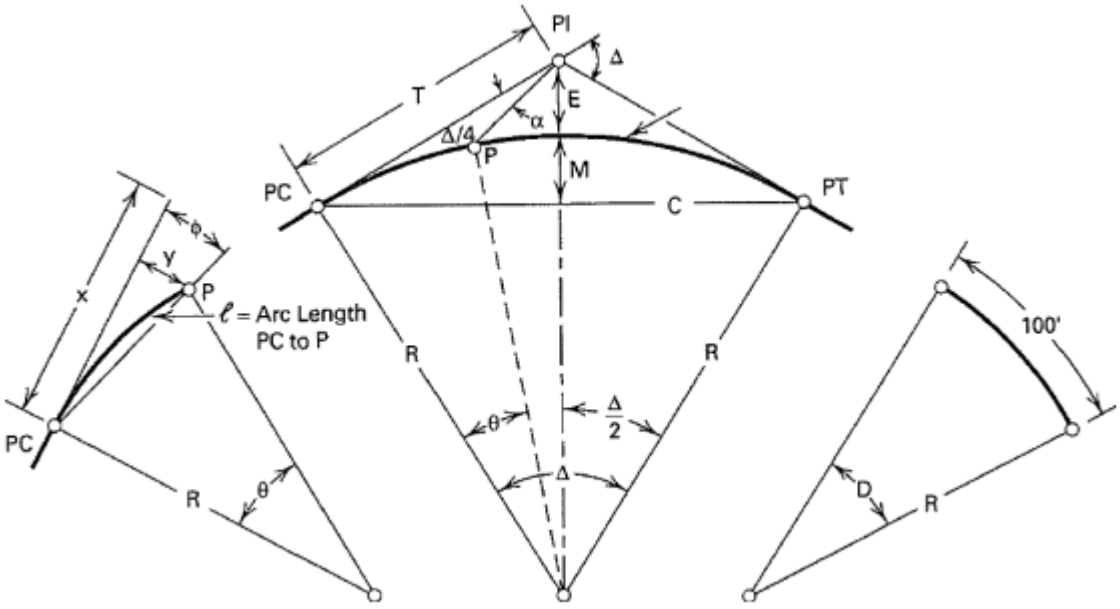
[14] AASHTTO (2004).

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

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

أما طوله فيحسب:

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



الشكل (6-11) : المنحنى الانتقالي [15].

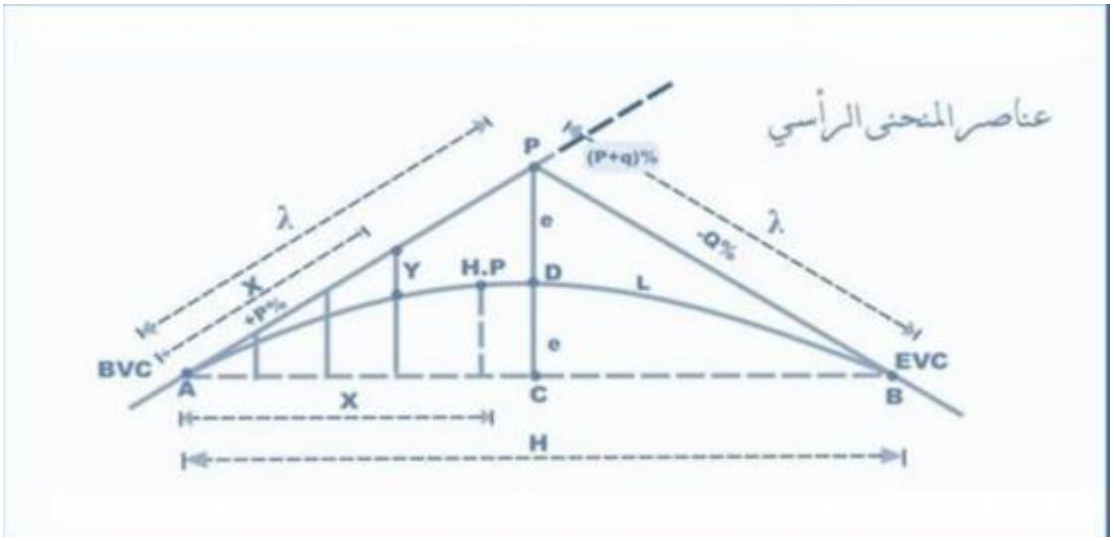
[15] المساحة وتخطيط المنحنيات.

2-3-6 المنحنيات الرأسية:

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

1. تحقيق شرط الرؤية بحيث يستطيع السائق رؤية السيارات أو العوائق التي أمامه.
2. ان يكون تدريجيا وسهلا.

المنحنى الرأسي اما ان يكون منحنى على شكل استدارة علوية (محدب) أو منحنى على شكل استدارة سفلية (مقعر).



الشكل (6-12) : عناصر المنحنى الرأسي [16]

- 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.

[16] المساحة وتخطيط المنحنيات.

❖ **معادلات القطع المكافئ:**

- ✓ طول المنحنى الرأسي L يساوي مجموع طولي المماسين الخاصين بهذا المنحنى، حيث يكون طول المماس الخلفي يساوي $l1$ وطول المماس الأمامي يساوي :$l2$

$$L = l1 + l2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 6.4$$

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

AB=H=2*l=L

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

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

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين:

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

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد:

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

e : أما بدلالة

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين:

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

عندما يكون المماس في اتجاه واحد:

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

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

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

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

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

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

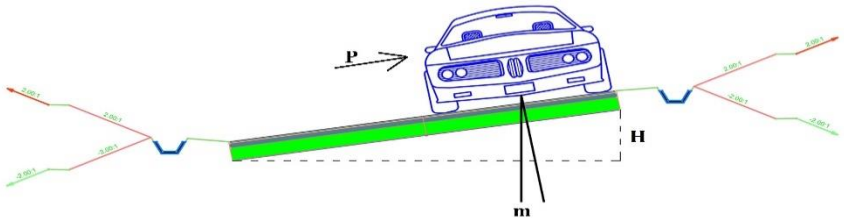
4-6 القوة الطاردة المركزية: -

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 إلى العلاقة (3.16)، ولمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ

إلى المنحنيات المتدرجة لتشكل حلقة وصل بين الجزء المستقيم والمنحنى الدائري، وبالتالي تعمل على امتصاص القوة الطاردة المركزية بشكل تدريجي.



الشكل(6-13) : تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات[17]

حيث أن:

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

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

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

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:

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

حيث أن:

r: نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه.

[17] http://www.arab-eng.org

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

α: الزاوية الراسية.

5-6 (Super Elevation)التعلية:

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% - 7% وقد تصل إلى 12% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دولة.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:

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

حيث أن:

R: هي نصف القطر الدائري بالمتر.

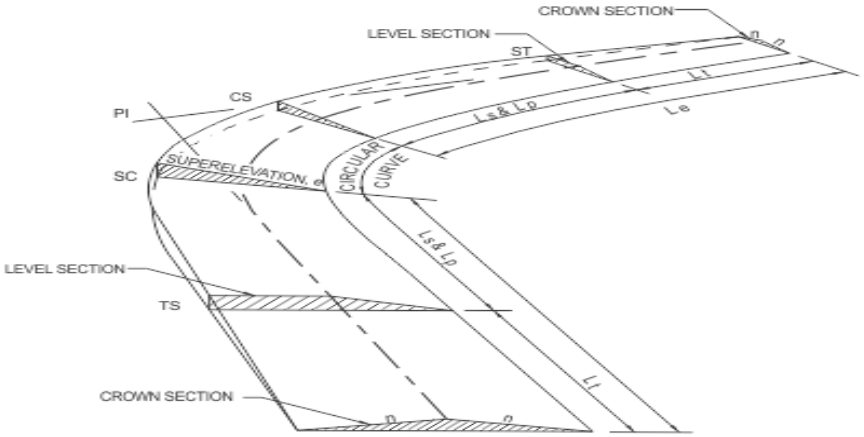
V : هي سرعة المركبة ب كم/ ساعة، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

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

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

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

والشكل التالي يظهر تطبيق التعلية على المنحنيات:

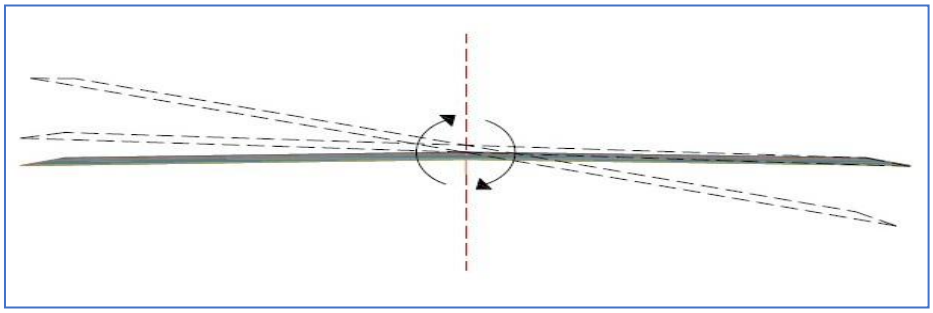


الشكل(6-14) : تطبيق التعلية على المنحنيات[18].

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

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

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

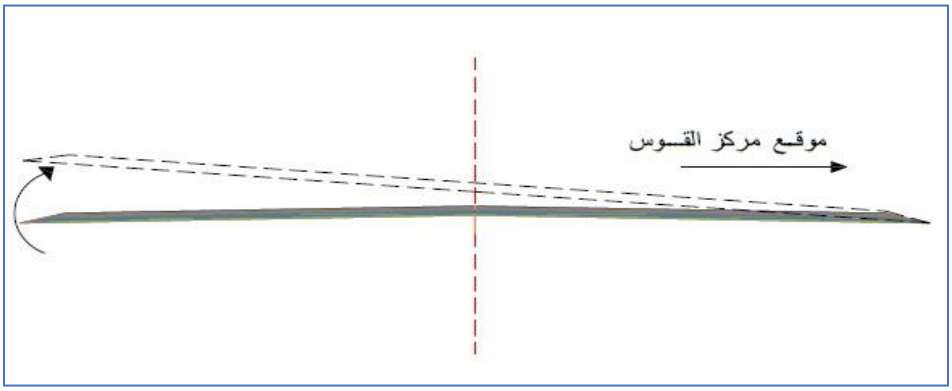


شكل (6-15) : الدوران حول المحور[19]

[18] http://www.arab-eng.org
[19] http://www.arab-eng.org

❖ **الطريقة الثانية: الدوران حول الحافة الداخلية**

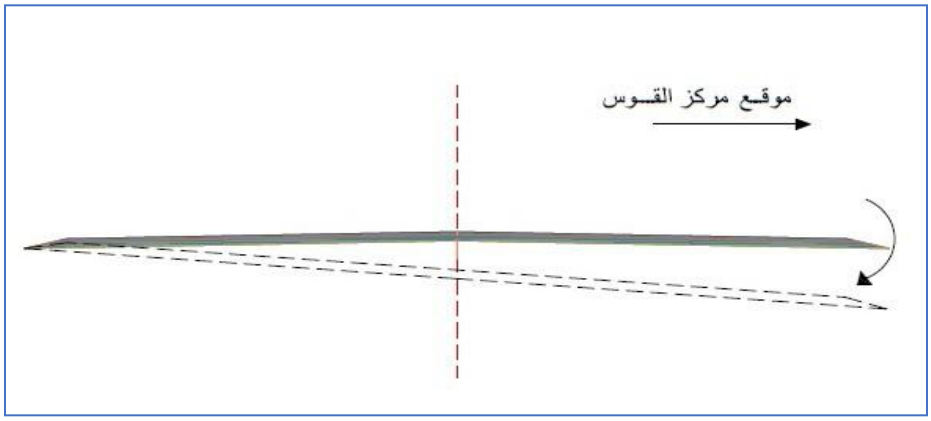
في هذه الطريقة يبقى أحد جانبي الطريق ثابتا وليس المحور، حيث يتم تثبيت أحد جانبي الطريق ونعمل على رفع الجانب الأخر من الطريق حتى يساوي ارتفاع الجانب الأول من الطريق وبعد ذلك نستمر في رفع جانبي الطريق للوصول إلى الميلان المطلوب.



شكل (6-16) : الدوران حول الحافة الداخلية[20]

❖ **الطريقة الثالثة : الدوران حول الحافة الخارجية**

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



شكل (6-17) : الدوران حول الحافة الخارجية

[20] http://www.arab-eng.org

6-6 تصريف مياه الامطار:

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

- **أهمية تصريف المياه:**

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

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

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

الفصل السابع

النتائج والتوصيات

7-1المقدمة

7-2 النتائج

7-3 حساب تكلفة الطريق

7-3-1 تكلفة الحفر والردم

7-3-2 حساب تكلفة طبقات الرصفة

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

7-3-4 التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق

7-4 التوصيات

1-7 المقدمة :

النتائج النهائية التي تحدد الأمور المطلوبة والتي لاجلها يتم تنفيذ هذا العمل.

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

2-7 النتائج :

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

1- رفع الطريق بشكل كامل والحصول على مخططات تفصيلية للطريق.
2- تم تجهيز كافة التصميمات الأفقية والرأسية وكافة المعلومات اللازمة لتوقيعها ، وإعداد الخرائط المتعلقة بذلك.
3- هذا الطريق محلي وتنفيذه هام في القرية حيث انه يربط بين قرية نوبا وبيت اولاويوفر من الوقت على المستخدمين .
4- تم التعامل مع مياه الأمطار بصرفها باتجاه الوادي من خلال قنوات على جانب الشارع.
5- كانت النتيجة تصميم هندسي بالاعتماد على مواصفات (AASHTO 2011) بسرعة تصميمية 50 كم/ساعة.
6- كانت نتائج الطبقات بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة كما يلي:
   - طبقة :Asphalt13سم
   - طبقة Beas coars:20سم
   - طبقة Sub base: 20سم

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

2957.76	m3	Asphalt
3867.84	m3	Base coarse
7268.09	m3	Sub base
15018.17	m3	Cut
13091.5	m3	Fill

تعتبر عمليّة حساب تكلفة المشروع ضرورية حيث يتم معرفة مقدار التكلفة لأي مشروع و ذلك لان التكلفة تعتبر مهمة للتعرف على المبلغ المطلوب لتنفيذ هذا المشروع وكذلك تزويد الجانب الممول بكافة التكاليف الواجب تغطيتها للمشروع وفي هذا الفصل سوف يتم حساب تكلفة كل طبقة من طبقات الرصفة على طول الطريق كما وسيتم حساب الحفر والردم .

7-3 حساب تكلفة الطريق

7-3-1 تكلفة الحفر والردم

حجم الحفر الكلي = 15018.17 م^3

حجم الردم الكلي = 13091.5 م^3

سعر المتر المكعب للحفر =4.8$

سعر المتر المكعب للردم=5.5$

تكلفة الحفر = حجم الحفر الكلّي * سعر المتر المكعب للحفر =4.8*15018.17=72087.22$

تكلفة الردم = حجم الردم الكلّي * سعر المتر المكعب للردم = 13091.5*5.5= 72003.25 $

2-3-7 حساب تكلفة طبقات الرصفة

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

حساب مساحة المسارب = طول الطريق * عرض الطريق =25600 م^2

بعد معرفة مساحة المسرب سوف بتم حساب حجم الإسفلت البيسكورس وطبقة ما تحت الأساس و موضحا كل طبقة على حدة كما يٌلي:

1)الطبقة الأولى : الإسفلت (Asphalt)

حجم الإسفلت = مساحة المسارب *سمك طبقه الإسفلت

=25600*0.13= 3328م^2

وزن الإسفلت = حجم الإسفلت*كثافة الإسفلت

=3328*2.24=7454.72ن

سعر واحد طن من الإسفلت المشغول =35$

تكلفة الإسفلت = وزن الإسفلت *سعر الطن الواحد من الإسفلت

=7454.72*35= 460915.2 $

2) الطبقة الثانية : البيسكورس(Base Course)

حجم البيسكورس = مساحة المسارب * سمك طبقة البيسكورس .

=0.20 *25600=4352م^3

وزن البيسكورس = حجم البيسكورس *كثافة البيسكورس

=4352*2.14

=9313.28 طن

سعر واحد طن من البيسكورس المشغول = $7

تكلفة البيسكورس = وزن البيسكورس* سعر الطن الواحد من البيسكورس

=10313.28*7

= 72192.96$

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

= $ 664456.96

7-3-3 الجبة الحجرّية على الأرصفة وعلى الجزيّرة الوسطّية

حُيث تحسب الجبة بالمتر الطولّي لذلك تكون كمّية الجبة الحجرّة اللازمة لهذا المشروع كما يلّي :

=25600*4

= 102400$

سعر المتر الطولي102400$

4-3-7 التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق

بما أن الطبقة الوحُدة التَّي من الممكن العمل علُّبها هَي طبقة الإسفلت إذا فإن أعمال الصيانة تتم علُّيها كالتالَّي :-.

بعد الرجوع إلى البلدُّية لمعرفة التكلفة لصيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأدوات و الأُيدي العاملة فكانت هذه القيُّمة 14$

التكلفة الكلُّية للصيانة = مساحة الإسفلت * سعر صيانة المتر المربع للإسفلت

= 14* 25600

= 358400$

التكلفة الكلية =

1203497.43$

4-7 التوصيات :

1- يتم رصف طبقة الإسفلت على مرحلة بسماكة 13 سم حسب المواصفات.
2- يتم فرد ودمك طبقة الأساس على سمك طبقة 20 سم حسب المواصفات.
3- يتم فرد ودمك طبقة الأساس على سمك طبقة 20 سم حسب المواصفات.
4- يمنع سير المركبات على طبقة الإسفلت قبل مرور 24 ساعة من وقت فردها لكي لا تنهار هذه الطبقة.
5- مراعاة كمية الحفر والردم الناتجة من المشرع بحيث تقليل التكاليف إلى أدنى ما يمكن.
6- دعوة الجامعة لعمل دورات تدريبية للطلبة للوصول إلى مستوى أعلى وخاصة من الناحية التكنولوجية والبرامج الحديثة.
7- الحرص على وجود مشاريع مشتركة ما بين الأقسام المختلفة في كلية الهندسة للوصول إلى التكامل المناسب.

قائمة المصادر والمراجع :-

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