بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان

تصميم الطريق الواصل بين بلدة ترقوميا والشارع الالتفافي

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

فريق العمل

أحمد "محمدشوقي" محاميد

محمد رائد صباح

إشراف
م. فيضي شبانة

جامعة بوليتكنك فلسطين
الخليل – فلسطين

2021 م

بسم الله الرحمن الرحيم

مشروع تخرج بعنوان

تصميم الطريق الواصل بين مدينة ترقوميا و الشارع الألتفافي

فريق العمل

احمد شوقي محاميد **محمد رائد صباح**

المشرف

م. فيضي شبانة

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

توقيع مشرف المشروع ..... توقيع رئيس الدائرة .....

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2021 م

الإهداء

أيام مضت من عمرنا بدأناها بخطوة وها نحن اليوم نقطف ثمار مسيرة أعوام كان هدفنا فيها واضحا وكنا نسعى في كل يوم لتحقيقه والوصول له مهما كان صعبا

وها نحن اليوم نقف أمامكم وها نحن وصلنا وبيدينا شعلة علم وسنحرص كل الحرص عليها حتى لاتنطفئ

نشكر الله أولا وأخير على أن وفقنا وساعدنا على ذلك

ثم نتقدم بالشكر إلى مخرج البشرية جمعاء من الظلمـــــات إلى النور محمـــــد صلى الله عليه وسلم

ثم إلى القلب الحنون من كانت بجانبنا بكل المراحل التي مضت من تلذذت بالمعاناه وكانت شمعه تحترق لتنير دربنا

إلى أمهاتنا الحبيبات

وإلى من علمنا أن نقف وكيف نبدأ الألف ميل بخطوة إلى يدنا اليمنى إلى من علمنا الصعود وعيناه تراقبنا ....والدنا العزيز

لمن أمسك بيدينا وعلمنا حرفا ..حرفا ..سنهدي له نجاحنا اليوم إلى من كانوا سندا لنا
إلى من لهم الفضل بإرشادنا إلى طريق العلم والمعرفه إلى أساتذتنا الأفاضل كم نحن فخورون بكم

أصدقائنا وأحبتنا ومن سهروا معنا في مسيرتنا العلميه إلى من مدوا أياديهم البيضاء في ظلام الليل وكانوا عونا لنا
أيام جميله قضيناها نعيشها الآن لحظة... بلحظة ونشعر وكأنها شريط يمر بمخيلتنا من جديد عام ..وعام يوما.... ويوم

لن ننساكم ماحيينا

... ولن ننسى هذا المكان الذي جمعنا بمقاعده وأبوابه حتى فنائه إلى كل جزء به
ولن ننسى وطننا المعبق بأريج الحب ورائحة الشهداء
لن ننساه وسنقدم كل ما بوسعنا له وسنجعل كل ركن به يشهد بما سنقدم وسنكون كالمطر ولن نبخل بما تعلمنا
وسنكون كالماء أينما وقعنا نفعنا
نشكركم بكل ماتحملة كلمة شكر من معنى ونهدي لكم كل عمرنا يا أجمل مامضى به
نشكركم تنطقها قلوبنا على ألسنتنا نشكركم كلمة تعني لنا الكثير وتحمل من الشعور الكثير
تخوننا كل عبارات الشكر في تقديم مايليق بكم لن ننسى الفضل ولن ننساكم أبدا .

الشكر والتقدير

تكـــاد شمـــــــوع الشكـــــر تحـــترق خجلاً لتـــضئ كلمـــات عـــجز اللســـان والقـــلم عنهـــا

تحـــــــية إجـــــلال نـــقدمهـــــا إلى كـــــل مـــــن لـــه حـــق علـينا في مسيرتنـا التعليمية

إلى كـــــل مـــــن قـــــدم لـــنـــا مـــــعلومـــة نبقـــــــا ممتنـــين لـــــه بـــاقي حياتنـــا

إلـــــــــــــــــــــــــى أســـــــــاتـــــــــذتـــــنـــــا جـــــمـــــيـــــعـــــــــــــــــأ

إلى أســـــــــتـــاذنـــــا القدير المهندس فيضي شبانة الـــــــذي لـــــم يبخـــل علينـــا بأي معلومة أو مساعدة

إلى بلدية ميثلون ممثـــلـــة بـرئيسهـا وأعـضائها مـــن مهندسين وعاملين

إلى جـــــــامعتنـــــــا الـــــتـــــي أعـــــطتنـــا الـفرصـــــــة لـنكون مـــــــــــن روادها

لـــــــــــهم جـــــــميعـــــــــــــــأ نـــــــــقدم جـــزيـــــل الشكـــــــــــــــر والامتنان

نبذة مختصرة

اسم المشروع

(تصميم الطريق الواصل بين مدينة ترقوميا والشارع الالتفافي)

بواسطة :-

أحمد شوقي محاميد (185929) **محمد رائد صباح (185512)**

المشرف :-

م . فيضي شبانة

نبذة مختصرة :-

يهدف هذا المشروع إلى تصميم الطريق الواصل بين مدينة ترقوميا وطريق الألتفافي بطول حوالي 1.456 كم .

بالمزامنة مع انتهاء اعمال التسوية في ترقوميا فانه من الواجب اعادة تأهيل الطريق الواصل بين مدينة ترقوميا وطريق الألتفافي لما فيه من خدمه اولا لأهل البلدة و خدمة لكثير من الاراضي الزراعية المفرزه .

وتكمن اهمية اعداد هذا المشروع لهذا الطريق هو احياء المنطقة الرابطة بين مدينة ترقوميا و الطريق الألتفافي و جذب التوسع العمراني لتلك المنطقة وجعلها اكثر حيوية بدلاً من التوجه للجبال الشاهقة و تكلفة المواطن اعباء كبيره في البناء و شق الطرق الزراعية ايضاً يعمل على زيادة التوسع التجاري على طول الطريق

سوف يتضمن تصميم هذا المشروع تنفيذ أعمال المسح لمشاريع الطرق بالإضافة إلى تصميم الطريق هندسيًا وهيكليًا ، وأيضًا متطلبات تصميم الطرق وتصريف مياه الأمطار وعبارات ان وجب , مع مراعاة قواعد الأمن والسلامة العامة لمستخدمي الطريق من المشاة والمركبات .

Abstract

Project Title

(Design of the road connecting Tarqumiya town and

AL-altefafi Street)

carried out by :-

Mohammad raed sabbah (185512) Ahmad shawqi Mahameed (185929)

Supervised by :-

Eng. Faydi Shabana

Abstract :-

This project aims to design part of the Street linking Tarqumia town with the AL-altefafi Street, which is about 1456 meters long.

The importance of preparing this project for this Street is the revival of the Abu Tai area, which connects the AL-altefafi Street and the Abu Tai area and the Khallet Ghneim area of the lands of Tarqumiya town, and did not have an effective role in the urban expansion of that area and making it more vital instead of heading to the mountains, which cost citizens great burdens in construction. Street construction and cultivation, this Street also provides a large distance between the town and the AL-altefafi Street to facilitate the residents' access to their land in that area.

The design of this project will include the implementation of survey work in addition to the engineering design of the Street, as well as the requirements for the design of the Street and the drainage of rainwater and ferries, if necessary, taking into account the rules of security and public safety for Street users, including pedestrians and vehicles.

فهرس المحتويات

الصفحات التمهيدية

الغلاف..... I

شهادة تقييم مقدمة المشروع II

الإهداء III

الشكر والتقدير..... IV

الملخص..... V

الملخص باللغه الانجليزية VI

فهرس المحتويات VII

فهرس الأشكال XI

فهرس الجداول XII

فهرس الملاحق XIII

الفصل الأول : المقدمة

1-1 المقدمة.....2

2-1 نبذة عن بلدة ترقوميا.....5

3-1 فكرة المشروع.....6

4-1 موقع المشروع.....7

5-1 مشكلة المشروع.....8

6-1 اهداف و أهمية المشروع.....8

7-1 خطوات العمل.....9

8-1 هيكلية المشروع.....10

9-1 الأجهزة المساحية و البرامج المستخدمة..... 10

10-1 الجداول الزمنية.....11

الفصل الثاني :- الاعمال المساحية

1-2 الأعمال المساحية 14

1-1-2 المقدمة..... 14

2-1-2 دراسة المخططات..... 14

3-1-2 الأعمال الاستطلاعية.....15

4-1-2 مرحلة الدراسة المساحية الأولية 15

5-1-2 مرحلة المسح التثبيتي.....16

6-1-2 الأعمال المساحية النهائية 16

2-2 نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية.....16

1-2-2 مقدمة.....16

2-2-2 مكونات نظام تحديد المواقع.....17

3-2-2 دور الاقمار الصناعية في تحديد المواقع.....17

4-2-2 طريق عمل النظام.....18
5-2-2 مصادر الاخطاء في نظام GPS-GNSS.....18
6-2-2 الرصد بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS - GNSS).....19
7-2-2 طرق الرصد المساحي بنظام تحديد المواقع العالمي GPS 20
8-2-2 العمل الميداني لأعمال المساحة.....23
9-2-2 الاحداثيات المصححة.....26

الفصل الثالث : مشاكل وصعوبات الطريق والحلول المقترحة

1-3 المقدمة.....29
2-3 اصناف الطرق.....29
1-2-3 طرق حضرية 29
2-2-3 الطرق المحلية 30
3-2-3 الطريق ريفية 30
3-3 المشاكل الخاصة بطريق ولحلول المقترحة.....30
4-3 الأهداف المرجوة من تشخيص المشاكل ووضع الحلول الملامة.....30
1-4-3 اهم المشاكل الموجودة في الطريق.....31
1-1-4-3 عدم وجود أضاءه على الطريق 31
2-1-4-3 عدم وجود اشارات ارشادية وتحذيرية على الطريق 32
3-1-4-3 ضيق الطريق 32
4-1-4-3 سوء تصريف مياه الامطار عن السطح 34
5-1-4-3 استملاك الأراضي من قبل المواطنين.....34

الفصل الرابع : التصميم الهندسي للطريق

4-1 مقدمة.....36

4-2 أسس عملية التصميم.....37

4-3 العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطرق.....45

4-4 التخطيط الأفقي للطريق.....45

4-5 التخطيط الراسي للطريق 57

4-6 تصريف مياه الأمطار.....63

الفصل الخامس : حجم السير وإشارات المرور

5-1 مقدمة 66

5-2 حجم المرور 66

5-3 إشارات المرور المستخدمة.....73

5-4 علامات المرور على الطريق 76

الفصل السادس : التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

6-1 مقدمة 79

6-2 الانواع الرئيسية للرصف.....79

6-3 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة.....80

6-4 تصميم الرصفة المرنة.....88

الفصل السابع : كميات الحفر و الردم وطبقات الرصف

7-1 جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار.....104

7-2 حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع.....111

7-3 حساب كميات الإسفلت وطبقة الأساس(Base Course) للمشروع.....112

الفصل الثامن : التكلفة

8- 1 التكلفة.....114

8-1-1 التكلفة النهائية للمشروع.....114

8-1-2 ملخص التكلفة الكلية للمشروع.....114

الفصل التاسع : النتائج والتوصيات

9-1 النتائج.....117

9-2 التوصيات.....117

فهرس الأشكال

1-1 صورة يظهر بها باصات ترقوميا في الستينات من القرن الماضي.....4

2-1 خريطة موقع بلدة ترقوميا بالنسبة لمحافظة الخليل.....6

3-1 مخطط دليل الموقع.....7

4-1 الجدول الزمني لمقدمة المشروع 11

5-1 الجدول الزمني لمشروع التخرج.....12

1-2 صورة يظهر بها جهاز ل GPS 17

2-2 صورة يظهر بها عملية الرصد الثابت 18

3-2 صورة يظهر بها عملية الرصد في الوقت الحقيقي.....19

4-2 صورة يظهر بها المحطة الافتراضية 20

5-2 طريقة الرصد المتحرك اللحظي Real Time Kinematic (RTK).....23

6-2 صورة جوية للموقع.....24

7-2 جدول الاحداثيات المصححة لنقاط التحكم.....26

8-2 خريطة تظهر بها اماكن نقاط التحكم.....27

1-3أنواع الطرق حسب نضام ال AASHTO.....29

2-3 تصنيف الطرق الريفية (AASHTO) 30

3-3 يوضح قائمة الاشارات 32

4-3 صورة تبين ضيق طريق.....33

1-4 جدول سعة الطريق حسب المواصفات هيئة AASHTO.....37

2-4 الابعاد الرئيسية للمركبات حسب مواصفات هيئة AASHTO.....39

3-4 انواع المركبات والاحمال الواقعة على محاورها 39

4-4 شكل عام لمقطع عرضي لطريق 40

5-4 الميول الجانبية للقطاعات حسب نوع التربة.....40

6-4 أكتاف الطريق (وتظهر على يسار الخط المتصل).....41

7-4 الأطاريف 42

8-4 الميول العرضية 43

9-4 أنواع المنحنيات الدائرية.....46

10-4 عناصر المنحنى الدائري البسيط 48

11-4 عناصر المنحنى الدائري المركب.....49

12-4 تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات.....50

13-4 قيم معامل الاحتكاك حسب السرعة التصميمية.....52

14-4 قيم الرفع الجانبي المرغوبة لعدة طرق مختلفة 52

15-4 أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي.....53

16-4 كيفية الرفع الجانبي للطريق.....54

17-4 قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر.....55

18-4شكل المركبة على المنحنى 55

19-4 فرق الميل أو زاوية الميل للمنحنيات المحدبة.....56

20-4 فرق الميل أو زاوية الميل للمنحنيات المقعرة.....57

21-4 عناصر المنحنى الراسي.....57

22-4 قيمة الميول الراسية العظمى.....58

23-4 منحنى رأسي قاعي.....59

24-4 العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف.....60

25-4 يوضح مسافة الرؤية للتوقف الآمن.....60

26-4 العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك.....60

27-4 مسافة الرؤية للتجاوز.....61

1-5تعداد المركبات على الطريق المقترح إعادة تصميمه.....68

2-5 متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع.....69

3-5 معاملات أنواع المركبات وفقا للمواصفات الأردنية 70

4-5 قيم KوD العامة 71

5-5 العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لكل 15دقيقة لجميع أيام التعداد.....71

6-5 حجم المرور ومعدل التدفق لكل فترة 15-دقيقة في ساعة الذروة 72

7-5 سعة الطري 73

8-5 إشارات المنع المستخدمة في الطري 74

9-5 بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق.....74

10-5 المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة 75

1-6 طبقات الرصفة المرنة.....80

2-6 الأعمال المخبرية لتجربة بروكتور.....81

3-6الكثافة الرطبة لعينة Base course.....82

4-6قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات.....82

5-6العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(Base cource).....83

6-6الكثافة الرطبة لعينة sub grade course.....83

7-6 الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة sub grade course.....83

8-6 العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(Sub grade Course).....84

9-6 الجهاز المستخدم في تجربة(CBR).....85

10-6 العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 56ضربة لعينة التربة 86

11-6 المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 56 ضربة لعينة التربة.....86

12-6 العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 56 ضربة لعينة البيسكورس 87

13-6المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 56 ضربة لعينة البيسكورس.....87

14-6نسبة المركبات في المسرب الواحد.....89

15-6معامل النمو (Growth factor).....90

16-6 تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor).....91

17-6 متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة.....92

18-6 معامل طبقة الأساس الحصوية.....94

19-6 معامل طبقة الخلطة الإسفلتية.....94

20-6 الانحراف المعياري حسب نوع الطريق.....94

21-6 تعريف جودة التصريف.....95

22-6 معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق 95

23-6 مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق.....96

24-6 قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية.....96

25-6 المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن 97

26-6 نتائج الفحوصات المخبرية على الطبقات.....97

27-6 منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية.....97

28-6 معامل طبقة 98

29-6 منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN لطبقات الرصفة المرنة.....99

30-6 منحنى لإيجاد الرقم الإنشائيSN1.....100

31-6منحنى إيجاد قيمة(SN2).....101

32-6 سماكة طبقات الرصفة المرنة.....102

فهرس الملاحق :-

م-1 كتاب بلدية ترقوميا الخاص بتصميم طريق المشروع 118

م-2 جدول تربيط النقاط (control points) التي تم رصدها بالموقع 119

م-3 صورة توضيحية لنقطة من نقاط ال (control points).....120

م-4 صورة توضيحية لجهاز GPS SP60 المستخدم في عملية الرصد.....120

م-5 خريطة تظهر بها اماكن نقاط (control points).....121

م-6 جداول يظهر بها تقرير الاحداثيات لنقاط (control point)..... 122

الفصل الأول

المقدمة

1-1 المقدمة

2-1 نبذة عن بلدة ترقوميا

3-1 فكرة المشروع

4-1 موقع المشروع

5-1 مشكلة المشروع

6-1 اهداف و أهمية المشروع

7-1 خطوات العمل

8-1 هيكلية المشروع

9-1 الأجهزة المساحية و البرامج المستخدمة

10-1 الجداول الزمنية

المقدمة :

1-1 المقدمة :

بدأ الاهتمام بفتح الطرق منذ أن بدأت الحضارات الإنسانية الأولى، فأصبحت حضارة الشعوب و مدى تقدمها تعتمد على حجم الطرق المفتوحة، و على مقدار ما توفره هذه الطرق من درجة أمان للمواطنين و مستخدميه وعلى مدى توفر سبل الراحة عليها .

كان الاهتمام بالطرق حسب الإمكانيات المتاحة، ففي قديم الزمان كانت الطرق مجرد مسرب ترابي بعرض قليل جدا، و ذلك بسبب تواضع وسائل المواصلات في ذلك الوقت ، حيث كانت تقتصر على الدواب في بادئ الأمر، و مع تقدم الحضارة البشرية و خصوصا وسائل المواصلات ،و زيادة أعداد السكان المطرد ، رافق ذلك أيضا تطورا في شبكات الطرق ، فبدأت تتطور الطرق من مسارب صغيرة للحيوانات النقل إلى مسارب أكبر قليلا، ثم إلى مسارب مرصوفة لتوفير المزيد من الراحة و السلامة لمستخدميها، إلى أن وصلت إلى ما هي عليه هذه الأيام من شق طرق ذات العرض الكبير و الحارات المتعددة و مدت بطبقات من الإسفلت لتوفير أكبر قدر ممكن من الأمن و الراحة للمواطنين و المركبات على حد سواء ،وأصبحت هنالك الجزر الوسطية و على الأطراف، وثم إدخال التعلية على المنحنيات و غيرها من الأمور الأخرى [1].

و بين علم الطرق أسس تخطيط الطرق حيث يطلق لفظ التخطيط عادة على عملية اختيار وتوقيع محور مسار الطريق على الطبيعة . والتخطيط الأفقي يشمل الأجزاء الأفقية (المماس) والأجزاء المنحنية (منحنيات أفقية). أما التخطيط الرأسي فيشمل الانحدارات والمنحنيات الرأسية.

وتلعب الطرق دور مهم وفعال في التنمية الحضرية، حيث أن لها الدور الرئيس في التطور الاقتصادي والاجتماعي والرقي بالمجتمع إلى أعلى درجات التطور والنمو على كافة المجالات، حيث أن المنطقة التي تعتبر متقدمة في هذه المجالات أكثر ما تتميز به هو نظام شبكة الطرق والنقل فيها. وتعتبر شبكة الطرق من اهم عناصر البنية التحتية اللازمة للتطور الاقتصادي والصناعي والاجتماعي للدول، إذ انها تربط بين المدن والقرى أو على مدى أوسع من ذلك إذ انها تربط الدول مع بعضها البعض، حتى أصبحت الطرق معيارا أساسيا لمدى تطور الدول و تميزها و نموها ، حيث من شأنه أن يجلب للبلاد التقدم والرقي والترابط بين السكان للفوائد المتعددة التي تقدمها فيما يتعلق بتسهيل انتقال الأفراد ونقل البضائع. فالتقدم في الطرق عمل على تغيير نمط الحياة ورفع مستوى المعيشة وساهم في تطور ونمو المجتمعات [1].

لا يوجد تأريخ محدد لنشأة الطرق، ولكن كانت المسارات التي سلكها الناس بحيواناتهم هي أول طرق سير عرفتها البشرية حيث نشأت مع توطن البشر واستئناسهم للحيوانات قبل نحو 9000 عام . إن النقل مرتبط بالإنسان منذ نشأته ووجوده، حيث احتاج الإنسان إلى التنقل والبحث عن الغذاء والماء في من اطق مختلفة وبدأ الإنسان بتنقل من مكان إلى آخر على قدميه ، ثم بعد ذلك استفاد من الحيوانات للتنقل، و عليه بدأ بشق وفتح الطرق بأشكالها المختلفة سواء كانت طرق للمارة أو للعربات.

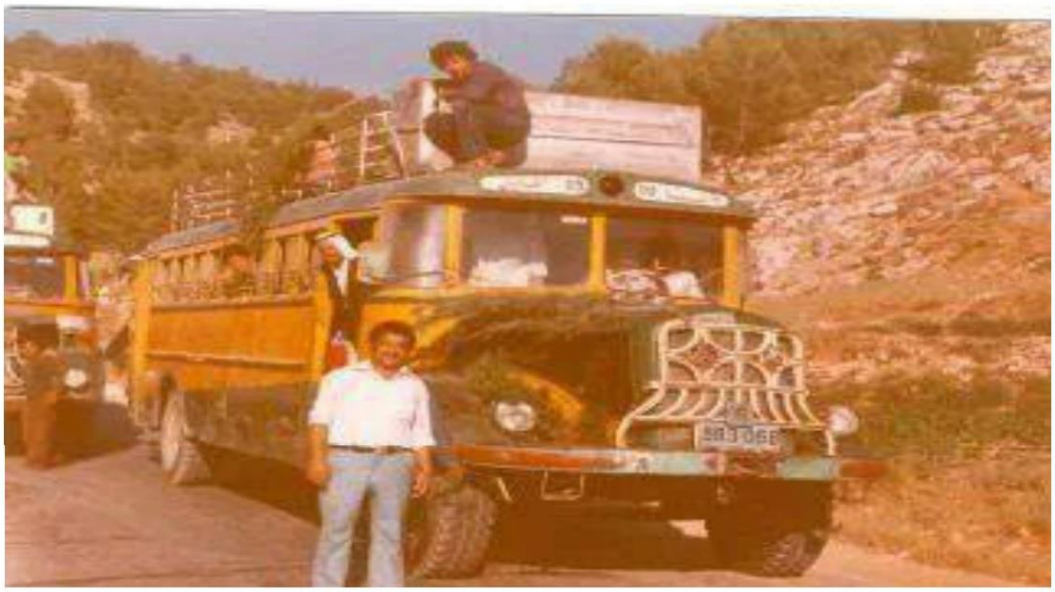
والطرق الحديثة يعود تاريخها إلى اليوم الذي اخترع فيه الإنسان العجلة منذ حوالي 5000 عام قبل الميلاد، إن الفضل في إنشاء الطرق يعود للرومان حوالي 4000 ق.م . هم الذين ساهموا بالشكل الأكبر في إنشاء الطرق فقد قاموا بإنشاء شبكة ضخمة من الطرق تتكون من 29 طريقا رئيسيا يصل مجموع أطوالها إلى 80 ألف كم، والتي تم إنشاؤها لأغراض عسكرية حيث كانت تنطلق على شكل طرق شعاعيه من عاصمتهم روما إلى جميع أنحاء الإمبراطورية الرومانية .

فالرومان هم من أسس التقنية الحديثة لإنشاء الطرق، فقد اعتمدوا الطرق المستقيمة لتقليل المسافات وابتعدوا عن الوديان التي تغمرها السيول، واعتمدوا في إنشاء طرقهم على التقنية المتبعة آنذاك وهي فرش مسار الطريق بطبقات من الصخور الثقيلة لتكون الأساس، ثم الرصف بطبقة من الأحجار المسطحة، وتماسك الأحجار ببعضها عن طريق عجينة جيرية. وهم من أقاموا المجاري على جانبي الطريق لتحمل المياه بعيدا وكذلك عرفوا الانحدار الطفيف للطرق لتصريف المياه. وعرف الإنسان أول طريق مرصوفة بالأحجار في عام 3500 ق.م في بلاد ما بين الرافدين، ثم أتي البابليون وبنو شبكة مهمة من الطرق تصل العاصمة بالمناطق المحيطة بها، وكانوا أول من استخدم الإسفلت (القار) كمادة من مواد إنشاء الطرق.

في نهاية القرن الثامن عشر الميلادي تطور إنشاء الطرق في انجلترا على طريقة أحد المهندسين الفرنسيين ، حيث قام كل من المهندسين تلفورد و ماكادم من تطوير أساليب مشابهة لإنشاء الطرق ، حيث استخدم تلفورد احجارا كبيرة كقاعدة للطريق وغطاها بأحجار اصغر كسطح للطرق ، أما ماكادم فاستخدم احجارا صغيرة الكامل أجزاء الطريق ، وهذا النوع مازال مستخدما إلى اليوم في إنشاء الطرق ويحمل اسمه

ومع بداية القرن التاسع عشر الميلادي أنشأت آلاف الكيلومترات من الطرق التي أخذت بعين الاعتبار تصريف المياه والتأسيس على أرضية صلبة ، كما أن اختراع الإطارات المطاطية بدلا من المعدنية من قبل العالم دنلوب 1888 م ساعد على تغطية الطرق بالإسفلت مع بداية القرن العشرين مما زاد من مستوى الراحة والسرعة وتقليل الضوضاء ، كما أن محرك الاحتراق الداخلي بواسطة العالمين بنز و دملر 1886 م الخل ثورة في عالم الطرق والدخول في عصر السيارات الذي نعيشه اليوم [2] .

للطرق أهمية كبيرة في كافة المجالات حيث أنها تمثل المقياس الذي يحكم من خلاله على مدى تطور والتقدم الذي وصلت إليه البلد ، وللطرق أهمية كبيرة حيث أنها تعمل على الاقتصاد في الوقت ، والطرق الجيدة تعمل على زيادة عمر المركبة وقلة استهلاك الوقود ، كمان أن الطرق تساعد على نشر التعليم وتسهيل انتقال أفراد المجتمع داخل المنطقة وخارجها ، والطرق الجيدة تحتوي على إشارات ضوئية و علامات مرور تساعد المشاة و السيارات على التنقل من مكان لآخر بحيث تكون آمنة وتحافظ على أرواحنا ، كما أنها تساعد على رفع المستوى المعيشي للناس عن طريق خلق صناعات جديدة ، وتعمل على تغيير نمط الحياة ورفع مستوى المعيشة .



باص ترقوميا من ستينات القرن الماضي (1-1)[3]

2-1 نبذة عن بلدة ترقوميا

بلدة ترقوميا هي جزء من الأرض المقدسة ، وقد ساهم موقعها وبيئتها في نمو البلدة وتطورها حتى وصلت إلى ما وصلت إليه في الوقت الحاضر . عاصرت البلدة عدة حضارات وأول من سكنها هم العرب الكنعانيون الذين هاجروا من الجزيرة العربية ضمن موجات الهجرة الأولى عبر التاريخ . وقد سكنها أيضا الرومان واليونان حيث لا تزال الأدلة على هذه الحضارات موجودة حتى الوقت الحاضر ، مثل : الكهوف ، أشجار الزيتون الرومانية ، الفخار ، القبور ، العملات المعدنية .

هناك عدة روايات حول أصول تسمية البلدة بهذه الاسم ، حيث أنها نشأت على أنقاض بلدة يفتاح العربية الكنعانية حيث عرفت في العهد الروماني باسم تريكوميس (Tricomais) ، وتعني أرض القرى الثلاث وهي تحال تيلم (وتعرف اليوم بخربة الطيبة) ، وكفار عتا (وتعرف اليوم باسم خربة فرعة) ، وكفار حيرف (وتعرف اليوم باسم خربة سيف) .

هناك رأي آخر بتناقله الناس حول التسمية ترقوميا مرجعه إلى العهد الإسلامي ، حيث حدثت معركة أجنادين عام 13 هجري ، بالقرب من بلدة بيت جبرين إلى الجهة الغربية من بلدة ترقوميا . يقال أن جنديا من جنود المسلمين واسمه " أمية " ضل الطريق عن الجيش أو أنه نقل إلى بلدة ترقوميا جريحا ونسي هناك فقيل

" تركوا أمه " ثم حرف هذه الاسم إلى ترقوميا

من الناحية الفلكية تقع بلدة ترقوميا على خط طول 00 06 35 ودائرة عرض 34 31 31 . ومن الناحية الجغرافية تقع بلدة ترقوميا على بعد 12 كم الى الشمال الغربي من مدينة الخليل ، وهي تقع على تلة قليلة الارتفاع يتراوح ارتفاعها ما بين 350-550 م عن مستوي سطح البحر . وهذه البلدة ذات طبيعة جبلية توسطها مجموعة سهليه ومن ناحية الطقس فيسودها تقص معتدل حار نسبيا لقربها من البحر البيض المتوسط ترقوميا بلدة حدودية مع خط الهدنة عام 1948 ، يحدها من الشرق مدينة الخليل و بلدة بيت كاحل وبلدة تفوح ، ومن الغرب الخط الأخضر وأراضي 48 ، ومن الشمال بلدة بيت أولا ، ومن الجنوب بلدتي إننا ودورا .

تبلغ مساحة البلدة حوالي (27000) دونم . واهتم الأهالي بزراعتها بأشجار العنب والزيتون والخضروات وغيرها . الا أن المساحة لا تكفي نظرا لكبر عدد السكان (16000) نسمة على الاقل . ويستعمل الأهالي معظم هذه الأراضي العمران والطرق والمناطق التجارية والصناعية . هذا بالإضافة إلى حجم الأراضي التي تزيد عن (6) الاف دونم تم اغتصابها من قبل قوات الاحتلال ، وأقاموا عليها بعض المستعمرات التي سميت بأسماء بعض القرى الكنعانية وأهمها مستوطنتي (ادورا ، تيلم) [3].

موقع بلدة ترقوميا بالنسبة لمحافظة الخليل (1-2)[4]

3-1 فكرة المشروع

تم اختيار هذا المشروع من أجل خدمة المواطنين وتسهيل حركتهم وتلبية خدماتهم وذلك بسبب الزيادة السكانية والتوسع العمراني ، وتشتمل فكرة المشروع على تأهيل و تصميم طريق خلة اغنيم ، و الذي هو عبارة عن طريق ترابي سيتم في هذا المشروع القيام بكافة الأعمال المساحية اللازمة للتعرف على مسار الطريق وطبيعة التضاريس ودراسة التربة وذلك بعمل مسح أولي للمنطقة ، وبعد إجراء كافة الدراسات سنقوم بتصميم المنحنيات الرأسية والمنحنيات الأفقية وعمل التوسعة عليهما ، ومن ثم إجراء كافة الحسابات للحفر والردم الذي يلزم لتوقيع الطريق ، واستخدام البرامج اللازمة للتخطيط ولتصحيح الأخطاء المساحية .

4-1 موقع المشروع

يقع هذا الطريق في منطقة خلة غنيم في بلدة ترقوميا ، ويصل هذا الطريق بين بلدة ترقوميا و الطريق التفافي ويبلغ طول هذا الطريق 1456 متر تقريبا .

موقع المشروع (1-3)[5]

5-1 مشكلة المشروع :

إن الطرق أصبحت رمزا من رموز التقدم والازدهار لأي مدينة من المدن ، لذلك فإن المدن تهتم بشكل كبير في إنشاء الطرق التي تخدم مصالح المكان وكذلك تعتني بالشكل الحضاري لهذه الطرق وخصوصا بالطرق الرئيسية التي يتم استخدامها بشكل متزايد ، وتشمل مشاكل هذا الطريق :

١) الطريق ترابي .
٢) غير مجد الطريق المفتوح بحيث لا يلائم احتياجات الأراضي ويسبب صعوبة في الوصول .
٣) يفتقر إلى العديد من الأسس الهندسية وخصوصا في عدم توفر مسافة الرؤية الكافية وهذه المشكلة يمكن ملاحظتها عند المنحنيات الشديد .
٤) تجمع مياه الأمطار في مناطق من الطريق وذلك بسبب سوء التصريف لها نتيجة لعدم وجود القنوات الجانبية في بعض المناطق التي تحتاج إلى ذلك .
٥) عدم توفر الإنارة في الطريق

6-1 اهداف و أهمية المشروع

يهدف المشروع الى أعادة تأهيل للطريق الترابي وذلك من أجل تسهيل حركة السكان و الخدمات المتعلقة بهم ، ولنهضة اقتصادية أو عمرانية أو زراعية للبلاد ، فقد لاحظنا أن قلة التعداد السكاني في تلك المنطقة ، علما بان هذا الشارع يقع ضمن المنطقة سي فمن أهداف المشروع :

أ- حل مشكلة الطريق نظرا لصعوبة التنقل بسبب ضيق عرض الطريق بالاضافة الى اخطاء التصميم الموجودة في الطريق .

ب- التصميم الهندسي ويشمل التخطيط الأفقي والراسي بالإضافة إلى الأمور التالية :

- حجم المرور وتركيبه السرعة التصميمية للطريق .
- مطع الطريق المرصوف .
- الميول الجانبية أكتاف الطريق
- الأرصفة تخطيط الطريق والعلامات المرورية عرض المسرب .
- إنارة الطريق .

ج - التصميم الإنشائي للطريق الذي يشمل على مجموعة من التجارب المخبرية والميدانية على التربة والإسفلت والحصى

7-1 خطوات العمل :

أن العمل بهذا المشروع يعتمد على استراتيجية متبعة وفقا للخطوات التالية :

- **المرحلة الأولى :** جمع المعلومات وذلك بالتنسيق مع بلدية ترقوميا حول طريق يراد تنفيذه أو إعادة تأهيله ، وذلك من اجل مساعدتنا في اختيار موضوع البحث ، وقد تم اختيار منطقة ترقوميا لسهولة الوصول الى المنطقة من قبل جميع افراد المجموعة .

- **المرحلة الثانية :** القيام بتحديد موضوع البحث ومنطقة العمل (تصميم شارع خلة غنيم) , وقد تم الاتفاق على هذا الطريق لأهميته ، بحيث يتم عمل تصميم كامل له ومن ثم الاتفاق مع المشرف على الطريق وأخذ موافقته وموافقة الدائرة على المشروع ، وقد تم الحصول على كتاب رسمي من البلدية بالمواصفات التصميمية للطريق .

- **المرحلة الثالثة :** القيام بزيارة استطلاعية للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم والتنفيذ من أجل الحصول على أفضل وأدق النتائج ، ومن ثم قمنا برفع جميع التفاصيل الموجودة بالطريق و على الجهة اليمنى والجهة اليسرى مقدار 7 متر من كل جانب بما فيها : حدود الأسفلت القائم الأبنية ، السياج ، السلسال ، الأسوار ، الاعمدة ، الشجر ، المداخل الفرعية وجميع التفاصيل التي تم رفعها بالطريق كانت بواسطة جهاز GPS Spectra 60

- **المرحلة الرابعة :** تم ادخال النقاط والتوصيل بينها ورسم التفاصيل التي تم الحصول عليها الطريق باستخدام برنامج AutoCAD Civil 3D 2016 .

- **المرحلة الخامسة :** بعد الانتهاء من المقدمة و انتهاء الفصل الصيفي سوف يتم القيام بأعمال التصميم الانشائي للطريق ووضع النتائج والتوصيات والبدء بكتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة والتعليمات المتبعة لمشاريع التخرج في كلية الهندمة .

8-1 هيكلية المشروع :

تم بالتشاور بين فريق عمل المشروع والمشرف على وضع هيكلية للبحث تراعي قدر الإمكان تغطية كاملة لما يحتاجه أي طريق من اعمال مساحية لازمة لتصميمها وكانت كالآتي :-

الفصل الأول : المقدمة وهي مقدمة عامة عن الطرق والمشروع المقترح.

الفصل الثاني : الأعمال المساحية.

الفصل الثالث : مشاكل وصعوبات الطريق والحلول المقترحة.

الفصل الرابع : حجم السير وإشارات المرور.

الفصل الخامس : التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية .

الفصل السادس : حساب المساحات والحجوم الكميات الحفر والردم .

الفصل السابع : تصميم شبكة تصريف مياه الأمطار .

الفصل الثامن : الإضاءة على الطريق .

الفصل التاسع : النتائج والتوصيات .

9-1 الأجهزة المساحية و البرامج المستخدمة :

١) جهاز (GPS Spectra60)

٢) برنامج (AutoCAD)

٣) برنامج (Autodesk Civil 3D 2016) .

10-1 الجداول الزمنية :

الاسبوع / النشاط	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
اختيار المشروع وجمع المعلومات															
المساحة الاستطلاعية															
العمل الميداني															
العمل المكتبي															
الرسم باستخدام الحاسوب															
تجهيز التقرير المبدأي لمقدمة المشروع															
تجهيز التقرير النهائي لمقدمة المشروع															

الجدول الزمني لمقدمة مشروع التخرج (1-4)

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

الجدول الزمني للمشروع (1-5)

الفصل الثاني

الاعمال المساحية

2-1 الأعمال المساحية

2-1-1 المقدمة

2-1-2 دراسة المخططات

2-1-3 الأعمال الاستطلاعية

2-1-4 مرحلة الدراسة المساحية الأولية

2-1-5 مرحلة المسح التثبيتي

2-1-6 الأعمال المساحية النهائية

2-2 نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية

2-2-2 مكونات نظام تحديد المواقع

2-2-3 دور الاقمار الصناعية في تحديد المواقع

2-2-4 طريق عمل النظام

2-2-5 مصادر الاخطاء في نظام GPS-GNSS

2-2-6 الرصد بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS - GNSS)

2-2-7 طرق الرصد المساحي بنظام تحديد المواقع العالمي GPS

2-2-8 العمل الميداني لأعمال المساحة

2-2-9 الاحداثيات المصححة

1-2 الأعمال المساحية :

1-1-2 مقدمة

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

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

من المهم جدا الأخذ بعين الاعتبار عند تصميم الطريق:

- -أن يكون ذو جدوى اقتصادية.
- -الاستفادة بقدر الإمكان منه.

من الممكن تلخيص أهم الأعمال المساحية والتي يجب عملها لشق الطريق:

- دراسة المخططات السابقة للمنطقة.
- أعمال الاستكشاف.
- الأعمال المساحية (الأولية ، التثبيتية ، الإنشائية).

وبالتالي من السابق نعلم أن التصميم الهندسي مهم جدا لأن من خلاله سيتم توفير وقت وجهد وأمان كبير لمستخدمي الطريق.

2-1-2 دراسة المخططات:

قبل الشروع في تصميم وتنفيذ الاعمال الهندسية لمشاريع الطرق بشكل عام لابد لعمل دراسة مبدئية للمخططات السابقة للمشروع وذلك لفهم الطبيعة الموجودة قبل العمل على تنفيذه ولمعرفة الامور التنظيمية للطريق وللمنطقة. وفي هذا المشروع تم الحصول على المعلومات اللازمة والكافية عن الطريق من خلال الهيئات المحلية الممثلة ببلدية ترقوميا وكذلك الامر المؤسسات الحكومية مثل وزارة الصحة والبيئة كون الشارع يحتوي على مسار بيئي مهم.

3-1-2 الأعمال الاستطلاعية:

تجري الأعمال الاستطلاعية الأولية للطريق بالقيام بجولات استطلاعية للطريق المراد العمل عليه من قبل فريق العمل ولمعرفة وضع الطريق بشكل عام وجمع المعلومات اللازمة للدراسات وعند القيام بهذه المرحلة تراعى الجدوى الاقتصادية والخدمات التي سيتم توفيرها من هذا الطريق وميول الطريق بشكل تقريبي وطبوغرافية الأرض.

أما بالنسبة للأمور التي يجب مراعاتها عند إقتراح المسار فهي:

-إرتباط الطريق بالطرق الأخرى.

-تخفيض التكلفة مع عدم تقليل الأمان وذلك بأخذ أقصر مسار.

-تأثير هذا المسار على المجتمع من حيث الخدمات التي سيقدمها.

-الأخذ بعين الاعتبار خطوط الكنتور لهذه المنطقة وتجنب الإضرار بالبشر والبيئة (يجب أن يكون موازي لخطوط الكنتور قدر الإمكان).

-مراعاة نواحي الأمان لكل مستخدمي الطريق.

-تقليل عدد التقاطعات الموجودة في الطريق.

-وقد تم عمل زيارة ميدانية للمنطقة لاستكشافها .

وقد تم عمل زيارة ميدانية في يوم الاثنين الموافق (20-7-2021) للمنطقة واستكشافها للتعرف على طبيعة المنطقة وجيولوجيتها من خلال فريق استكشاف مكون من شخصين (فريق العمل : محمد ، احمد) ، كما تم التعرف على الانحدارات في الشارع، وأماكن تجمع المياه وذلك لمعرفة الأماكن التي تحتاج إلى عبَارات في حال لزم الامر ، وتم اختيار المسار الأفضل بناءا على الهيكلية و الطريق القائم .

4-1-2 مرحلة الدراسة المساحية الأولية (Preliminary Survey):

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

وبعد ذلك يتم رفع الطريق بكل تفاصيلها وأخذ مقاطع عرضية بمسافة مناسبة لاختيار الميول المناسبة.من ثم يتم عمل ميزانية طولية على طول المحور ويتم أخذ مناسيب على مقاطع عرضية , ثم يتم عمل حساب كميات للطريق.

5-1-2 مرحلة المسح التثبيتي (Location Survey) :

بعد أن تم التوصل إلى تحديد محور الطريق المقترح يجري تثبيت خط الوسط بواسطة فريق العمل وكذلك يتم التثبيت بوضع أوتاد على خط المحور على مسافات متساوية وكذلك يتم تثبيت بداية المنحنى الأفقي و نهايته و نقاط التقاطع ويتم ربط هذه النقاط بنقاط ربط ثابتة وواضحة .

بعد ذلك يتم عمل ميزانية طولية أي اخذ مناسيب على خط المحور كما يتم اخذ مناسيب عرضية على مقاطع عرضية تؤخذ بمسافات مناسبة بالإضافة إلى مقاطع عرضية عند مجاري المياه بحيث تمتد تلك المقاطع العرضية على جانبي المحور لمسافات كافية لتصميم جسم الطريق.

تؤخذ المناسيب الطولية والعرضية إلى المكتب ويتم تصميم الطريق بالمستوى الرأسي أي تحديد انحداراتها وتصميم منحنياتها الرأسية ويتم تحديد عرض سطح الطريق والميول الجانبية ومن ثم حساب كميات القطع والردم.

6-1-2 الأعمال المساحية النهائية:

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

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

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

1-2-2 مقدمة

نظام تحديد المواقع العالمي عبارة عن نظام ملاحي يأمن تحديد الموقع بأبعاده الثلاثية (X , Y , Z)أو خط الطول والعرض والارتفاع. بالإضافة إلى تحديد الزمن والسرعة للمستخدمين سواء كان المستخدم للنظام على البر أو البحر أو الجو سواء كان ليلا أم نهارا.

ويعد النظام أحد الثورات التي استحدثت في علوم المساحة. وقد أطلق عدد من الأجيال المختلفة من أقمار النظام الكوني لتحديد المواقع. حيث بدأ ذلك في عام ١٩٧٨ م. وهناك حاليا ٢٤ قمرا صناعيا في حالة تشغيلية على مدار

٢٤ ساعة وفي شتى الأحوال الجوية مغطية كل بقاع الكرة الأرضية وتسير هذه الأقمار في مدارات شبه دائرية على ارتفاع يقدر بنحو ٢٠٢٠٠ كلم فوق سطح الأرض وأرصاد هذه الأقمار تتم في المرجع الجيوديسي الكوني المعروف باسم Geodetic World (WGS 84) الذي يمكن تحويل معلوماته على المراجع الإسنادية الإقليمية أو الوطنية أو المحلية.

الشكل رقم (2-1): منظومة الاقمار الصناعية في مدارتها حول الأرض.[4]

٢-٢-٢ مكونات نظام تحديد المواقع :

يتكون نظام تحديد المواقع GPS من ثلاث وحدات رئيسية هي :

١. الاقمار الصناعية GPS Satellites .
٢. نظام التحكم الارضي GPS Ground Control Segment .
٣. جهاز الاستقبال Receiver .

3-2-2 دور الاقمار الصناعية في تحديد المواقع :

ويتمثل دور القمر الصناعي في تحديد المواقع من خلال الوظائف التالية:

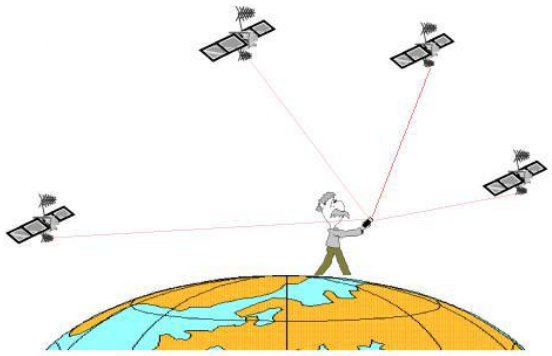
١. استقبال وتخزين البيانات المُرسلة من محطة التحكم.
٢. الحصول على التوقيت الدقيق عن طريق ساعات الروبيديوم والسينيزيوم.
٣. إرسال المعلومات للمُستخدم عن طريق إشارات مختلفة.
٤. المناورة للتعديل المدار عن طريق التحكم الأرضي.

٢-٢-٤ طريقة عمل النظام :

سوف نقدم شرح مبسط لتقريب طريقة عمل النظام . فنحن نسعى في النهاية من استخدام هذا الى معرفة احداثيات المستخدم اي معرفة موقعة على سطح الكرة الارضية.

وبما ان موقع كل قمر صناعي معلوم في مداره وبما انه يوجد لدينا اربعة اقمار صناعية (على الاقل) معلومة الاحداثيات . اذاً لو استطعنا حساب المسافات ما بين المستقبل (المستخدم) وكل قمر صناعي لاصبحت لدينا مسألة رياضية تعرف في المساحة بالتقاطع العكسي وفيها نوجد احداثيات نقطة مجهولة بمعلومية احداثيات مجموعة من النقاط والمسافات بينها.

اذاً ما يقوم به جهاز الاستقبال لدى المستخدم هو حساب المسافات الى كل قمر صناعي وبمعلومية هذه المسافات وبمعلومية مواقع الاقمار الصناعية نستطيع حساب موقع المستقبل (X, Y, Z).



الشكل (2-2) :حساب موقع المستخدم بمعلومية احداثيات اربعة اقمار صناعية[4]

5-2-2 مصادر الاخطاء في نظام GPS-GNSS :

هناك مصادر عديدة من الاخطاء في نظام GPS وهي :

١- اخطاء من القمر الصناعي :

- استقرار ساعة القمر .
- انحراف القمر عن مسار.

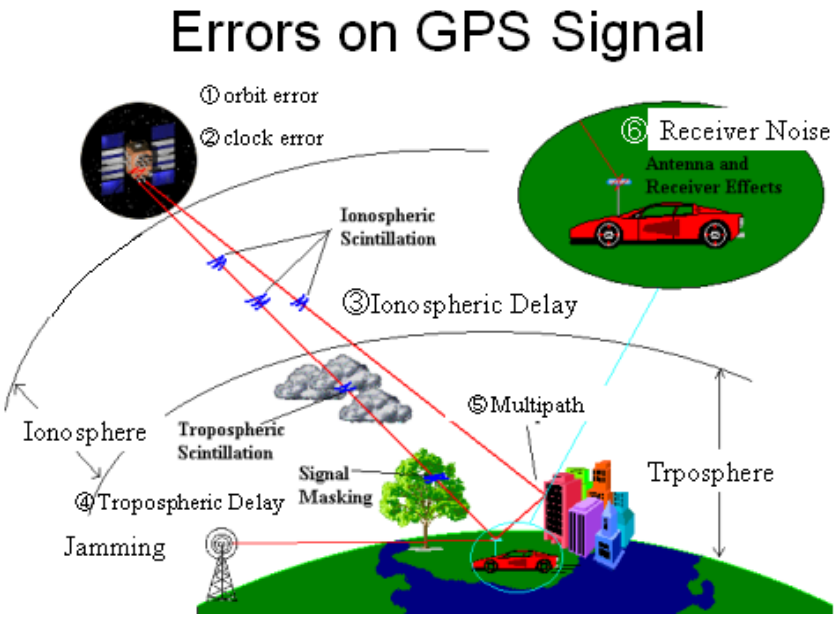
٢- اخطاء من محطات المراقبة والتحكم:

- خطأ التنبؤ بالاحداثيات.

٣- اخطاء من جهاز الاستقبال :

- تاخير الايونوسفير .
- تاخير التروبوسفير.
- ضجيج المستقبل.
- الانعكاسات الجانبية.

وهذه المصادر قد تنتج خطأ يصل الى 10 الى 20 متر في قيمة الاحداثيات.



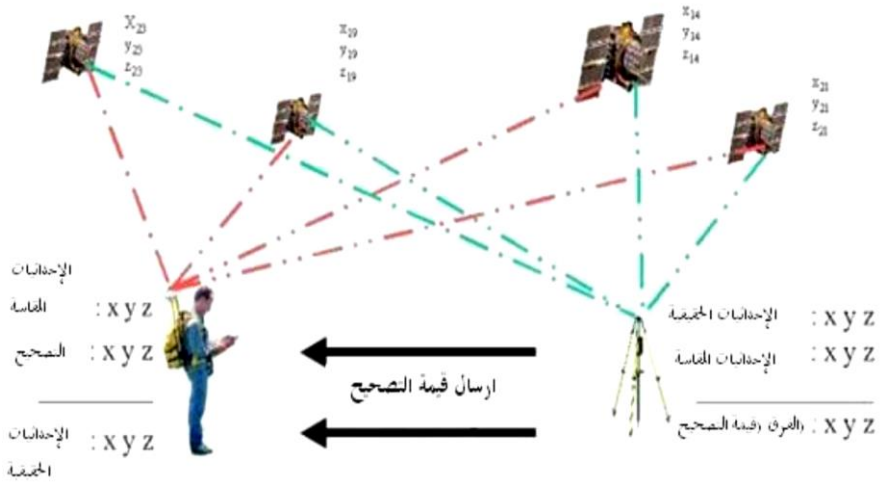
الشكل (2-3) :مصادر الاخطاء في نظام (GPS -GNSS) [4]

6-2-2 الرصد بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS - GNSS) :

لقد ذكر في الفقرة السابقة مصادر الاخطاء في الرصد بمستقبل الـ GPS وعليه فإن الرصد بجهاز واحد يعطيك دقة في حدود 10 – 20 متر . وهي مناسبة لاعمال الملاحة والصيد والرحلات والطلعات الاستكشافية ولكن غير مناسبة لاعمال المساحة.

ولذلك تم ايجاد حل لهذه المشكلة عن طريق الرصد بجهازين في نفس الوقت بحيث يثبت جهاز على نقطة معلومة الاحداثيات والجهاز الاخر بالامكان استخدامه لايجاد احداثيات اي نقطة مجهولة بطرق الرصد المختلفة التي سوف نذكرها لاحقا وتسمى هذه الطريقة بالرصد التفاضلي Differential GPS.

والفكرة من هذه الطريقة هي انه يتم تثبيت جهاز على نقطة معلومة الاحداثيات ويقوم المستقبل بحساب احداثيات هذه النقطة. ثم يقوم بعد ذلك بمقارنة هذه الاحداثيات المحسوبة بالاحداثيات المعلومة لهذه النقطة . والفرق سيكون طبعا مقدار الخطا . ثم يتم ارسال قيمة التصحيح لاي جهاز استقبال قريب (الى حدود مئات الكيلومترات) باعتبار ان قيمة الخطا هي نفسها للجهازين باعتبار انهم استقبلو نفس الاشارة من نفس منظومة الاقمار . وبذلك تكون قيمة الخطا هي نفسها في الجهازين . وعملية ارسال قيمة التصحيح من الممكن ان تتم بشكل لحظي باستخدام اجهزة ارسال واستقبال لهذه التصحيحات في نفس الوقت " Real Time Corrections " او تحفظ الرصدات ليتم معالجتها لاحقا ببرامج مساحية متخصصة " Post Processing " .



الشكل (2-4) : التصحيح اللحظي للإحداثيات [4]

٢-٢-٧ طرق الرصد المساحي بنظام تحديد المواقع العالمي GPS :

يتم اعداد المستقبل "Receiver" وضبطه الضبط المؤقت كأي جهاز مساحي فوق نقطة معلومة الاحداثيات .

وهناك نوعان رئيسيان من انواع الرصد وهما :

١- الرصد الثابت Static Observations.

٢- الرصد المتحرك Kinematic Observations.

أولا : الرصد الثابت Static Observations .

ينقسم الرصد الثابت الى طريقتين وهما الرصد الثابت العادي (Traditional Static) والرصد الثابت السريع (Fast Static).

١. الرصد الثابت السريع (Rapid /Fast Static) :

فترة الرصد هنا أقل حيث يستغرق رصد النقطة فترة زمنية أقل من الساعة لذلك هذه الطريقة تستخدم فى تكثيف نقاط شبكات المثلثات والخطوط الطولية التى تقل عن 20 كم. وتستخدم في هذه الطريقة مستقبلات ثنائية التردد Dual-Frequency لرصد نقاط متقاربة (نحو 15 كم) . تم استخدام هذه الطريقة في رصد نقاط ال CONTROL POINT

ثانيا : الرصد المتحرك (Kinematic Observations) :

ينقسم الرصد المتحرك الى ثلاثة طرق وهم التوقف والذهاب (Stop-Go) و الرصد المستمر (Continuous) والرصد المتحرك باللاسلكى (RTK) .

١. رصد التوقف والذهاب Stop & Go

وطريقته ان يوضع احد المستقبلات على نقطة معلومة الاحداثيات والمستقبل الاخر على نقطة مجهولة الاحداثيات ثم الانتظار لمدة 5 – 10 دقائق للتهيئة في المرة الاولى فقط. ثم يتحرك المستقبل الثاني الى نقطة جديدة ويكفي الوقوف لمدة 10 ثوان فقط على كل نقطة جديدة لتحديد موقعها . ولكن بشرط ان لا يغلق الجهاز او ينقطع الاتصال عن الستقبل المتحرك طول مدة الرصد.

٢. الرصد المستمر (Continuous) :

فى هذه الطريقة ينتقل الراصد من نقطة الى أخرى ويظل الجهاز مستمر فى الرصد أثناء حركة الراصد ويقوم الراصد بتسجيل النقاط المراد رصدها وتعتبر هذه الطريقة من أسرع طرق الرصد ولكنها أقل فى الدقة من الرصد الثابت ولكن تعتبر دقة مناسبة اذا ما قورنت بدقة الرفع المساحى العادى.

يمكن تسمية النوعين السابقين بالرصد التفاضلى (Differential GPS) وفيهم تتم معالجة الأرصاد الناتجة باستخدام البرنامج الحسابى الخاص بالجهاز على جهاز الكومبيوتر بعد انتهاء العمل وتسمى هذه الطريقة من التصحيح بـ (Post Processing) وبعد التصحيح تصبح هذه الطرق من أدق طرق الرصد بعد طرق الرصد الثابت .

٣. الرصد المتحرك التقليدي :

الرصد شبه المتحرك أو الرصد المتحرك الزائف Semi-Kinematic أو Pesudo-Kinematic

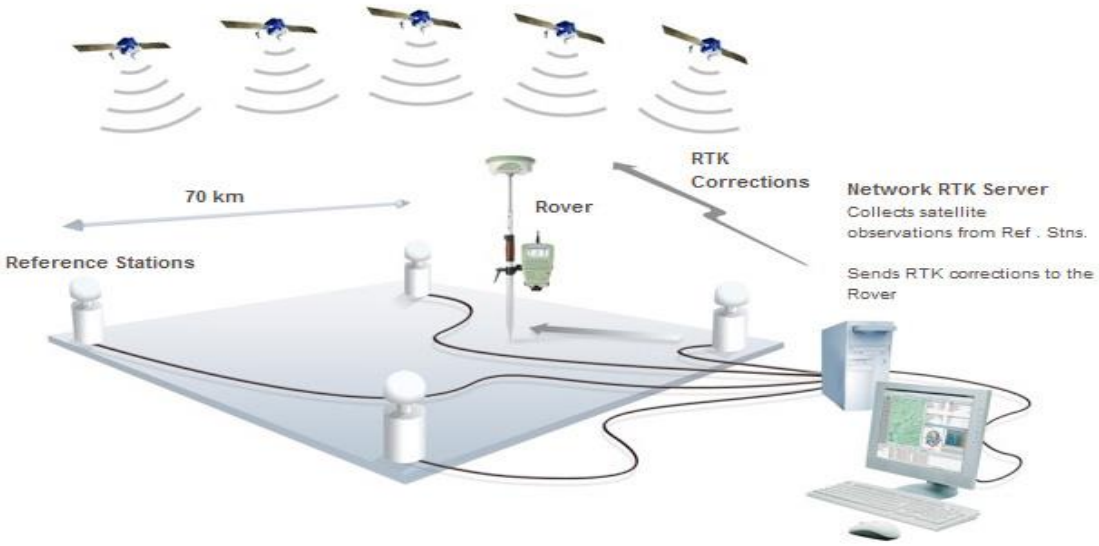
هي فئة تضم داخلها مجموعة من طرق رصد GPS وليس طريقة واحدة ، لكن فكرتها الاساسية أن هناك جهاز GPS يكون ثابت static علي نقطة معلومة الاحداثيات بينما هناك جهاز اخر (أو مجموعة من الاجهزة) تتحرك لرصد نقطة - أو نقاط - مجهولة. المبدأ الذي تعتمد عليه هذه الطرق هو: طالما أن الجهاز الثابت يحتل نقطة معلومة الاحداثيات فيقوم بحساب الاحداثيات كما هي من أرصاد أقمار GPS ويقارنها بقيم الاحداثيات المعلومة لهذه النقطة ، ومن هنا يمكن حساب قيمة الخطأ في أرصاد كل قمر من أقمار GPS في كل لحظة من وقت الرصد (بطرح الاحداثيين) ، وبالتأكيد فأن قيمة هذا الخطأ سيكون هو نفسه في أرصاد نفس القمر الصناعي في نفس لحظة الرصد عند الجهاز الاخر المتحرك Rover GPS Receiver ، وبالتالي فاذا أمكننا اضافة قيمة هذا الخطأ (المحسوب عند النقطة الثابتة) الي أرصاد GPS عند النقطة المجهولة فيمكننا زيادة دقة احداثيات النقطة المجهولة والوصول بالدقة الي مستوي السنتيمترات .

أما كيف تتم هذه العملية الحسابية فهناك عدد من الطرق لكن أهمها طريقتين:

١. طريقة الرصد المتحرك بالحساب المكتبي Post-Processing Kinematic وأحيانا تسمي اختصارا PPK

تتم الاعمال الحقلية كلها - سواء للجهاز الثابت أو المتحرك ثم يتم تحميل جميع الارصاد علي الكمبيوتر بعد العودة للمكتب في نهاية اليوم ويقوم برنامج الحسابات software بعمليات التصحيح وحساب احداثيات النقط المجهولة اعتمادا علي احداثيات النقطة - أو النقاط - المعلومة.

٢. طريقة الرصد المتحرك اللحظي Real Time Kinematic أو اختصارا RTK تختلف عن الطريقة السابقة في وجود جهازين راديو لاسلكي او انترنت مركبين علي كلا من الجهاز الثابت Static والجهاز المتحرك Rover ، بحيث يقوم الجهاز الثابت بحساب الخطأ في أرصاد GPS في كل لحظة من فترة الرصد وارسال هذه التصحيحات - عن طريق جهاز الراديو اللاسلكي - الي الجهاز المتحرك والذي بدوره يقوم بتصحيح أرصادة وحساب احداثيات النقطة المجهولة - بدقة عالية - في نفس اللحظة.
وبالتالي فلا تحتاج هذه الطريقة لعملية الحساب المكتبي وانما تتم كلها في الموقع مباشرة.



الشكل (2-5) : طريقة الرصد المتحرك اللحظي Real Time Kinematic (RTK)[4]

8-2-2 العمل الميداني لأعمال المساحة :

اولا : الاجهزة والادوات المستخدمة في الاعمال الميدانية للرصد المساحي

١- جهاز Receiver GPS نوع Spectra SP60.
٢- جامع معلومات Data Collector.
٣- شريحة انترنت.
٤- حامل اجهزه (شاخص).
٥- شريط قياس (متر).
٦- دفتر ملاحظات وسكيتشات.
٧- صورة جوية

الشكل (2-6) : صورة جوية للموقع [5]

ثانيا : خطوات ما قبل العمل والتخطيط للعمل :

١- جمع الخرائط الاولية وهي خريطة جوية وخريطة هيكلية للموقع وتحديد نقطة بداية ونهاية المشروع عليها.

٢- تحديد الجهاز المراد استخدامه وطريقة العمل للرصد : وتم استخدام جهاز GPS نوع Trimble R8 وطريق الرصد كانت طريقة الرصد المتحرك اللحظي Real Time Kinematic (RTK) في العمل بالمشروع وكان الجهاز الثابت (المحطة) عبارة عن شبكة محطات تابعة لشركة محلية تم بناء محطاتها بالتعاون مع شركة Trimble العالمية.

٣- تقسيم المجموعة الى افراد واعطاء كل فرد مهمته وهي اعطاء الفرد الاول الرصد بالجهاز والفرد الثاني تسجيل الملاحظات على الدفتر ورسم السكيتشات والفرد الثالث استكشاف امام المجموعة وتحديد نقاط الرصد وعمل متابعة لعدم نسيان اي نقطة لم يتم رصدها.

٤- التاكد من الاجهزه قبل الخروج الى الموقع وعمل معايرة للاجهزه والتاكد من شحن البطاريات وانها تكفي لمدة العمل.

٥- تجهيز وتامين طرق المواصلات والذهاب والعودة بامان من والى الموقع.

٦- الانطلاق الى الموقع.

ثالثا : خطوات العمل في الميدان

١- تثبيت الجهاز على الحامل وتثبيت جامع المعلومات عليه.

٢- توصيل الجهاز بالانترنت لكي يتم اتصال بين الجهاز (Receiver) وشبكة المحطات (Bases Network) وضبط الاتصال بين جهاز Receiver وجامع المعلومات عن طريق تقنية البلوتوث Bluetooth.

٣- ضبط مشروع عمل على الجهاز وتم تسميته باسم الشيوخ وتم ضبط هذا المشروع على نظام الاحداثيات الفلسطيني (Palestine Grid 1923) .

٤- التأكد من الاتصال والتاكد من الدقة المعطاه من الجهاز.

٥- بدأ عملية الرصد لكل المعالم الموجودة في الطريق بحدود 10 متر يمين و 10 متر يسار الطريق مثل : الاسفلت القائم والجدران القائمة و اعمدة الكهرباء واعمدة الاتصالات والسلسال القائم والسياج والبنايات واللوحات .

٦- تم عمل وصف داخل الجهاز لكل نقطة تم رصدها وعمل سكيتشات لكل منطقة معقدة لكي لا يكون هناك اي مشكلة في توصيل النقاط.

٧- التاكد من الدقة وقوة الاشارات وعدد الاقمار الصناعية من فترة الى فترة.

٨- في اماكن البنايات العالية تم اخذ نقطتين بعيدتين عن البناية وتم القياس من النقطة الاولى الى زاوية البناية ومن النقطة الثانية الى زاوية البناية وذلك لتفادي الاخطاء الناتجة عن انعكاس الاشارات.

٩- اغلاق الجهاز وترتيبه في مكانه المخصص في الصندوق.

١٠- العمل المكتبي كان عبارة عن تنزيل النقاط الى صيغة CSV , وتنزيلها الى برنامج Civil 3D .

١١-توصيل النقاط وعمل الوان وترتيب للمعالم المرصودة.

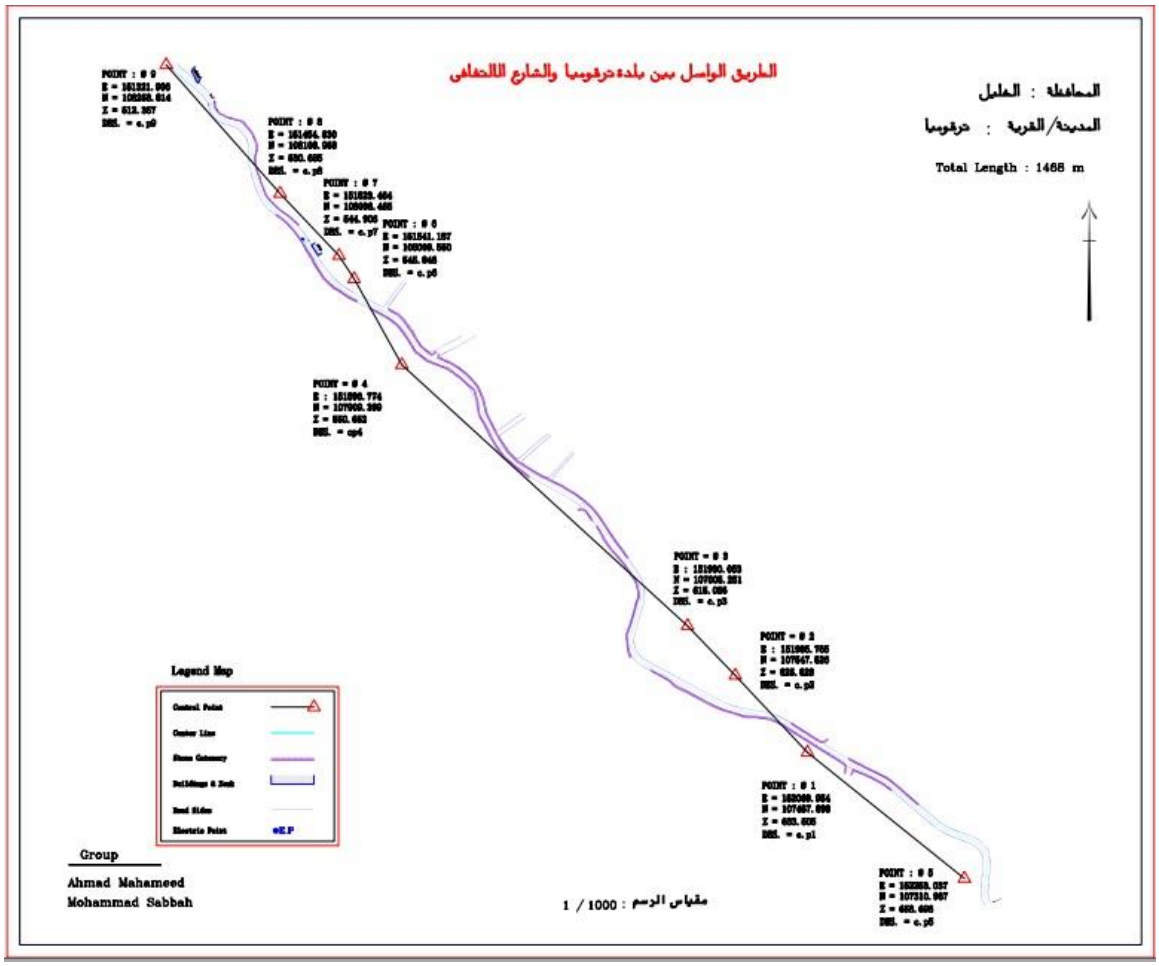
١٢-اقتراح Center Line مبدئي على الطريق لمعرفة طول الطريق وتحديد المشاكل الموجودة على الطريق عند كل محطة من محطات الطريق.

9-2-2 الاحداثيات المصححة :

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

احداثيات النقاط المصححة				
رقم النقطة	Y = E (M)	X = N (M)	Elevation	الوصف
1	152069.954	107457.898	633.505	c.p1
2	151985.765	107547.526	625.628	c.p2
3	151930.053	107605.251	615.056	c.p3
4	151596.774	107909.399	550.652	c.p4
5	152252.646	107310.967	658.696	c.p5
6	151541.187	108009.550	545.846	c.p6
7	151523.464	108036.465	544.906	c.p7
8	151454.830	108108.958	530.685	c.p8
9	151321.906	108258.814	512.357	c.p9

الشكل (2-7) : جدول الاحداثيات المصححة لنقاط التحكم.



الشكل (2-8) : خريطة تظهر بها اماكن نقاط التحكم

الفصل الثالث

مشاكل وصعوبات الطريق والحلول المقترحة

1-3 المقدمة

2-3 اصناف الطرق

1-2-3 طرق حضرية

2-2-3 الطرق المحلية

3-2-3 الطريق ريفية

3-3 المشاكل الخاصة لطريق ولحلول المقترحة

4-3 الأهداف المرجوة من تشخيص المشاكل ووضع الحلول الملامة

1-4-3 أهم المشاكل الموجودة في الطريق

1-1-4-3 عدم وجود أضاءه على الطريق

2-1-4-3 عدم وجود اشارات ارشادية وتحذيرية على الطريق

3-1-4-3 ضيق الطريق

4-1-4-3 سوء تصريف مياه الامطار عن السطح

5-1-4-3 استملاك الأراضي من قبل المواطنين

5-3 اهم المشاكل الموجودة في الطريق

1-3 المقدمة :

تعتبر برامج وضع الحلول المناسبة للمشاكل الموجودة في الطريق خطوة هامة وضرورية التامين عمليات مرور آمنة ومريحة وقبل تنفيذها لا بد من إجراء تقويم شامل للطريق المعرفة العيوب الموجودة فيه وأسباب هذه العيوب من أجل تحديد افضل الطرق لحل هذه المشاكل . تعاني الطرق من مشاكل عدة تنعكس على أمن وسلامة مستخدميه لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل المتمثلة في طريق المشروع والعمل جاهدين على ايجاد حلول لها . ولكن في البداية لا بد لنا من معرفة تصنيفات الطرق

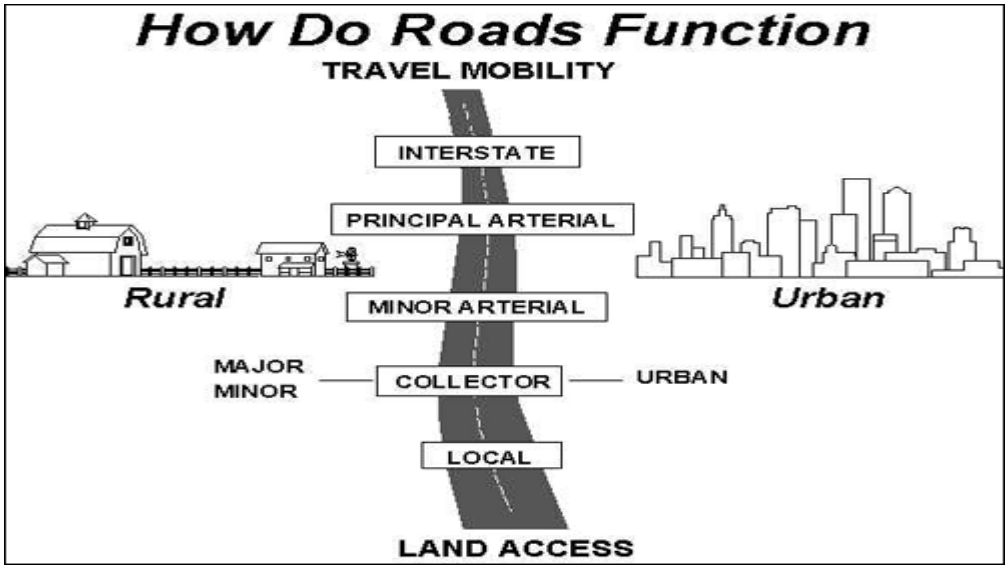
2-3 أصناف الطرق :

أصناف الطرق يوجد صنفان عامان للطرق حسب مواقعها وهي :

1-2-3 طرق حضرية :

حيث تتواجد هذه الطرق ضمن الحدود التنظيمية للهيئات المحلية – أي داخل المدن , القرى و البلدات - , ويتم تصنيفها إلى طرق شريانية و تجميعية بالإضافة إلى المحلية . كما يوجد أحيانا في المناطق الحضرية طرقا زراعية تهدف لخدمة الأراضي الزراعية المتواجدة هناك , وتعتبر هذة الطرق محلية أيضا , ولا يوجد حد أدنى لعرض حرمها , ولكن يفضل أن لا يقل عن الستة أمتار , والشكل الآتي يبين أنواع الطرق الحضرية.

بحيث يعتبر الطريق الذي يقوم عليه مشروع هو **طريق محلي (local)**



شكل (3_1) :أنواع الطرق [7]

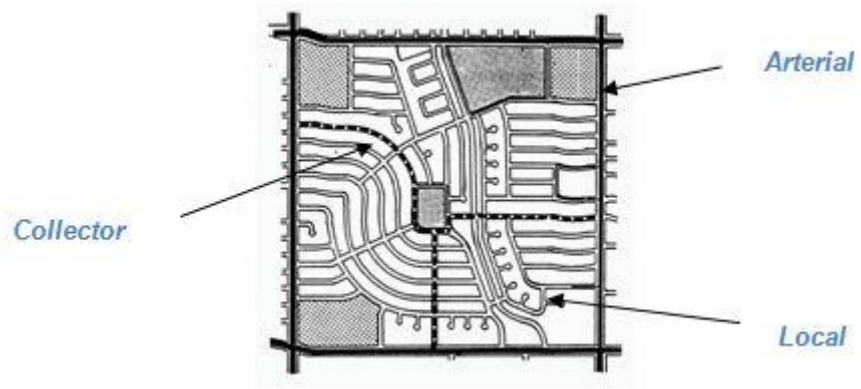
2-2-3 الطرق المحلية :

ويمكن التنويه إلى أنه توجد في المناطق الحضرية أحيانا طرق زراعية ايضا هدفها خدمة الأراضي الزراعية الموجودة فيها ، وتعتبر هذه الطرق طرقا محلية ، ولا يوجد حد أدنى لعرض حرم هذه الطرق ، ولكن يفضل أن لا يقل عن 6 متر .

3-2-3 الطريق ريفية :

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

ويتم تصنيف الطرق الريفية الى الطرق السريعة و الطرق الرئيسية والطرق الإقليمية و الطرق المحلية .



شكل (3_2) :تصنيف الطرق الريفية [7] .

3-3 المشاكل الخاصة للطريق والحلول المقترحة :

لو أردنا ضرب الأمثلة على المشاكل في أي طريق فلن يتطلب ذلك أي مجهود أي طريق تجد انه مليء بالمشاكل , الأمر الذي قد يكلف الكثير من الخسائر البشرية والمادية فبعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودارسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سنعرض لكم هذه المشاكل مع شرح لكل منها و الاقتراحات الممكنة لحل هذه المشاكل.

3-4 الأهداف المرجوة من تشخيص المشاكل ووضع الحلول الملامة :

١) إطالة العمر التشغيلي للطريق .

٢) تقليل تكلفة النقل على الطريق .

٣) تأمين سطح الطريق بحالة تشغيلية جيدة .

1-4-3 أهم المشاكل الموجودة في الطريق :

١) عدم وجود إضاءة على الطريق .

٢) عدم وجود اشارات ارشادية وتحذيرية على الطريق .

٣) ضيق الطريق.

٤) سوء تصريف مياه الامطار عن السطح.

٥) استملاك الأراضي من قبل المواطنين.

٦) الاحتلال

1-1-4-3 عدم وجود أضاءه على الطريق :

توضيح المشكلة :

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

الحلول المقترحة :

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

1) مكان وضع أعمدة الإضاءة حيث تثبت على جوانب الطريق (الأرصفة ان وجدت)او على جزر الوسطية ان وجدة .

2) مراعاة إبعاد الأعمدة حيث الارتفاع والمسافات بينها بحيث تغطي الطريق بشكل كامل .

3) الاختيار الأمثل لنوع المصابيح المستعملة بحيث أن لا تكون مصنوعة من مواد سريعة التلف أو تتأثر بالعوامل البيئية والجوية .

4) وضع الإشارات العاكسة يساعد على رؤية حواف الطريق وتحديد مساره.

5) دارسة مدى قدرة الطريق على عكس الاضاءة .

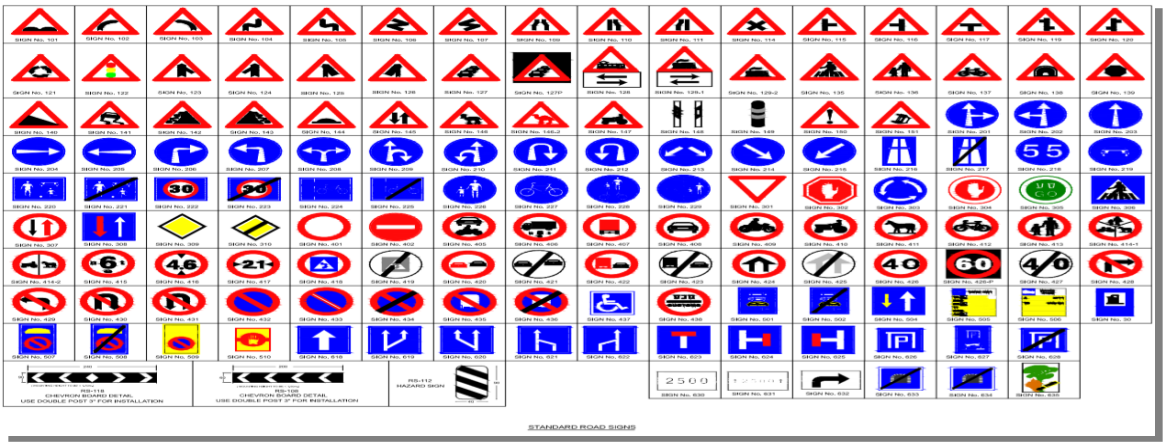
2-1-4-3 عدم وجود اشارات ارشادية وتحذيرية على الطريق :

توضيح المشكلة :

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

الحلول المقترحة :

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



الشكل (3-3) يوضح قائمة الاشارات [4] .

3-1-4-3 ضيق الطريق :

توضيح المشكلة :

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

شكل (3_4) : صورة تبين ضيق طريق.

الحلول المقترحة :

إجراء التوسعة على الطريق من الجهتين مع مراعات الأساليب الهندسية لتوسعة الطرق والمنحنيات ، ولا بد من الاشارة هنا إلى أن يوجد في الطريق فرق في الارتفاعات ولذلك سوف نحتاج الى جدران استناديه او الى حجارة مرابيع صخرية .

ولابد من الإشارة إلى التوسعة على المنحنيات, حيث أن أسباب التوسعة هي كالآتي :

١) ميل السائقين للجنوح بعيدا عن حافة الرصف .

٢) يتم عمل التوسيع في المنحنيات بزيادة العرض المؤثر للمركبة في الاتجاه العرضي بسبب عدم إتباع العجلات الخلفية لمسار العجلات الأمامية حيث أن العجل الخلفي يعبر المنحنى على نصف قطر أقل من العجل الأمامي .

٣) العرض الاضافي الناتج عن انحراف مقدمة العربة إلى خط المحور ، فمن المناسب زيادة عرض الطريق عند المنحنيات حتى يهيئ ظروف قيادة مشابهة للطريق المستقيم ويضمن ثبات و استقرار المركبات على المنحنى ويسهل إمكانية التجاوز , حيث إن التوسعة تعتمد على نصف قطر المنحنى.

٤) زيادة الحركة المرورية على الطريق

4-1-4-3 سوء تصريف مياه الامطار عن السطح :

توضيح المشكلة :

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

عند النظر الى الطريق يتبين وجوده في مناطق مختلفة المناسيب بحيث أن مياه الأمطار تنساب عبره في الشتاء وتتجمع في مناطق على طرفه من ناحية المنسوب المرتفع في المناطق المحيطة به, ويعاني من عدم وجود عبارات ايضا .

الحلول المقترحة :

هناك عدة حلول مقترحة منها التصريف باتجاه الأودية من خلال تصميم الميول الطولية والعرضية للطريق ، وايضا من خلال تصميم قنوات على طرف الطريق لتجمع المياه والسير من خلالها الى العبارات , ويحتاج ايضا الى عبارة لنقل المياه من طرف الى الاخر .

3-4-1-4-5 استملاك الأراضي من قبل المواطنين.

توضيح المشكلة:

إن الأراضي الموجودة على جانبي الطريق تعتبر ملكية خاصة للمواطنين مما يقف عائقا أمام توسيع عرض الطريق .

الحلول المقترحة:

يكمن حل هذه المشكلة بعقد اتفاق بين البلدية والمواطنين , على أن يتم تعويضهم ماديا .

الفصل الرابع

التصميم الهندسي للطريق

4-1 مقدمة

4-2 أسس عملية التصميم

4-3 العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطرق

4-4 التخطيط الأفقي للطريق

4-5 التخطيط الراسي للطريق

4-6 تصريف مياه الأمطار

التصميم الهندسي للطريق:

1-4 مقدمة :

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

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

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

وكذلك يجب أن يتم اختيار مسار الطريق بدقة وعناية كبيرة لان ذلك سوف ينعكس على تكلفة الإنشاء وتكلفة الصيانة مستقبلا بالإضافة إلى تكلفة تشغيل المركبات المارة عليه. لأنه بمجرد إنشاء الطريق يصعب إدخال أي تعديلات على الطريق وذلك بسبب ارتفاع قيمة الأرض المجاورة. لذلك يجب أن تأخذ في عين الاعتبار قبل اختيار مسار الطريق أمور عدة منها:

- يجب أن يكون مسار الطريق قصيرا ما أمكن وبأقل انحدار ممكن.
- يجب أن تكون تكلفة الإنشاء اقل ما يمكن مع الأخذ في عين الاعتبار تكاليف الصيانة في المستقبل.
- وفي حالة الطرق الجبلية يفضل أن يتساوى الحفر مع الردم قدر الامكان.

وحتى يكون الطريق اقصر ما يمكن يجب أن يكون مستقيما بين نقاطه الحاكمة وهذا لا يمكن تحقيقه في معظم الأحوال لصعوبات كثيرة مثل العوائق الطبيعية والصناعية التي قد تعترض المسار، فمثلا المسار القصير قد تكون انحداراته شديدة وبالتالي يصعب صعوده وخاصة بالنسبة للسيارات الثقيلة. ويجب أن نأخذ في عين الاعتبار أن الطريق الذي يكون تكلفة إنشائه قليلة ليس بالضرورة أن تكون تكلفة صيانته وتكلفة تشغيل العربات قليلة أيضا, لذلك قد نجد أن أكثر الطرق تكلفة في الإنشاء اقلها تكلفة في تشغيل العربات, لذلك ليس من السهل الحصول على جميع المتطلبات المرغوبة للمسار في نفس الوقت[1].

2-4 أسس عملية التصميم:

تتوقف أسس التصميم على عوامل كثيرة منها:

1-2-4 حجم المرور Traffic volume :

يقاس حجم المرور على أي طريق بعدد المركبات التي تمر بنقطة معية أو محطة على الطريق ويعبر عنها بحجم المرور , يعتبر حجم المرور من الأمور الرئيسية التي يجب أن تأخذ في الاعتبار عند تصميم الطريق بحيث يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا.

أما بالنسبة للحجم المروري AADT العد المروري على طريق المراد تصميمه .

معدل المرور اليومي للشارع 1080 سيارة / يوم.

2-2-4 تركيب المرور (Character of Traffic):

هذا البند يعتمد على البند السابق ، حيث تم عمل تحديد نسب كل العربات التي يتوقع أن تستخدم هذا الطريق (عربات خاصة ، حافلات ، الشاحنات ، الشاحنات ذو العربات المتعددة , آلآت زراعية).

معدل المركبات المتوقع مرورها من الطريق المراد تصميمه هو 1080 مركبة/يوم

PC = 1080 * 0.54 = 584 pc/day #

Truck = 1080 * 0.37 = 400 Truck/day #

Truck with Trailer = 1080 * 0.08 = 87 TWT/day #

BUS = 1080* 0.01 = 11 bus/day #

ولتحويل كل انواع المركبات الى سيارة شخصية حسب الجدول التالي حتى يسهل التعامل معها بالحسابات

- 584 PC = 584 PC
- 400 Truck = 1000 PC
- 87 TWT = 306 PC
- 11 BUS = 22 PC

جدول وزن المركبات بالنسبة للسيارة الشخصية

Vehicle type	Equivalency factor(E)
PC (السيارات الشخصية)	1 PC
Bus (حافلات)	2PC
Truck (شاحنات)	2.5 PC
Truck With Trailer (نقل مع مقطورة)	3.5 PC
Hand Driver	6 PC

3-2-4 السرعة التصميمية (Design speed):

هي أعلى سرعة ممكن أن تسير بها المركبة بشكل مستمر في الأوضاع الطبيعية للطريق (كثافة مرورية منخفضة وأحوال طقس عادية)، والجدول (4-1) يبين قيم السرعات المرغوبة حسب نوع الطريق.

وتعتبر السرعة التصميمية من أهم الأمور التي تدل على الخدمة التي يوفرها هذا الطريق. ويتم اختيار هذه السرعة بناءان على عدة امور من أهمها:

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

جدول (4-1) السرعة التصميمية للطرق الحضرية [7]

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

ويفضل فرض سرعة تصميمية ثابتة على طول الطريق بالكامل وذلك إذا كانت الطبيعة تسمح بذلك إلا أنه يمكن حسب المناطق التي يمر بها الطريق أن تتغير السرعة التصميمية من قطاع إلى آخر على نفس الطريق حيث قمنا بتغيير السرعة عند المنعطفات الى 30km/h و وفي المقاطع العادية 40km/h ، من الضروري أن تكون أطوال القطاعات كافية بحيث يمكن تغيير السرعة تدريجياً إلى السرعة المطلوبة قبل الوصول إلى القطاع التالي كما يجب توضيح تلك المناطق عن طريق استخدام علامات تحديد السرعة في المناطق المختلفة وعند المنحنيات.

بحيث سوف تكون السرعة التصميمية 50km/h

4-2-4 عربات التصميم :-

هناك عدة أنواع من المركبات منها السيارات الخاصة وحافلات النقل والشاحنات الصغيرة والشاحنات الكبيرة ، وتختلف هذه المركبات عن بعضها بأبعادها وأحجامها وأوزانها . وتسير جميع هذه الأنواع من المركبات تقريبا على كل الطرق ، وعليه يلزم معرفة خصائصها لكي تؤخذ في الاعتبار أثناء تصميم الأجزاء المختلفة القطاع الطريق . ومن الطبيعي أن يتم التركيز على خصائص المركبات الأكثر استخداما للطريق عند التصميم لأنها تشكل النسبة الأكبر من حجم المرور

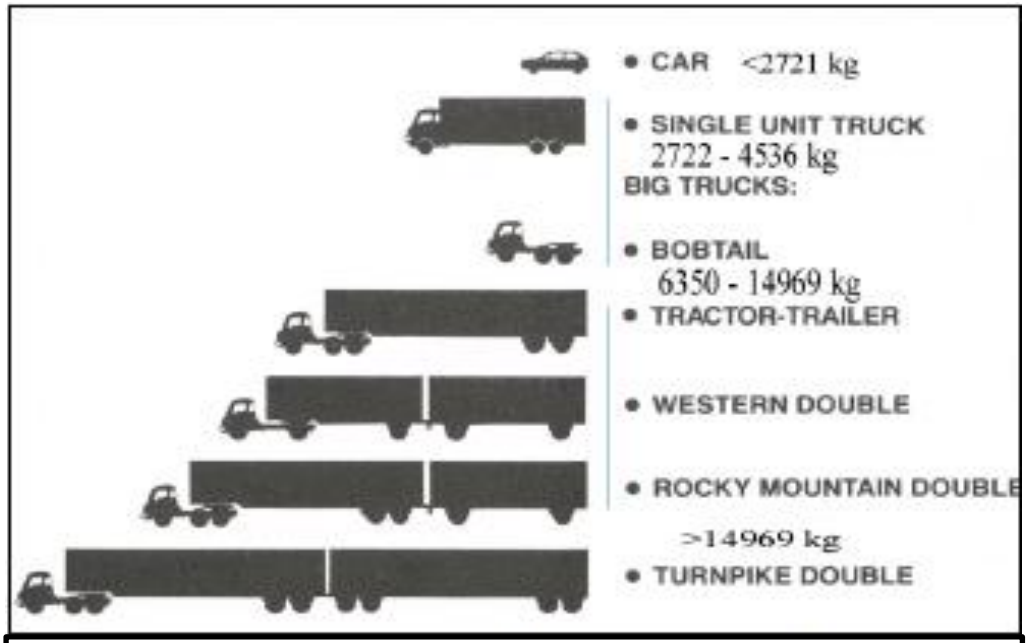
وتشمل هذه الخصائص :

- الطول الكلي للمركبة
- العرض الكلي للمركبة
- ارتفاع المركبة
- وزن المركبة
- قدرة المركبة
- البعد بين العجل الأمامي والخلفي للمركبة .
- البعد بين مقدمة المركبة والعجل الأمامي
- البعد بين مؤخرة المركبة والعجل الخلفي

ومن الطبيعي أن يتم التركيز على خصائص المركبات الأكثر استخداما للطريق عند التصميم لأنها تشكل النسبة الأكبر من حجم المرور . وقد بينت الدراسات أن الشاحنات تأثيرا كبيرا على رصف الطريق ويزداد تأثيرها كلما زاد وزنها . ومن هنا كان لا بد من التعمق في دراسة أنواع المركبات من حيث أبعادها وعدد محاورها ومدى تأثيرها على الرصف . ويبين الجدول (4-2) الأبعاد الرئيسية للعربات الخاصة ومركبات النقل والعربات التجارية ، والشكل (4-3) يبين أنواع المركبات والأحمال الواقعة على محاورها حسب مواصفات AASHTO

جدول (4-2): الأبعاد الرئيسية للمركبات حسب مواصفات هيئة AASHTO :-[7]

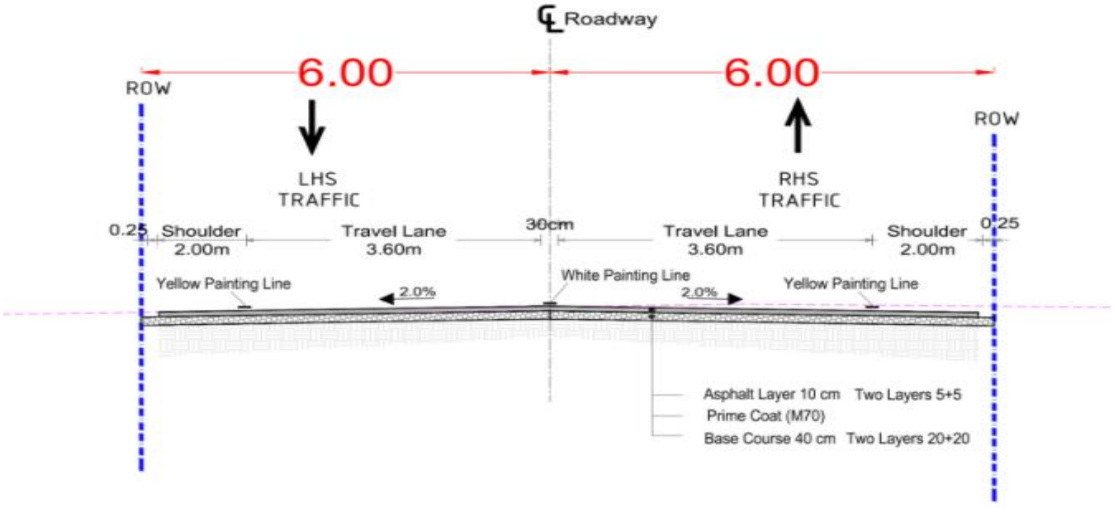
البعد	عربة خاصة	عربة نقل مسافرين	عربة نقل تجارية (بمقطورة)
الطول الكلي (متر)	5.8	12.1	16.7
العرض الكلي (متر)	2.1	2.6	2.6
الارتفاع (متر)	1.3	4.1	4.1
البعد بين العجل الأمامي والخلفي (متر)	3.4	7.6	6.1
البعد بين مقدمة العربة والعجل الأمامي (متر)	0.9	1.2	0.9
البعد بين مؤخرة العربة والعجل الخلفي (متر)	1.5	1.8	0.6



الشكل (4-3) انواع المركبات ولأحمال الواقعة على محاورها[7]

4-2-5 قطاع الطريق:

إن قطاع الطريق يتمثل في تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق و هذا يتوقف على كيفية الاستفادة من هذا الطريق، فالطريق التي يمر عليها عدد كبير من العربات و بسرعة عالية يتطلب عدد كبير من المسارات و انحدارات طولية خفيفة أو قليلة و كذلك يتطلب أنصاف أقطار كبيرة نسبيا مقارنة مع الطرق التي يمر عليها قليل من المركبات عند سرعات صغيرة ، ففي الحالة الأولى يجب الاهتمام بأكتاف الطريق و عمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي المرور مع تخصيص مسارات إضافية عند مناطق الدوران والشكل (4-2) يوضح شكل المقطع العرضي الذي تم تصميمه للطريق



شكل رقم (4-4) شكل المقطع العرضي الذي تم تصميمه للطريق

4-2-6 الميول الجانبية:

إن آخر مرحلة من مراحل تصميم مقطع جسم الطريق هي عمل الميول الجانبية؛ أي تحديد انحدار (ميلان) جانبي الطريق أي أن هذا الميلان له أثره على النواحي الاقتصادية ويتحكم في انجراف جسم الطريق كما يؤثر على الصيانة وثبات التربة وتصريف المياه.

وكلما كان الميل قليلا كلما كان جسم الطريق أكثر ثباتا، إلا أن ذلك يعني زيادة عرض الطريق بازدياد ارتفاعها لذلك فإننا نلجأ إلى زيادة حدة ميل جانبي الطريق كلما زاد ارتفاع جسم الطريق حتى يبقى العرض الذي تحتله الطريق محصورا ضمن حرم الطريق

جدول (4-5) الميول الجانبية للقطاعات حسب نوع التربة [7]

نوع التربة	الميول الجانبية (أفقي: رأسي)
تربة عادية وتشمل الطين الجاف	1:1 – 2 :1
تربة صخرية متماسكة	1: 2- 4 :1
صخر طري	1: 4 – 8 :1
صخر متوسط	1: 12 – 16 :1
صخر صلد	رأسي تقريبا

4-2-7 عرض الحارة (lane width):

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

- العرض الكلي للطريق.
- نوع الطريق (فرعي ، رئيسي ، سريع)
- السرعة التصميمية للطريق ، حيث كلما زادة السرعة من الأفضل أن يزيد عرض الحارة الواحدة.

ومن المتعارف أن عرض الحارة الواحدة يجب أن لا يقل عن 3 أمتار في الأوضاع العادية وعن 3.05 متر في حالة الطريق السريع وذلك بسبب مرور مركبات كبيرة ومركبات سريعة.

ويلعب عرض الحارة دورا هاما في تحديد درجة الأمان على الطريق وسهولة القيادة.

بحيث سوف نستخدم في هذا الطريق عرض الحارة 3.6 كما هو موضح في رسمة المقطع العرضي

4 الأكتاف (Shoulders):

تهيئ الأكتاف مكاناً لوقوف السيارات المعطلة في حالات الطوارئ، وتقوم بسند جانبي لطبقات الأساس والسطح المرصوف، كما أنها تعطي اتساعاً إضافياً لطريق المرور الضيق، حيث تمكن السائقين الذين يقابلون أو يتخطون عربات أخرى من قيادة عرباتهم فوق جزء من حافة الكتف.

فوائد الأكتاف للطريق :

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

شكل رقم (4-6) أكتاف الطريق (وتظهر على يسار الخط المتصل)[4]

6. حيث يتراوح عرض الكتف بين 1.25 كحد أدنى والى 3.6 كحد أقصى للطرق السريعة, وفي حالة الطرق التي يزيد فيها حجم المرور الساعي التصميمي عن 100 مركبة يتراوح عرض الكتف ما بين 2.5– 3.6م وقد يصل عرض الكتف الى0.5 متر وذلك في المناطق الجبلية ويعود ذلك الى الكلفة العالية لعملية الحفر بالصخر, و يجب أن تزود الأكتاف بميول عرضيه كافية لتصريف المياه من الطريق، و لكن يجب أن لا يزيد هذا الميل عن الحد الذي قد يسبب خطورة على المركبات التي تتوقف على الطريق، حيث يوجد عدة أنواع من أكتاف الطريق فمنها أكتاف ترابية أو حصوية أو اسفلتيه. وقد قمنا بتصميم اكتاف طريق بعرض 2.00 متر كم هو مضح بالمقطع العرضي لطريق.

4-2-8 الاطاريف:

يتأثر السائقين كثيراً بنوع الاطاريف ومواقعها وبالتالي فإن ذلك يؤثر على أمان الطريق والانتفاع بـه، وتستخدم الاطاريف في تنظيم صرف المياه ولمنع السيارات من الخروج عن الرصف في النقاط الخطرة، وهي تحدد حافة الرصف وتحسن الشكل النهائي للطريق، كما أنها خطوة في تجميل جوانب الطرق وتتميز البردورة (الأطاريف) في العرف بأنها بروز أو حافة قائمة وتبرز حاجتها في الطرق المارة بالمناطق السكنية.

شكل رقم (4-7) الأطاريف .[4]

أما أنواعها فهي:

- **الاطاريف الحاجزة** :

هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبياً وهي مصممة لمنع السيارات أو على الأقل صرفها عن محاولة الخروج عن الرصف ويختلف ارتفاعها بين (15- 22.5) سم تقريبا ويستحب أن يكون الوجه مائلا ولكن على ألا يزيد ميل الوجه في الغالب عن حوالي 1 سم لكل 3سم من الارتفاع وتعمل استدارة للركن العلوي بنصف قطر من 2 إلى 8 سم وتستخدم الاطاريف الحاجزة فوق الكباري وتعمل وقاية حول الدعامات وأمام الحوائط أو بجوار الأشياء الأخرى لمنع اصطدام المركبات بها والاطاريف التي تستعمل

عادة في الشوارع هي من النوع الحاجز وإذا كان من المتوقع أن تقف المركبات بموازاتها فيجب ألا يزيد ارتفاعها عن عشرين سنتيمتراً حتى لا تحدث احتكاك برفارف المركبات وأبوابها، والقاعدة العامة أن تبعد الاطاريف الحاجزة مسافة 50 إلى 60 سم إلى خارج الحد الخارجي لطريق السير.

- **الاطاريف الغاطسة** :

وهي مصممة بحيث يسهل على العربات اجتيازها دون ارتجاج عنيف أو اختلال في القيادة، ويتراوح الارتفاع من 10 إلى 15 سم، وميل الوجه فيها 1: 1 أو 2: 1، وتستعمل في الجزيرة الوسطي وفي الحافة الداخلية والأكتاف، كما تستعمل في تحديد الشكل الخارجي لجزر التقسيم القنواتي في التقاطعات.

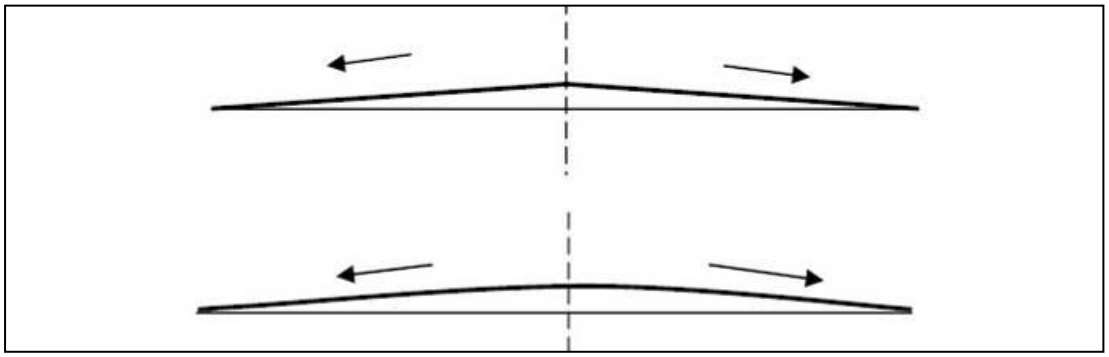
9-2-4 الأرصفة (Sidewalks):

تعتبر أرصفة المشاة جزءاً مكملاً لتصميم الطرق الحضرية، ولكن قلّما تعتبر ضرورية في المناطق الخلوية، وعلى العموم فإنه يستحب عمل اطاريف في الطرق التي يتوقع فيها حركة مرور مشاة كبيرة أو في المناطق التي قد يحدث فيها أخطار للمشاة مثلما يحدث قريباً من المدن والقرى ومواقع الأسواق والمصانع وغير ذلك, وينبغي ألا يقل عرض الرصيف عن 1.5متر ويعمل من مواد تعطي مسطحاً ناعماً ومستوياً سليماً ، ونقطة مهمة هنا يجب الاشارة اليها وهي يجب أن يكون سطح الرصيف الذي يسير المشاة

عليه مساوياً في الجودة أو أحسن حالة من سطح الرصف المخصص لطريق السيارات لجذب المشاة للسير عليه.

4-2-10 الميول العرضية(Cross Slopes) :

إن الميول العرضية يتم عملها للطريق من اجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور وبصفة عامة يتم عمل ميل عرضي للرصف بحيث يكون اتجاه الميل إلى أماكن تجميع وتصريف مياه الأمطار. والميول الجانبية الحادة غير مرغوبة في أماكن المماسات في التخطيط الأفقي لما يمكن أن تسببه من تأثير على المركبة وإمكانية انسياقها إلى الحافة الهابطة للطريق .. والميل العرضي حتى 1.5٪ مقبولٌ حيث لا يلاحظه السائق ولا يؤثر على المركبة بحيث تم تصميم على ميل 2.0%



شكل رقم (4-8) الميول العرضية[4]

4-2-11 الميول الطولية:

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

4-2-12 الجزر الفاصلة بين الإتجاهين (Medians):

تعتبر الجزر فاصلة تفصل حركة المرور المعاكسة وتكون موجودة في كل الطرق الحديثة خصوصا إذا كانت من أربع حارات أو أكثر وعرض هذه الجزر يجب أن يكون كافيا وذلك لتأدية الغرض الذي وضعت من اجله ومن أهمها تقليل تأثير الأضواء المبهرة الصادرة من المرور المعاكس ليلا هذا بالإضافة إلى حماية السيارات القادمة من الاتجاه المعاكس من الاصطدام وللتحكم في المناطق المسموح فيها بالدوران في حالة التقاطعات

السطحية، ويتراوح عرض الجزيرة من 1 إلى 3.5 مترا أو أكثر, وهذا طبعا ليس بعرض ثابت على طول الطريق وإنما يتغير حسب الحالة أو الضرورة بالإضافة إلى أن منسوب الطريق في الاتجاهين قد يكون مختلفا تم استخدام في الطريق الخط الفاصل المتواصل الذي يبلغ عرضه 30 cm .

13-2-4 الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية (Guardrail and Guide Posts):

حيث تستخدم مثل هذه الحواجز والأعمدة في المناطق الخطرة التي يخشى فيها أن تخرج المركبات عن مسارها، وهذه المناطق غالبا ما تكون:

- جسور ذات انحدارات شديدة أو على منحنيات حادة.
- التغير المفاجئ في عرض الكتف وفي حالة الاقتراب من المنشآت.
- الطرق الجبلية وخاصة من جهة الانحدار.

وتصمم السياجات والحوائط الواقية بحيث تقاوم الاصطدام عن طريق تحريف اتجاه المركبة بحيث تستمر في سيرها على طول السياج أو الحائط بسرعة منخفضة، ويلاحظ أن الإيقاف الفجائي للسيارة خطأ ، ولذلك فإن أي قائم إرشادي أو سياج أو حائط بارز يتسبب في إيقاف السيارة المتحركة دفعة واحدة ليس مستحباً, بل إن الإيقاف الفجائي قد يكون أشد خطراً من الاستمرار في الحركة على ميول الردم. ويكون تصميم هذا الحاجز لمنع المركبة من الخروج عن الطريق عند الاصطدام بها حيث تمتص الصدمة وتقوم بتوجيه المركبة بمحاذاة الحاجز وبسرعة قليلة.

إن القوائم المرشدة لا يقصد منها في الغالب مقاومة الاصطدام غير أنه إذا ما كان إنشاؤها قوياً بدرجة كافية فإنها تمنع السيارات من الخروج عن الطريق وهي أقل في التكاليف من السياجات الواقية و الحوائط الواقية. ولكنها أقل فاعلية منها فيما إذا كان المقصود من تصميمها هو مقاومة الاصطدام. ولما كان هناك كثير من المواقع التي يصعب فيها على السائق أن يتبين اتجاه الطريق لا سيما أثناء الليل لذا تستخدم عادة القوائم المرشدة في مثل تلك الأماكن.

3-4 العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق:

- **النقاط الحاكمة:** وهي النقاط الأساسية التي يمر بها مسار الطريق, وتقسم إلى قسمين:

أ- **نقاط يجب أن يمر بها الطريق(إجبارية):** وهذه قد تتسبب في زيادة طول المسار والمرور في مناطق صعبة، ومن أمثلة هذه النقاط: موقع جسر، ممر جبلي ، مدينة متوسطة،...الخ.

ب- **نقاط يجب الابتعاد عنها:** وهذه المناطق يجب أن نبعد مسار الطريق قدر الإمكان عنها مثل مناطق العبادة, المدافن, المنشات الضخمة عالية التكاليف.

- **حجم المرور:** يجب الأخذ بعين الاعتبار عند تخطيط الطريق حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا, لذلك يجب عمل الدراسات اللازمة لعدد السيارات الحالي ونسبة الزيادة المتوقعة في عدد السيارات في المستقبل بالإضافة إلى تحديد أنواع السيارات المتوقع استخدامها للطريق لما له من أهمية كبيرة لمعرفة في تحديد حجم المرور.

- **التصميم الهندسي للطريق:** من الأمور التي تتحكم في اختيار التصميم النهائي للمسار أسس التصميم الهندسي مثل الانحدارات وأنصاف أقطار المنحنيات ومسافة الرؤية.
- **التكلفة:** يجب أن يراعى عند تصميم واختيار مسار الطريق التكلفة الكلية للمشروع بحيث تكون قليلة ما أمكن ويراعى أن تشمل التكلفة تكلفة الصيانة وتكلفة تشغيل وحدات السير.

عوامل أخرى: ومن العوامل الأخرى التي تحكم التخطيط مثل عمليات الصرف, العوامل السياسية...الخ, ويجب الأخذ في عين الاعتبار عملية الصرف السطحي وكيفية التخلص من المياه عند التصميم الرأسي للمسار, وفي بعض الأحيان قد يتغير تخطيط الطريق حتى لا يمر في ارض أجنبية عندما يمر المسار بالقرب من خط الحدود أو المرور بالقرب من خط التفافي أو مستوطنة كما هو الحال عندنا في فلسطين .

4-4 التخطيط الأفقي للطريق:

التخطيط الأفقي للطريق (Horizontal Alignment): حيث يتم فيه بيان المنحنيات الأفقية وتحديد بداياتها ونهاياتها وكذلك تحديد أطوالها وزواياها ونقاط التقاطع فيها، بالإضافة لذلك يتم بيان الجزء الوسطي وعرض الطريق والحواجز الجانبية ونقاط المضلع المفتوح (PI) وكذلك تحديد اتجاه الطريق بالنسبة للشمال.

٤-٤-١ المنحنيات الأفقية:

الهدف من استخدام المنحنيات هو وصل الأجزاء المستقيمة ببعضها بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة في الاتجاهات التي تسبب الإزعاج للسائقين، وهناك أنواع متعددة من المنحنيات التي يمكن استخدامها في وصل الخطوط المستقيمة المتقاطعة.

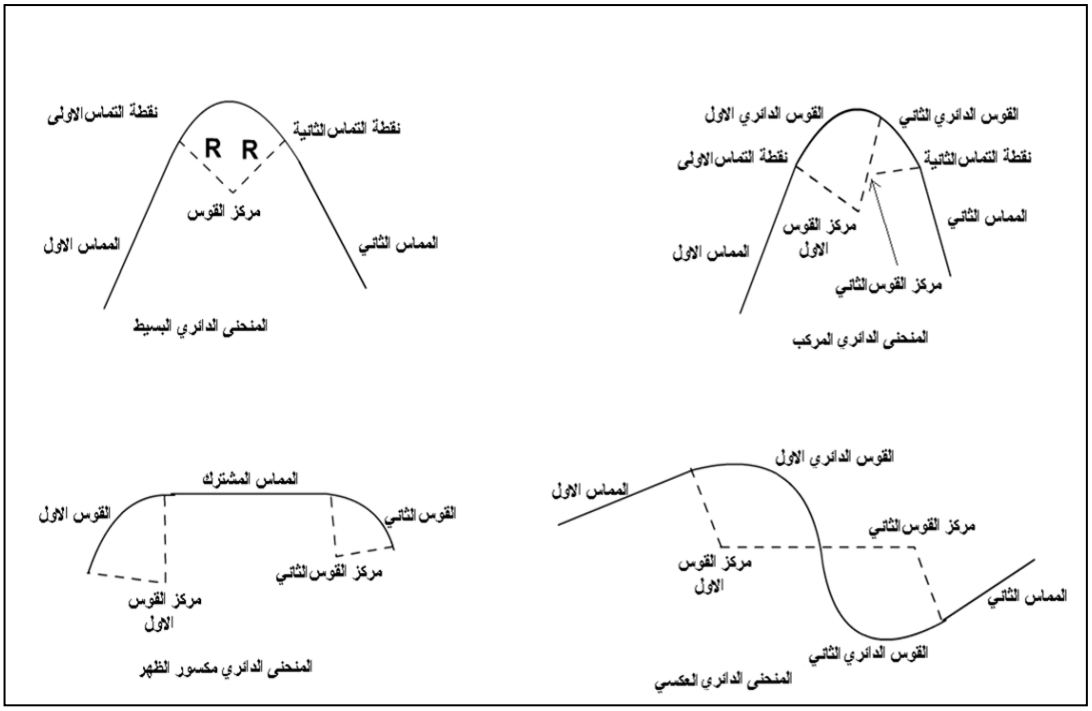
أنواع المنحنيات الأفقية:-

٤-٤-١-١ المنحنيات الأفقية الدائرية (Circular Curves):

وتنقسم إلى أربعة أقسام رئيسية:

١- المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves.
٢- المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves.
٣- المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر Broken-Back Circular Curves.
٤- المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves.

والشكل (4-9) يبين أنواع المنحنيات الدائرية .



الشكل (4-9) أنواع المنحنيات الدائرية

١. <u>المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves</u>

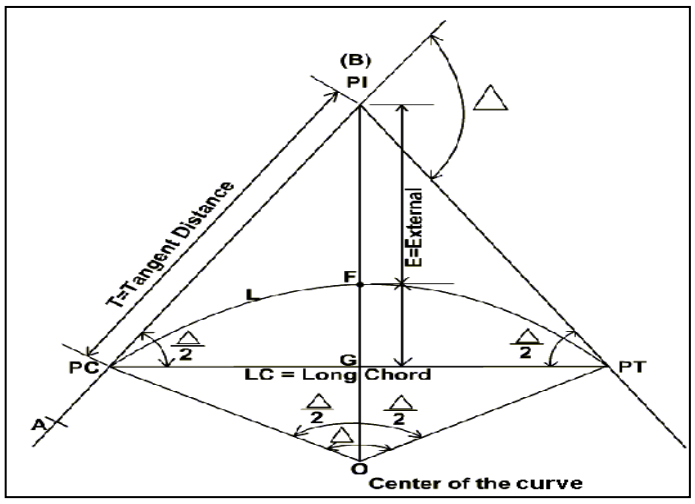
الشكل (4-10) يوضح شكل المنحنى الدائري البسيط, حيث انه يتكون من العناصر التالية:-

- نقطة تقاطع المماسين (**PI**)
- زاوية الانحراف (Δ) Deflection Angle: وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.
- المماسين (**T**) The tow Tangent:

حيث يسمى المماس على الجانب الأيسر لنقطة التقاطع PI بالمماس الخلفي, والمماس على الجانب الأيمن بالمماس الأمامي.

- نقطة بداية المنحنى (**PC**) Point of Curvature.
- نقطة نهاية المنحنى (**PT**) Point of Tangency.
- الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي تماس و يطلق عليه الوتر الطويل (**LC**).
- نصف القطر (**R**) Radius.
- طول المنحنى (**L**).Length of curve.
- المسافة الخارجية(**E**),External Distance وهي عبارة عن المسافة بين (**PI**) وبين منتصف المنحنى الدائري.
- سهم القوس(**M**) Middle Ordinate, و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.

- مركز المنحنى ونرمز له (**O**).
- الوتر الجزئي الأول ويرمز له (**C1**), وهو طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الأولى بأول نقطة على المنحنى حيث يلجأ إلى إعطاء طول للوتر الجزء الأول بحيث تصبح محطة النقطة الأولى من المنحنى رقم مدورا مناسبا يقبل القسمة على 20 أو25.
- الوتر الجزئي الأوسط يرمز له (**C**), وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة, ويكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسبا 20,25 ,10 مترا.
- الوتر الجزئي النهائي (**C2**), وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الثانية بالنقطة التي تسبقها مباشرة, وحيث يكون طوله مكملا لطول المنحنى.
- زاوية الانحراف الجزئية الأولى (**d1**), وهي عبارة عن الزاوية الوسطية المحصورة بين المماس الأول أو الخلفي و بين الوتر الجزئي الأول وتساوي نصف الزاوية المركزية.
- زاوية الانحراف الجزئية الوسطى(**d**), وهي الزاوية الأفقية بين أي وتر جزئي أوسط وبين مماس المنحنى الدائري.
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية (**d2**), وهي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهائي وبين المماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.



الشكل (4-10) عناصر المنحنى الدائري البسيط [6]

❖ معادلات المنحنى الدائري البسيط:

١- طول المماس (T)

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \qquad (4\text{-}1)$$

.....

٢- المسافة الخارجية (E)

$$E = R(\sec(\Delta/2)-1) \quad \text{.....(4-2)}$$

٣- سهم القوس (M)

$$M = R(1-\cos(\Delta/2)) \quad \text{……..……..…… (4-3)}$$

٤- الوتر الطويل(LC)

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad \text{…… ..... (4-4}$$

٥- طول المنحنى (L)

$$L = \frac{\pi R\Delta}{180} \quad \text{.....(4-5)}$$

٢. المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves

يتألف المنحنى المركب من منحنيين أفقيين (أو أكثر) متتابعين بحيث تكون نقطة التماس الثانية للمنحنى الأول هي نفسها نقطة التماس الأولى للمنحنى الثاني تحت الشروط التالية:-

١- أنصاف أقطار هذه المنحنيات الدائرية مختلفة.

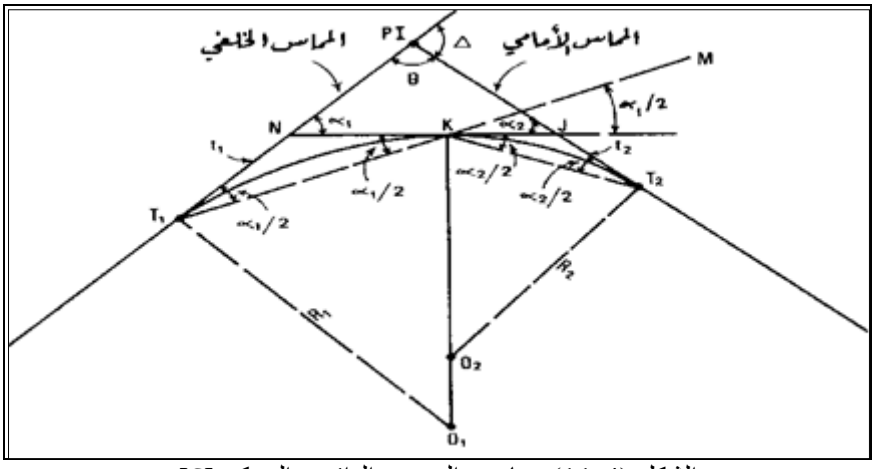
٢- المنحنيات متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.

٣- جميع مراكز هذه المنحنيات الدائرية في جهة واحدة.

الشكل (4-11) يوضح شكل المنحنى الدائري المركب, حيث انه يتكون من العناصر التالية:-

- نقطة تماس المنحنى المركب مع المستقيم أو المماس الخلفي (Back Tangent) ويرمز لها بـ T_1.
- نقطة التقاء أو تماس المنحنيين الدائريين المشكلين للمنحنى المركب ويرمز لها بـ K.
- نقطة تماس المنحنى المركب مع المماس الأمامي ويرمز لها بـ T2.
- نقطة تقاطع المماس الخلفي مع المماس المشترك ويرمز لها بـ N
- نقطة تقاطع المماس المشترك مع المماس الأمامي ويرمز له بـ J.
- نقطة تقاطع المماس(الأمامي والخلفي) ويرمز لها بـ PI.
- مركز المنحنى الدائري الخلفي أو الأيسر ويرمز له بـ O1.
- مركز المنحنى الدائري الأمامي أو الأيمن ويرمز له بـ O_2.
- زاوية انحراف المماسين الخلفي والأمامي ويرمز لها بـ Δ.
- زاوية انحراف المماسين الخلفي والمشترك ويرمز لها بـ α_1.
- الطول المشارك مع المماس ويرمز له بـ (t_1) وهو يساويNK.
- الطول المشارك من المماس الأمامي مع المماس المشترك ويرمز له بـ (t_2) وهو يساوي JK.

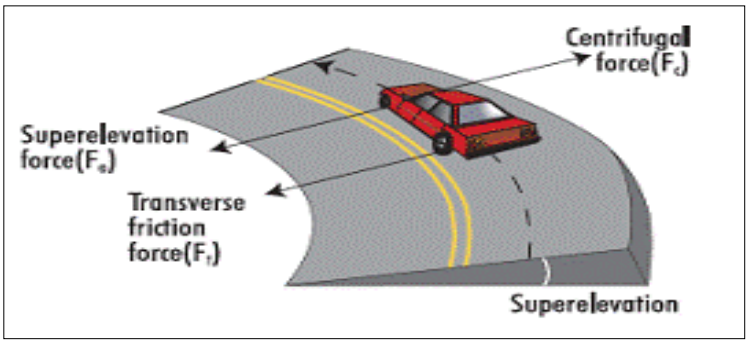
- نصف قطر المنحنى الأول أو الأيسر ونرمز له بـ R_1.
- نصف قطر المنحنى الثاني أو الأيمن R_2.



الشكل (4-11) عناصر المنحنى الدائري المركب[6]

4-4-2 القوة الطاردة المركزية:

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من اللانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر. 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 ,كما في الشكل (4-12) .



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

والمعادلة (4-6) توضح قيمة القوة الطاردة المركزية بالاعتماد على عده عوامل .

.....(4-6)

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R}$$

حيث أن:

p : القوة الطاردة المركزية.

m : كتلة المركبة.

R : نصف قطر المنحنى.

v : سرعة المركبة.

يمكن كتابة العلاقات الرياضية كما في المعادلة (4-7):

.....(4-7)

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

حيث أن:

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه

P_1 : الميل العرضاني لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج

α : الزاوية الراسية

لنفرض أن $C = \frac{1}{g}$

لتصبح المعادلة(4-7) كالتالي:

.....(4-8)

$$P = \frac{C.v^2}{R}$$

$$C = \frac{P.R}{v^2}$$

3-4-4 ارتفاع الظهر عن البطن (Super elevation):

في حالة حركة السيارة على طريق منحنى أفقياً يتم عمل رفع جانبي للطريق Super elevation بدرجة كافية لإيجاد مركبة قوة جانبية لتعادل مركبة القوة الطاردة المركزية الناتجة من الحركة على منحنى ولإيجاد أقل نصف قطر لمنحنى أفقي تستخدم المعادلة رقم (3-12) .وقيمة هذا الميل العرضاني تتراوح من 4% - 7% وقد تصل إلى 9% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات (4-9):

$$e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{127 \times R}$$ .....(4-9)

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، ونحسب السرعة حسب المعادلة (4-10):

.....(4-10)

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

تتراوح قيمة معامل الاحتكاك الجانبي القصوى حسب السرعات المختلفة وذلك بناء على الجدول (4-13):

جدول(4-13) قيم معامل الاحتكاك حسب السرعة التصميمية[7]

السرعة التصميمية كم/ساعة	معامل الاحتكاك (F)
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15
70	0.14
80	0.14
90	0.13
100	0.12
110	0.11
120	0.09

الحد الأقصى لمعدل ارتفاع ظهر المنحنى في حالة المرور المختلط يؤخذ عادة 1: 15 (0,067 لكل متر) كما أن الحد الأدنى يجب أن لا يقل عن الميل العرضي اللازم لصرف مياه الأمطار والجدول (4-5) يوضح ذلك.

جدول (4-14) قيم الرفع الجانبي المرغوبة لعدة طرق مختلفة[7]

درجة الطريق	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق مرغوبة (متر/ متر)	*أقصى قيمة رفع جانبي مطلقة (متر / متر)*
طريق سريع	0.08	0.09
طريق	0.08	0.09
طريق	0.08	0.10
طريق محلي	0.10	0.10

الجدول (4-15) أقل نصف قطرللمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي[7]

السرعة التصميمية كم / ساعة	الاحتكاك الجانبي	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق			
		0.06	0.08	0.10	0.12
40	0.17	55	50	45	45
50	0.16	90 /	85	75	70
60	0.15	135	125	115	105
70	0.14	195	175	160	150
80	0.14	250	230	210	195
90	0.13	335	305	275	255
100	0.12	440	395	360	330
110	0.11	560	500	455	415
120	0.09	755	655	595	540
130	0.09	885	785	700	635
140	0.08	1100	965	860	770

4-4-4 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق(Super elevation):

- **الدوران حول محور الطريق(Rotation about the center line)**

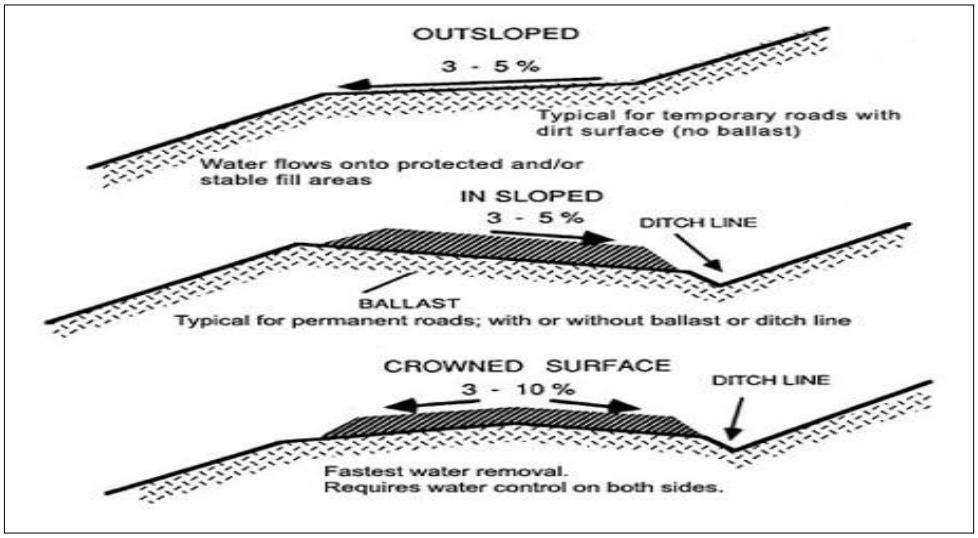
هذه الطريقة هي شائعة الاستخدام لتنفيذ ارتفاع الظهر عن البطن, وفيها يبقى منسوب محور الطريق ثابت ويرتفع الحرف الخارجي بمقدار نصف ارتفاع الظهر عن البطن وينخفض الحرف الداخلي بنفس المقدار ومن مميزاتها تساوي كميات الحفر والردم في القطاع العرضي للطريق , كما وسيتم استخدام هذه الطريق في تصميم المشروع .

عيوبها : في المناطق المستوية(الميل أقل من 2%) لا بد من عمل احتياطات لصرف المياه السطحية من جهة الرفع الداخلي للرصف وذلك نتيجة للانخفاض المتكون في هذه الجهة.

- **الدوران حول الحرف الداخلي للطريق(Rotation about inner edge):**

يبقى منسوب الحرف الداخلي ثابت ويتم رفع الحرف الخارجي بمقدار ارتفاع الظهر عن البطن بالكامل وهذه الطريقة تلائم المناطق المستوية للسبب المذكور في الطريقة السابقة.

الدوران حول الحرف الخارجي(Rotation about outer edge):وفي هذه الطريقة يبقى منسوب الحرف الخارجي ثابت ويتم خفض الحرف الداخلي للرصف بمقدار بمقدار ارتفاع الظهر عن البطن بالكامل, هذه الطريقة تستخدم غالباً في حالة الطرق المتعددة الحارات وذلك لتسهيل عملية الصرف للمياه السطحية.



الشكل (4-16) كيفية الرفع الجانبي للطريق[4]

4-4-5 زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات (التوسعة على المنحنيات):

عادة يجري توسيع عرض الرصيف في منطقة المنحنيات الأفقية لسهولة الحركة والانتقال على المنحنيات وذلك لاختلاف ظروف التشغيل عن الخط المستقيم للأسباب التالية:

1 – السيارة تشغل حيزاً أكبر من الطريق وذلك لأنه في المنحنيات لا تسير العجلات الخلفية للسيارات في نفس مسار العجلات الأمامية إنما تنحرف عنها نحو الداخل وخاصة إذا كانت العربة يتبعها مقطورة.

2 – من عادة السائقين الابتعاد عن حرف الرصف الداخلي وبالتالي يلزم زيادة عرض الرصف.

١- صعوبة تحكم السائق في القيادة بحيث يتمكن من أن يكون مساره في محور الحارة التي يسير عليها.

وعادة يتم التوسيع عندما يكون نصف قطر المنحنى أقل من 300 متر أو درجة المنحنى أكبر من 5 درجات وذلك للطريق المكون من جارتان فقط. والجدول(4-6) يوضح قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر.

الجدول(4-17) قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر[7]

نصف قطر المنحنى(متر)	حتى 60	61-150	151-300	301-900	اكبر من900
التوسعة(متر)	1.2	0.9	0.6	0.3	-

لحساب مقدار التوسعة على المنحنيات نطبق العلاقة التالية:

.....(4-11)

$$w = \left[\left(\frac{nI^2}{2R}\right) + \left(\frac{V}{9.5\sqrt{R}}\right)\right]$$

حيث أن:-

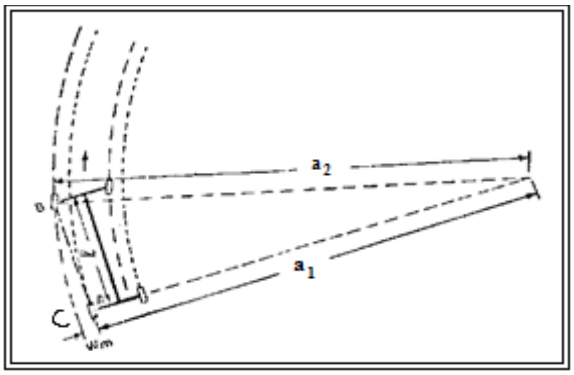
w : زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات.

n : عدد الحارات.

I : اتساع قاعدة العجل لأطول عربة و تؤخذ عادةً حوالي 6.1 متر.

V : السرعة التصميمية على المنحنى.

R : نصف قطر المنحنى.



الشكل (4-18) شكل المركبة على المنحنى[4]

وهنالك توسعة نتيجة العامل النفسي ومعادلته:

.....(4-12)

$$w_{ps} = v^2 / 9.5 * \sqrt{r}$$

حيث w_{ps} = توسعة الطريق نتيجة للعامل النفسي.

V= السرعة التصميمية.

We =Wm + Wps .....(4-13)

حيث We = التوسعة الكلية

5-4 التخطيط الراسي للطريق:-(Vertical Alignment):

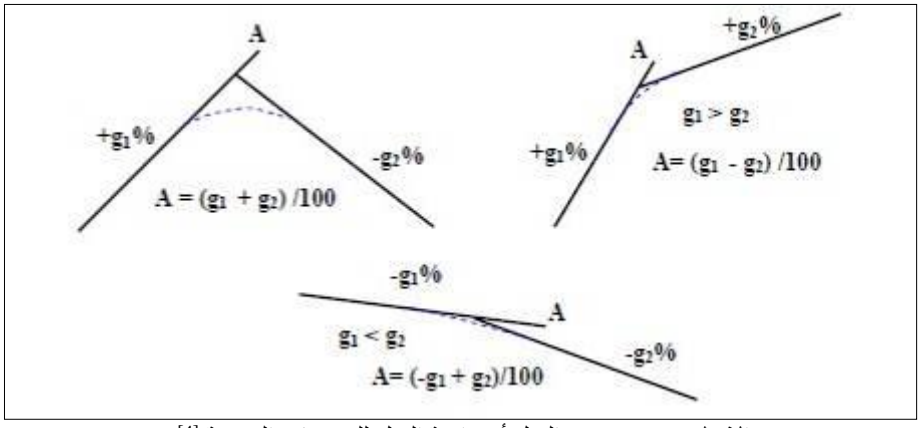
لا يمكن أن ينفذ محور الطريق خط واحد حيث طبوغرافية المنطقة والنقاط الحاطمة الأخرى في تحديد مسار الطريق سواء في الاتجاه الأفقي أو الاتجاه الرأسي وعلى ذلك يتكون محور الطريق من مجموعة من المماسات أو الخطوط المستقيمة والتي يتم ربطها بمنحنيات رأسية في قطاعها الطولي وذلك إذا زاد فرق الميل بين الخطيين المتتابعين عن 5% , هذه المنحنيات يجب أن تكون سهلة وتوفر دواعي الراحة والآمان وجمال المنظر وأن تعمل على تصريف المياه السطحية أينما وجدت ومن أهم العوامل التي يجب مراعاتها هي أن تحقق مسافة المرئية المطلوبة على أساس السرعة التصميمية.

وبتحديد المحور الرأسي للطريق تتحدد مناسيب الرصفات والمسائل التي تتعلق بالتنفيذ كالحفر والردم والصرف ويلاحظ أن تكاليف الإنشاء تتوقف الى حد كبير على الاختيار الصحيح للقطاع الطولي وهو يكون مرتبطاً بطبيعة المنطقة .

1-5-4 أنواع المنحنيات الرأسية :

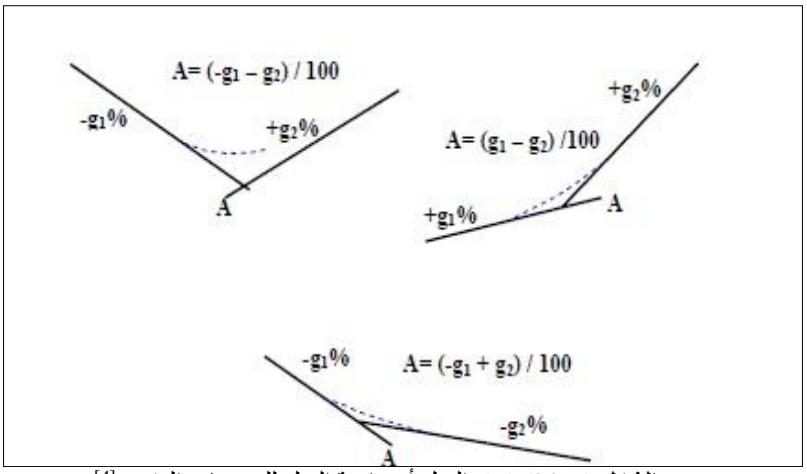
1-1-5-4 المنحنيات الرأسية المحدبة(Crest)

ويكون المنحنى محدب إذا كان الفرق الجبري للميول A موجب كما يوضح الشكل (4-19).



الشكل (4-19) فرق الميل أو زاوية الميل للمنحنيات المحدبة [4]

2-1-5-4 المنحنيات الرأسية المقعرة(Sag):ويكون المنحنى مقعرإذا كان الفرق الجبري للميول A سالب كما هو في الشكل (4-20).

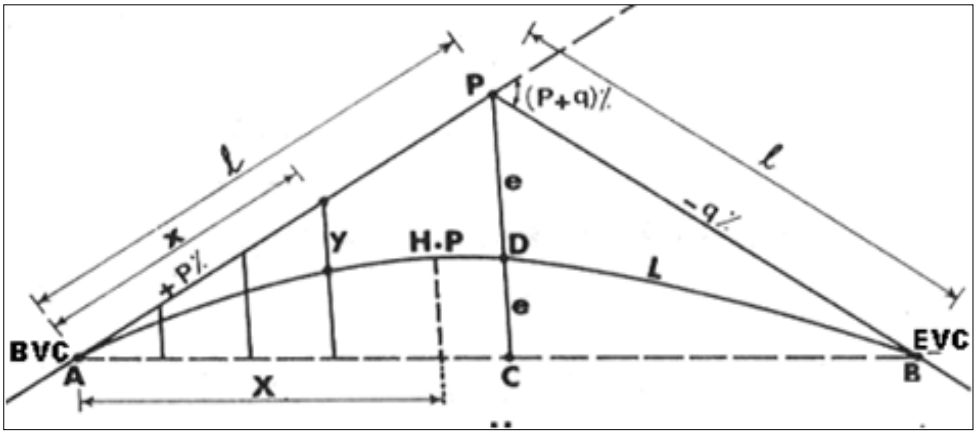


الشكل (4-20) فرق الميل أو زاوية الميل للمنحنيات المقعرة[4]

عناصر المنحنى الرأسي:

من الشكل (4-14) فان عناصر المنحنى الرأسي هي كالتالي:

- نسبة الميل = **p & q**
- بداية المنحنى الرأسي **= BVC**
- منسوب نقطة تقاطع الميلين الرأسيين (**Elevation of the PI**)
- محطة نقطة التقاطع (**Stationing of PI**)
- نهاية المنحنى الرأسي = **EVC**
- المسافة الخارجية المتوسطة(متر) = **e**
- طول القطع المكافئ (متر) = **H**



- الطول الأفقي إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي **= X**

الشكل (4-21) عناصر المنحنى الراسي[4]

الميول الرأسية العظمى:

إن العوامل التي تتحكم في تحديد الميل الرأسي للخطوط تظهر في النقاط التالية:

١- السرعة التصميمية (Design Speed).

٢- طبوغرافية الأرض التي يمر منا الطريق (Type Of Topography).

٣- طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

والجدول (4-22) قيمة الميول الراسية العظمى[7]

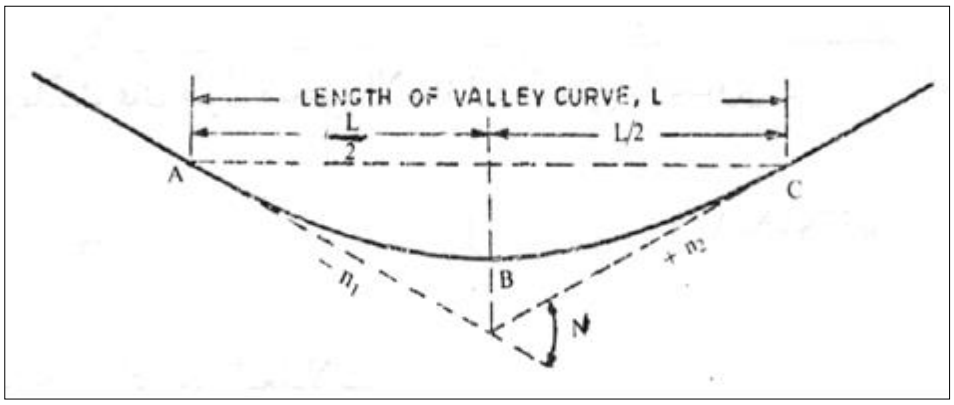
السرعة التصميمية DESIGN SPEED KPH	منبسطة FLAT %	تلالي HILLY %	جبلية MOUNTAINOUS %
50	6	8	9
65	5	7	8
80	4	5	7
90	3	4	6
100	3	4	6
110	3	4	5
120	3	4	-
130	3	4	-

4-5-3 طول المنحنى الرأسي:

من العوامل الأساسية التي تحكم اختيار وتحديد طول المنحنى الرأسي كما يلي:

١- راحة المسافرين (comfort of passenger):

حيث يتم تصميم المنحنيات الراسية (القاع) على أساس توفير راحة المسافرين, حيث يحدد الطول على أساس القوة الطاردة المركزية وتساوي 0.6 م/ ث^2, وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقال متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهما, ومن الشكل (4-16) فان طول منحنى الاستدارة السفلي ABC في المنحنى الرأسي والذي يساوي L حيث AB , BC يمثل طول كل منهما منحنى انتقالي .



شكل (4-23) منحنى رأسي قاعي[4]

$$Ls = L/2$$

$$\Rightarrow L = 2*[N V^3/C]^{0.5} \quad \text{.....(4-14)}$$

حيث أن:

V: السرعة التصميمية م / ث

C: معدل التغير في تسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي 0.6 م / ث^2

N: زاوية انحراف المماسين

وبعد إيجاد طول المنحنى حسب المعادلة السابقة يتم التحقق من أن طول المنحنى اقل من (maximum impact factor) المسموح بها وهي 17% حسب المعادلة التالية:

$$I\ max = [(200 * N * V^2) / (g*L)]\ \% \quad < \%17 \quad \text{..... (4-15)}$$

فإذا كان الناتج اقل من (maximum impact factor) المسموح فيها وهي 17%, فان الطول يكون ملائما ويحقق راحة المسافرين.

٢- مسافة الرؤية (Sight Distance):

لضمان سلامة السير للمركبات لا بد من توافر مدى رؤية كافي على جميع أجزاء الطريق والمسافة التي يستطيع أن يراها السائق يطلق عليها مسافة الرؤية وتعتبر مسافة الرؤية من الأمور الضرورية لدواعي الأمن والسلامة بالنسبة لحركة المرور فعدم توافر مسافة رؤية كافية يؤدي الى حوادث في حالة وجود عوائق على الطريق وقد يؤدي كذلك الى خطر الاصطدام بالمركبات الأخرى مما يسبب حوادث خطيرة وخسائر مادية وإنسانية.

وتنقسم مسافة الرؤية الى نوعان:

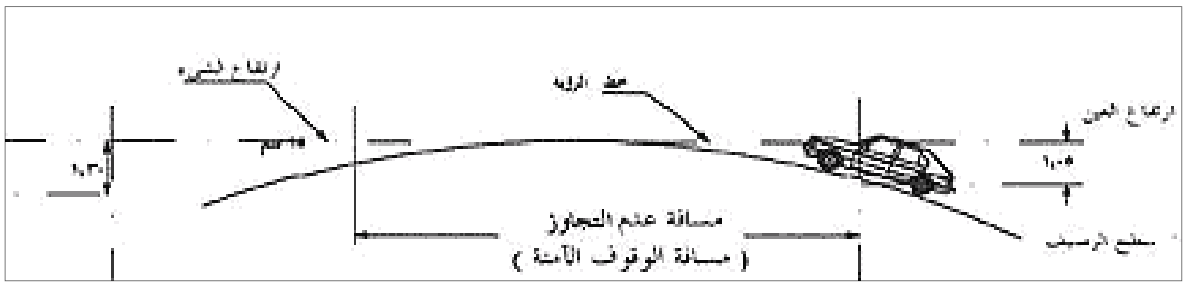
أ- مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance):

وهذه المسافة يمكن تعرفها بأنها أقل مسافة لا بد من تواجدها على طريق لكي يتمكن السائق أن يوقف بأمان سيارة تسير بأقصى سرعة تصميمية للطريق دون خطر الاصطدام بعائق موجود على الطريق بارتفاع 10 سم.

ويلاحظ أن هذه المسافة لا بد من توافرها على جميع أجزاء الطريق سواء كان الطريق مكون من حارتين أو متعدد الحارات. والجدول (4-24) يوضح القيم الصغرى لمسافات الرؤية الضرورية للتوقف الآمن والمتناسبة مع قيم مختارة للسرعة التصميمية.

الجدول (4-24) العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف[7]

السرعة التصميمية (كم/ساعة)	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
مسافة الرؤية للتوقف الآمن (متر)	20	25	30	45	60	80	110	140	170	205	245	285



الشكل (4-25)يوضح مسافة الرؤية للتوقف الآمن[4]

حساب مسافة الإيقاف :

$$SD = 0.278V.t + \frac{V^2}{254f} \quad \ldots\ldots(4-16)$$

حيث أن:

V: سرعة العربة (كم/ساعة).

f: معامل الاحتكاك.

t: زمن رد الفعل (عادة 2.5 ثانية).

المعادلة (4-16) في حالة أن العائق ثابت، أما في حالة وجود عائق متحرك ويقترب من السيارة يتم ضرب الطرف الأيمن من المعادلة بالعدد (2).

جدول(4-26) العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك[7]

السرعة (كم/ساعة)	20-30	40	50	60	70	80	100
معامل الاحتكاك(f)	0.4	0.38	0.37	0.36	0.36	0.35	0.35

مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance):

وهذا هو النوع الثاني من مسافة الرؤية وهي أقل مسافة كافية لكي تتخطى عربة سريعة عربة بطيئة تسير امامها وذلك بمرورها في الحارة الأخرى ثم العودة الى نفس الحارة دون خطر الاصطدام بعربة قادمة من الاتجاه الآخر وتسير بالسرعة التصميمية للطريق ودون مضايقة العربة البطيئة التي تسير أمامها والشكل (3-27) يوضح ذلك.

ويمكن استخدام المعادلات (4-17),(4-18),(4-19),(4-20) لإيجاد مسافة الرؤية للتجاوز الآمن (بالمتر) .

$$OSD = d1 + d2 + d3 \quad \ldots\ldots(4-17)$$

$$OSD = 0.28Vb.t + .028VbT + 2S + 0.28V.T \quad \ldots\ldots(4-18)$$

$$T = \sqrt{\frac{14.4S}{A}} \quad \ldots\ldots(4-19)$$

$$S = 0.7Vb + 6 \quad \ldots\ldots(4-20)$$

حيث:

OSD: مسافة الرؤية للتجاوز.

S: اقل مسافة كافية يجب أن يحافظ عليها السائق بينه وبين السيارة التي أمامه (متر)..

d_1: المسافة التي تقطعها العربة في بداية الاستعداد للتخطية واحتلال الحارة الأخرى .

d_2: المسافة الأفقية المقطوعة بالعربة المتخطية خلال فترة التخطية .

d_3: المسافة المقطوعة بالعربة القادمة من الاتجاه الآخر خلال فترة التخطية

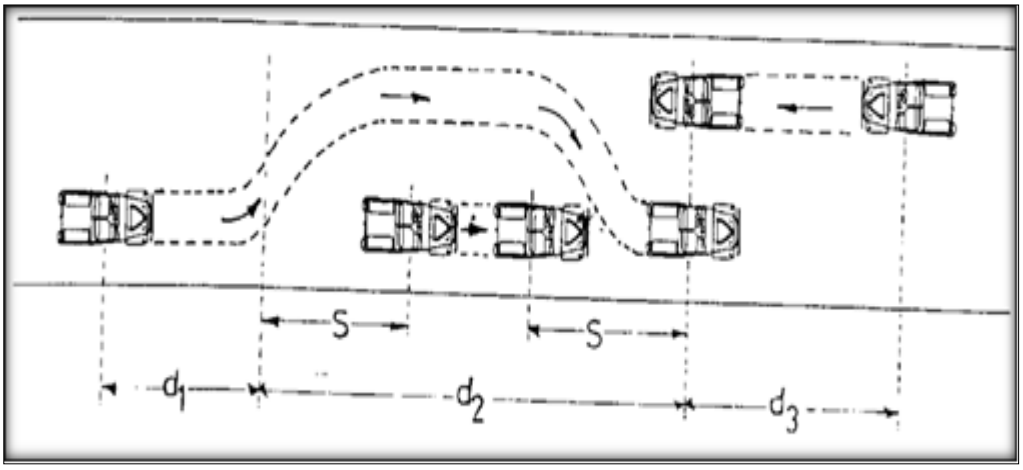
V_b : سرعة السيارة المتجاوز عنها (كم/ساعة).

t : زمن رد الفعل (عادة يفترض 2 ثانية).

V: سرعة السيارة المتجاوزة (كم/ساعة).

T: الزمن الذي تستغرقه المركبة للقيام بعملية التجاوز (ثانية).

A: تسارع السيارة المتجاوزة (كم/ساعة^2).



الشكل (4-27) مسافة الرؤية للتجاوز**[4]**

في حالة عدم معرفة سرعة السيارة المتجاوز عنها يمكن إيجادها من المعادلة (4-21).

$$Vb = (V - 16) \quad \ldots\ldots(4-21)$$

حيث v :السرعة التصميمية (كم /ساعة).

وتؤثر الميول الحادة في الطريق على مسافة الرؤية للتجاوز سواء كانت صعودا أو نزولا؛ فهي تزيد مسافة الرؤية للتجاوز الآمن.

تصبح المعادلة (4-16):

$$S.D = 0.278vt + \frac{V^2}{254(f \pm N)} \quad \ldots\ldots(4-22)$$

حيث: N هي المجموع الجبري لميل مماسي المنحنى الرأسي.

وهذه المعادلة تم استخدامها لتحديد أطوال المنحنيات الرأسية المحدبة حسب مسافة الرؤية للتوقف.

6-4 تصريف مياه الأمطار :

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

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

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

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

أما أهمية صرف المياه تعود للأسباب التالية:

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

1-6-4 متطلبات صرف المياه من الطريق:

١. تصريف الماء عن سطح الطريق وذلك بعمل ميلان في سطح الطريق (Cross Slope) و تكون نسبة الميلان عادة 2% وتزداد كلما كان السطح خشنا، أما ميلان سطح الطريق عند المنعطفات (التعلية – Super Elevation)، فيكون باتجاه واحد.
٢. قطع الطريق أمام المياه السطحية المتجهة من الأراضي المحيطة إلى حرم الطريق.
٣. تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الانحدار الكافي لتصريف المياه.
٤. منع المياه المتساقطة على سطح الطريق من النفاذ إلى داخل جسم الطريق، وذلك بجعل سطح الطريق غير مسامي لا تنفذ من خلاله المياه مع إغلاق الشقوق التي تظهر في السطح بأسرع ما يمكن.
٥. يجب أن يكون قطاع المصارف الجانبية المكشوفة ذات سعة وانحدار طولي مناسبين لصرف المياه المتجمعة.
٦. يجب أن لا تتسبب المياه السطحية المارة على سطح الطريق وعلى الميول الجانبية في تكوين حفر عرضية أو نحر بالتربة.
٧. يجب أن لا يزيد منسوب المياه الأرضية عن حد معين بالنسبة لأوطى نقطة لقطاع الرصف و المسافة الرأسية بين المنسوبين يجب أن لا تقل عن 1.2 متر .
٨. منع وصول المياه للطريق من التلال و المساحات القريبة من المنطقة، وذلك بعمل أفنية طولية موازية للطريق تتجمع فيها المياه وتنقلها بعيدا عن الطريق.
٩. بناء الاطاريف و البالوعات اللازمة في جمع وتصريف المياه.

4-6-2 أنواع صرف المياه:

4-6-2-1 الصرف السطحي:

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

4-6-2-1-1 تجميع المياه السطحية:

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

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

4-6-2-2 الصرف المغطى:

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

الفصل الخامس

حجم السير وإشارات المرور

1-5 مقدمة

2-5 حجم المرور .

3-5 إشارات المرور.

4-5 علامات المرور على الطريق .

حجم السير وإشارات المرور

1-5 مقدمة:

قبل البدء بتصميم الطريق يجب اخذ حجم المرور و كثافته على ذلك الطريق بعين الاعتبار (حجم المرور من الأسس الرئيسية). فإذا كان الطريق مصمم على ارض الواقع يتم حساب حجم المرور اليومي المتوسط (ADT) للمرور في الاتجاهين. وحجم المرور الساعي التصميمي (DHV) للمرور في الاتجاهين.
حجم المرور و كثافته عن طريق معرفة عدد السيارات التي تستخدم هذا الطريق للسير عليه.أما إذا أردنا فتح طريق جديدة فيتم حساب حجم المرور و كثافته بالرجوع إلى دراسة المنطقة التي سوف يخدمها الطريق هل هي سكنية أو صناعية أو زراعية حيث انه على أساس ذلك نقوم بتصميم الطريق . و يتم ذلك عن طريق حساب المعدل اليومي و السنوي للمرور, إن معرفة حجم السير مهم جدا في عملية تخطيط وتصميم الطرق وذلك من اجل تحديد عدد المسارب وعرضها وتصميم المنحنيات الأفقية والرأسية.

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

2-5 حجم المرور (Traffic Volume):

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

ولعلنا ونحن في هذا السياق أن نوضح بعض من المصطلحات التي سيتم ذكرها في هذا الموضوع إما ذكرا أو تفصيلا :

- المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي(**AADT**) Annual Average Daily Traffic:

و هو حجم المرور السنوي مقسوما على عدد أيام السنة ويتراوح من 700 – 1000 مركبة.

- المتوسط اليومي لحجم المرور (**ADT**) Average Daily Traffic:

وهي حجم المرور الكلي خلال فترة زمنية محدودة,عادة أكثر من يوم و أقل من سنة، مقسوما على عدد الأيام خلال الفترة الزمنية .

والعوامل الأساسية التي تتحكم في سريان المرور هي حجم المرور، الذي يرمز له (**V**) و وحدته عربة في الساعة, و السرعة (**S**) و وحدتها كيلومتر في الساعة, والكثافة (**D**) ووحدتها مركبة في الكيلومتر.

$$V = D * S$$

1-2-5 تعداد المركبات :

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

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

2-2-5 فترات التعداد:

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

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

3-2-5 طرق إجراء التعداد:

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

- **العد اليدوي**: هنا يقوم فريق العمل بتسجيل عدد المركبات التي تمر على الطريق وذلك على فترات مختلفة من الزمن، وفي الوقت ذاته يقوم بتصنيف السيارات إلى سيارة صغيرة أو شاحنة أو حافلة. وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة والسهولة والدقة، ولكنها بالمقابل تحتاج إلى فريق عمل كبير
- **العد الآلي (لميكانيكي):** ويتم ذلك باستخدام أجهزة مختلفة منها أجهزة التصوير والرادار. وتمتاز هذه الطريقة بأنها غير مكلفة، ولكن هذه الأجهزة لا تستطيع تصنيف المركبات إلى أنواع وتحتاج إلى صيانة مستمرة.
- **العد بطريقة المشاهد المتحرك:** وهو أن يقوم شخص بالعد أثناء تحركه في سيارة تسير مع السيارات حيث تسبق بعضها وتقوم البعض بتجاوزها ويتم عد السيارات باتجاه سيارة المشاهد وعد السيارات المقابلة لسيارة المشاهد ومن ثم تستخدم معادلة إحصائية لإيجاد عدد السيارات الكلي.

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

والجدول (5-1) يبين تعداد المركبات على الطريق المقترح إعادة تصميمه لكل 15-دقيقة بالإضافة للتاريخ ,والجدول (5-2)يبين متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع.

جدول (5-1):تعداد المركبات على الطريق المقترح إعادة تصميمه

Day	Time		Type of care			
	From	To	Number of cars	Passenger	2-axle	3-axle
Sunday 4/7/2021	07:00	07:15	5	4	1	0
	07:15	07:30	7	7	0	0
	07:30	07:45	7	5	0	2
	07:45	08:00	12	5	1	6
	08:00	08:15	14	11	0	3
	08:15	08:30	10	8	1	1
	08:30	08:45	8	8	0	0
	08:45	09:00	7	7	0	0
	09:00	09:15	8	7	0	1
	09:15	09:30	10	8	0	2
	09:30	09:45	7	7	0	0
	09:45	10:00	5	5	0	0
	10:00	10:15	6	5	0	1
	10:15	10:30	7	7	0	0
	10:30	10:45	9	8	0	1
	10:45	11:00	7	5	0	2
	11:00	11:15	4	2	0	2
	11:15	11:30	6	4	0	2
	11:30	11:45	3	2	0	1
	11:45	12:00	8	8	0	0
	12:00	12:15	8	7	1	0
	12:15	12:30	2	2	0	0
	12:30	12:45	12	10	1	1
	12:45	13:00	14	14	0	0
	13:00	13:15	16	15	1	0
	13:15	13:30	14	12	1	1
	13:30	13:45	12	11	0	1
	13:45	14:00	10	10	0	0
	07:00	07:15	4	3	1	0
	07:15	07:30	7	5	0	2

Monday 5/7/2021	07:30	07:45	7	7	0	0
	07:45	08:00	12	6	1	5
	08:00	08:15	11	9	0	2
	08:15	08:30	12	8	0	4
	08:30	08:45	10	9	1	0
	08:45	09:00	6	6	0	0
	09:00	09:15	9	9	0	0
	09:15	09:30	9	8	1	0
	09:30	09:45	7	6	0	1
	09:45	10:00	6	4	0	2
	10:00	10:15	5	5	0	0
	10:15	10:30	5	4	0	1
	10:30	10:45	8	8	0	0
	10:45	11:00	10	8	0	2
	11:00	11:15	6	6	0	0
	11:15	11:30	3	2	0	1
	11:30	11:45	6	5	0	0
	11:45	12:00	7	7	0	0
	12:00	12:15	9	8	1	0
	12:15	12:30	3	2	0	1
	12:30	12:45	12	11	0	1
	12:45	13:00	13	12	1	0
	13:00	13:15	14	14	0	0
	13:15	13:30	12	11	1	0
	13:30	13:45	15	15	0	0
	13:45	14:00	14	14	0	0

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

الأيام	متوسط عدد المركبات لكل ساعة		
	Passenger	2-axle	3-axle
الأحد	33	1	4
الاثنين	31	1	3

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

جدول(5-3): معاملات أنواع المركبات وفقا للمواصفات الأردنية .[8]

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

أي أن :-

عدد المركبات الكلي = (عدد السيارات الصغيرة × 1 + عدد الباصات × 2.5 + عدد الشاحنات × 3) .....(1)

السيارات الصغيرة = ((33+31)*1)/2.....(2)

= 32 سيارة صغيرة

الشاحنات = (3+4) × 3/ 2.....(3)

= 10.5 شاحنات.

الباصات = (1+1) × 2.5 / 2.....(4)

= 2.5 باص .

متوسط عدد المركبات الكلي = 32+10.5+2.5.....(5)

= 45 مركبه .

معدل المرور اليومي ADT A= 45× 24 .....(6)

= 1080 سيارة / يوم

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

معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة = 1080* 2.5.....(7)

= 2700 سيارة / يوم

بسبب عدم توفر معلومات دقيقة عن عدد المركبات في ساعات الذروة فانه تم اعتبار حجم المرور للتصميم يساوي نسبة من معدل المرور اليومي وهذه النسبة تساوي (0.15 –0.12) ويرمز لها بالرمز k, لذلك فان معدل مرور المركبات للساعة التي يتم أخذها بالتصميم يمكن إيجاده من المعادلة (8):

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

2700×0.12×0.55=

179=سيارة / ساعة.

2700×0.15×0.65= D.H.V max

= 264 سيارة /ساعة.

جدول(5-4): قيم KوD العامة [7].

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

بما إن الطرق في فلسطين هي طرق من الدرجة الثالثة فانه تم اعتماد السعة التصميمية للطريق تساوي 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):

N_{20} = D.H.V / السعة التصميمية .....(10).

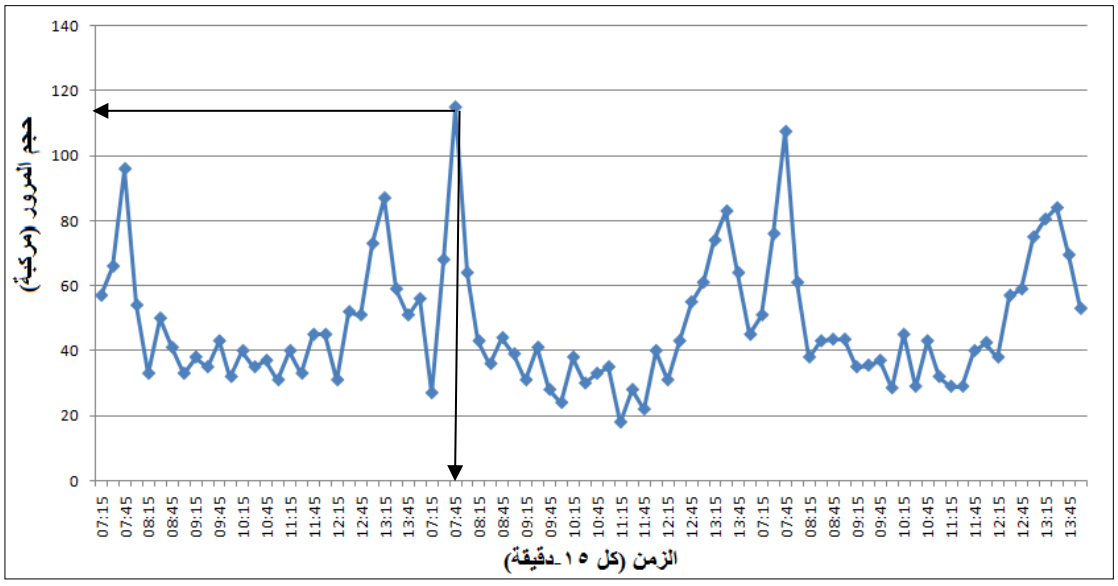
= 264 / 250

= 1 مسرب في كل اتجاه

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

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

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



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

لكل فترة 15-دقيقة ,تصبح :-

$$PHF = \frac{V}{4 * vm15} \quad \text{.....} \quad (12)$$

$$PHF = \frac{56}{4*16} = 0.875$$

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

جدول(5-6) حجم المرور ومعدل التدفق لكل فترة 15-دقيقة في ساعة الذروة .

Time Interval	Volume for Time Interval (vehs)	Rate of Flow for Time Interval (veh/h)
12:15-12:30	14	14/0.25
12:30-12:45	16	16/0.25
12:45-1:00	14	14/0.25
1:00-1:15	12	12/0.25
1:15-1:30	∑=56	

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

5-2-4السير الحالي والمستقبلي:

إن حجم السير يزداد يوما بعد يوم، وعند التخطيط المستقبلي للطريق يجب إن يؤخذ حجم السير المستقبلي على الطريق أثناء التصميم، تفاديا لحصول اختناقات مرورية مستقبلا، ولكي يفي الطريق بالغرض الذي صمم من اجله 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.

5-2-5عمر الطريق :

إن جميع العوامل من زيادة حجم السكان وحجم السير تدل على انه 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,حيث تم تصميم الطريق بناء على عمر مستقبلي 20 سنة .

6-2-5 سعة الطريق:

تعرف السعة للطريق على أنها العدد الأقصى من المركبات التي لها توقع معقول بالمرور على الطريق خلال فترة زمنية معطاة وتحت الظروف السائدة للطريق والمرور. وتعتمد سعة الطريق على حجم وتركيبة المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور. وتعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول (5-6) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات هيئة آشتو الأمريكية (AASHTO).

جدول(5-7) سعة الطري [7].

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)

3-5 إشارات المرور المستخدمة :

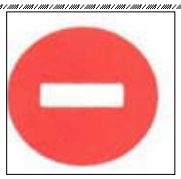
نظرا لأهمية تنظيم وتوحيد أساليب المرور في جميع دول العالم حتى يتفهمها الناس جميعا فقد اجتمعت الدول على توحيد وتنظيم علامات المرور وإشارات المرور عام 1949 م, والغرض منها وضع سياسة موحدة لهذه العلامات حتى يمكن لسائقي السيارات إتباعها في جميع أنحاء العالم .

وقد أدخلت تحسينات على الاتفاقية دعت الأمم المتحدة خبراء النقل والمرور في الدول الأعضاء إلى الاجتماع وأسفر عنها الوصول إلى اتفاقية جديدة على ضوء ما يصحب النقل والمرور من تطوير وتقديم وزيادة في الحجم المروري .

تستعمل الإشارات المرورية لتوصيل المعلومات السائق و الراجل و تتألف من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الاثنان معا بحيث تكون المعلومات واضحة و تناسب حالة السير و نوع الطريق .

1-3-5 أنواع الإشارات :

١- إشارات المنع: والإشارات التي تأمر السائق بالعمل بها وإلا يعرض لعقوبة القانون وتتميز بالون الأحمر, على سبيل المثال ممنوع المرور، وتكون مستديرة الشكل كما هي موضحة في الشكل (5-8).

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

الشكل (5-8) إشارات المنع المستخدمة في الطري .[4]

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

٣- **إشارات إرشادية**[14]، يجب استعمالها على التقاطعات كما في المثال التالي :-

٤- **إشارات التحذير:** كإشارة انحدار حاد أو منعطف خطر و تكون هذه الإشارات مثلثيه الشكل.والجدول التالي يبين بعض هذه الإشارات.

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 (5-9) بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق[4]

٥- **إشارات الأوامر:** على سبيل المثال (قف، هدئ السرعة، و غير 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 على

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.

5-3-2 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 , و ذلك لكي تكون مميزة بالنسبة للمنطقة المحيطة بها و كذلك كي تكون الكتابة أو أي رمز واضح و مميز بالنسبة للإشارة , و يتم الحفاظ على هذا العنصر باستخدام خصائص الألوان كأن تكون الكتاب على اللوحة فاتحة و خلفية للوحة بلون غامق على أن تختلف أيضا لون اللوحة عن البيئة المحيطة حتى تكون واضحة (التباين باستعمال ألوان مختلفة ذات لمعان مختلف).

- **الشكل:**

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

- **الكتابة:**

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

والجدول (5-10) يبين المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة:-

الجدول (5-10) المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة [7]

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

4-5 علامات المرور (Traffic Marking):

يشمل علم الطرق هندسة الطرق وهندسة المرور. وعند تصميم الطرق وإنشائها وفتحها للسيارات لا بد من وجود أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لتضمن حسن الأداء و لتمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشأت من أجله الطريق.

وعلم المرور يتطرق إلى أمور عدة كالاتجاهات والمسارب و التقاطعات والانعطاف إلى اليمين أو اليسار والمسافات والوقوف وغير ذلك, وهذه الأمور لا تقل أهمية عن الطريق نفسه ولذلك يجب تنفيذها عند فتح الطريق.

1-4-5 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، و الهدف من وراء وضع هذه العلامات هي :-

١- تحديد المسارب وتقسيمها.
٢- فصل السير الذاهب عن القادم.
٣- منع التجاوز في المناطق الخطرة.
٤- منع الوقوف في المناطق التي لا يجوز فيها ذلك.
٥- تحديد أماكن عبور المشاة.
٦- تحديد أولوية المرور على التقاطعات.
٧- تحديد مواقف السيارات.
٨- تعيين الاتجاهات بالأسهم لتحديد الأماكن التي يتجه إليها السائق.
٩- تحيد جانبي الطريق.

2-4-5 الشروط الواجب توفرها في العلامات:

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

١. أن يتمكن السائق من رؤيتها في كافة الظروف سواء كانت ليلا أو نهارا
٢. أن تكون فيها الألوان منسجمة مع بعضها البعض و ملفتة للانتباه
٣. أن تخدم الطريق أطول فترة ممكنة و تكون من مواد جيده مقاومة للعوامل البيئية.

٤. أن يتمكن كافة مستخدميها من فهمها مع اختلاف مستواهم العلمي "سهلة الفهم".
٥. أن تكون هذه العلامات مرئية وواضحة من مسافة كافية حتى تحمي مستخدميها.

3-4-5 أنواع علامات المرور في الطريق:

- **الخطوط :**

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

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

- **الكلمات:**

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف أو اتجه يمينا و غير ذلك.
و يجب أن تكون الكلمة كبيرة ليتسنى قراءتها، وأن لا تزيد عن كلمة أو كلمتين حتى لا يفقد السائق السيطرة على المركبة نتيجة انتباهه لقراءة اللافتة ، كما يجب أن تكون الأحرف مناسبة لموقع السائق.

- **الأسهم:**

قد تستعمل الأسهم بدلا عن الكلمات أو مع الكلمات كسهم يتجه رأسه لليمين مع كلمة اتجه لليمين, 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، و يمكن الاستفادة من بعض أنواع الركام و خاصة على الأكتاف لتأمين لون مخالف للون مسرب الطريق، و هذا ضروري في الليل لكي يبين حدود المسرب.

الفصل السادس

التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

1-6 مقدمة .

2-6 الانواع الرئيسية للرصف

3-6 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة.

4-6 تصميم الرصفة المرنة

التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

1-6 مقدمة :

تعتبر عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكة طبقات الرصف و مواصفاتها و مكوناتها لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق ، والأنـــواع الرئيسية للرصف نوعان الأول هو الرصف الصلب وهو عبارة عن بلاطات خرسانية مسلحة توضع فوق سطح القاعدة الترابية أو طبقة تحت الأساس , والنوع الثاني الأكثر شيوعاً هو الرصف المرن ويتكون من عدة طبقات هي تحت الأساس والأساس الحجري أو الحصوي ثم طبقات الرصف الإسفلتية وسوف نستعرض طريقة تصميم الرصف المرن.

2-6 الانواع الرئيسية للرصف:

1-2-6 الرصفة القاسية: (Rigid Pavement)

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

2-2-6 الرصفة المرنة: (Flexible Pavement)

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

١. رصفة تلفورد:
   - وذلك بحيث تحدد الرصفة و تبنى اطاريف بأحجار تسمى حجارة الشك.
   - يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة 20 سم و تعبا الفراغات بحصى صغيرة.
   - ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات.
   - يرش إسفلت بدرجة غرز 80% و بمعدل 4 كيلو على المر المربع.
٢. رصفة الفرشيات : وقد انتشر استخدام هذه الطريقة في منتصف الخمسينيات ، حيث يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصفة بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البسكورس وفرشها بالسمك المطلوب .

.

العناصر الإنشائية للرصفة المرنة: (Structural Components Of Flexible Pavement)

تتكون الرصفة المرنة من العناصر التالية و الشكل (6-1) يبين هذه العناصر :

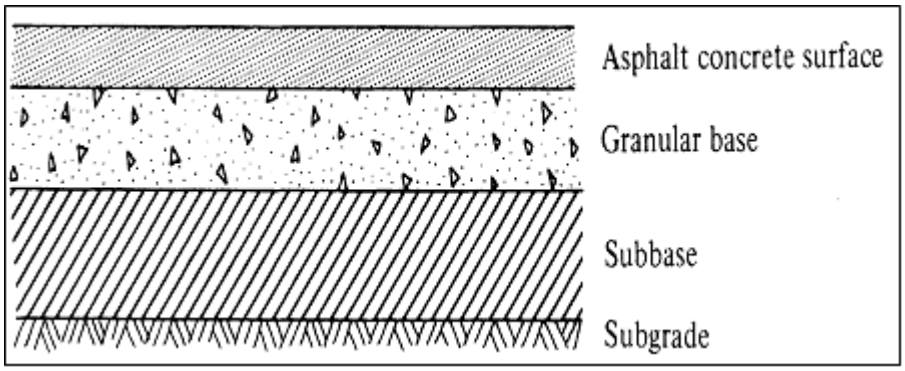
١. **القاعدة الترابية (sub grade)**: و هي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله او من المواد التي تم قصها من مكان آخر ، وتدمك هذه الطبقة حتى تصل إلى القوة المطلوبة .

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

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

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

,والشكل (6-1) يبين هذه العناصر .



شكل (6-1): طبقات الرصفة المرنة[7]

3-6 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة.

قمنا بأجراء هذه التجارب في مختبر التربة في جامعة بوليتكنك فلسطين وتتضمن التجارب التالي:

1-3-6 تجربة بروكتور المعدلة (Modify proctor Test):

إن مبدأ التجربة يقوم على أساس دمك التربة بداخل أسطوانة معدنية وهي ما يسمى (قالب بروكتور)ويكون قطر الإسطوانة من الداخل(15.17 cm) وارتفاعها (11.63 cm) حيث نقوم بدمك التربة على خمسة طبقات متتالية ومتساوية بعد خلطها بالماء بنسب محسوبة، ويتم دمك كل طبقة بمطرقة خاصة وتابعة للقالب وزنه 4.45كغم (9.8 باوند) تسقط من ارتفاع طوله قدم واحد (45.8سم) وان عدد الضربات (65 ضربة). وتسمى مطرقة بروكتور ثم تحسب كثافة التربة ونسبة الماء بها.

6-3-1-1 الأدوات المستخدمة:

١. قالب بروكتور مع الغطاء المتحرك.
٢. مطرقة بروكتور المعدلة (9.8 باوند).
٣. وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء مع مسطرين وأداه غير حادة (spatula).
٤. منخل رقم ¾ "و4".
٥. حفنات صغيرة وفرن للتجفيف.
٦. ميزان (سعة 40 كغم، دقة 2غم)، ميزان حساس (سعة 1200غم، دقة 0.01غم).

6-3-1-2خطوات العمل:

١. توزن الجفنات فارغة وتسجل أرقامها.
٢. يوزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه.
٣. بعد تحضير العينة, تنخل على منخل رقم 4".
٤. بناءا على نسبة الرطوبة التي تم حسابه توضع كمية من الماء على العينة(2%) 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 كما يجب أن تصل المطرقة إلى جميع أجزاء سطح العينة. تكرر بحيث نقوم بعمل54 ضربة على كل طبقة من الطبقات الثلاثة.
٥. يزال غطاء قالب بركتور ويمسح ما يزيد عن وجهة القالب من العينة المرصوصة باستعمال أداه غير حادة(spatula) ويسوى سطح القالب.
٦. تزن العينة مع القالب ويسجل الوزن . تزال العينة من القالب بالإزميل أو باستعمال جهاز إخراج العينات تأخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنه وتزن الجفنة مع العينة ثم توضع في الفرن لمدة 24 ساعة لتزن الجفنة مع العينة المجففة في اليوم التالي.
٧. تكرر العملية كل مرة تزيد فيها نسبة الماء بقيمة (2%) حتى يبدأ وزن القالب مع العينة بالنقصان.

الشكل (6-2) : الأعمال المخبرية لتجربة بروكتور.**[4]**

6-3-1-3 الحسابات:

وتضمنت هذه التجربة القوانين والحسابات التالية:

- ✓ نسبة الماء=w_c
- ✓ وزن القالب فارغ =4902 غرام.
- ✓ نسبة الماء= $\frac{\text{وزن الماء}}{\text{وزن العينة الجافة}}$

- ✓ الكثافة الرطبة = $\frac{\text{وزن العينة الرطبة}}{\text{حجم القالب}}$ والجدول (6-3)يبين القراءات للعينات التي تم أخذها في المختبر والكثافة الرطبة لكل منها .
- ✓ الكثافة الجافة= $\frac{\text{الكثافة الرطبة}}{1+\frac{\text{نسبة الماء}}{100}}$ والجدول (6-4)يبين القراءات للعينات التي تم أخذها في المختبر وقيم الكثافة الجافة لكل منها .
- ✓ وزن الماء= (وزن العينة الرطبة مع القالب – وزن العينة الجافة مع القالب).
- ✓ وزن العينة الجافة =(وزن العينة الجافة مع القالب – وزن القالب).
- ✓ قطر القالب = 15.2 سم.
- ✓ ارتفاع القالب = 11,58 سم .
- ✓ حجم القالب= (نصف القطر)^2 * π* الارتفاع وبالتالي فإن حجم القالب يساوي 3سم2123 =11.70*3.14*2^(7.6)

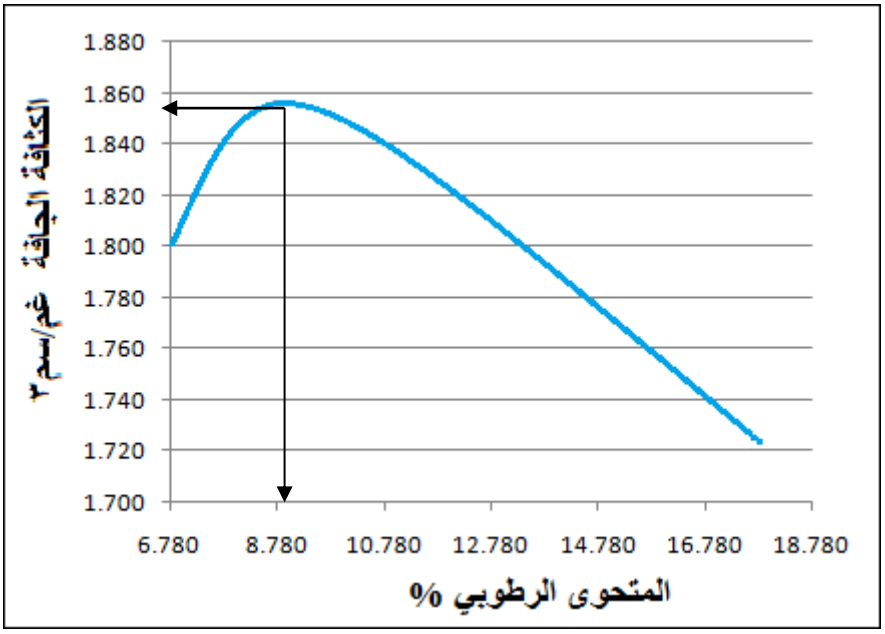
الجدول (6-3) : الكثافة الرطبة لعينة Base course **بناء على تقريرمختبر التربة**

وزن العينة + القالب (غم)	وزن العينة رطبة (غم)	وزن القالب(غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم3)
9821	4729	5092	2.226
9962	4870	5092	2.293
10030	4938	5092	2.325
10040	4948	5092	2.330

الجدول (6-4): قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات بناء على تقريرمختبر التربة

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة +التربة الرطبة (غم)	وزن الجفنة +التربة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	وزن التربة الجافة (غم)	نسبه الطوبة	معدل نسبة الرطوبة	الكثافة الجافة (غم/سم3)
1	B-6	30.5	279.6	260	19.2	229.5	8.37	8.39	2.054
2	b-5	31.8	285.7	266	19.7	234.2	8.41		
3	A-6	31.3	241.5	222.3	19.2	191	10.05	9.86	2.091
4	e-13	31	253.2	233.6	19.6	202.6	9.67		
5	D-13	30.3	285.6	261.9	23.7	231.6	10.23	10.44	2.105
6	A-11	29	263.8	241.2	22.6	212.2	10.65		
7	A-13	31.7	282.7	257.2	25.5	225.5	11.31	11.20	2.095
8	E-14	31.7	269.2	245.5	23.7	213.8	11.09		

من الشكل (6-5) يظهر أن: نسبة الماء المثالية =10.44% و الكثافة الجافة العظمى = 2.105غم/سم^3



الشكل (6-5) :العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(Base cource).

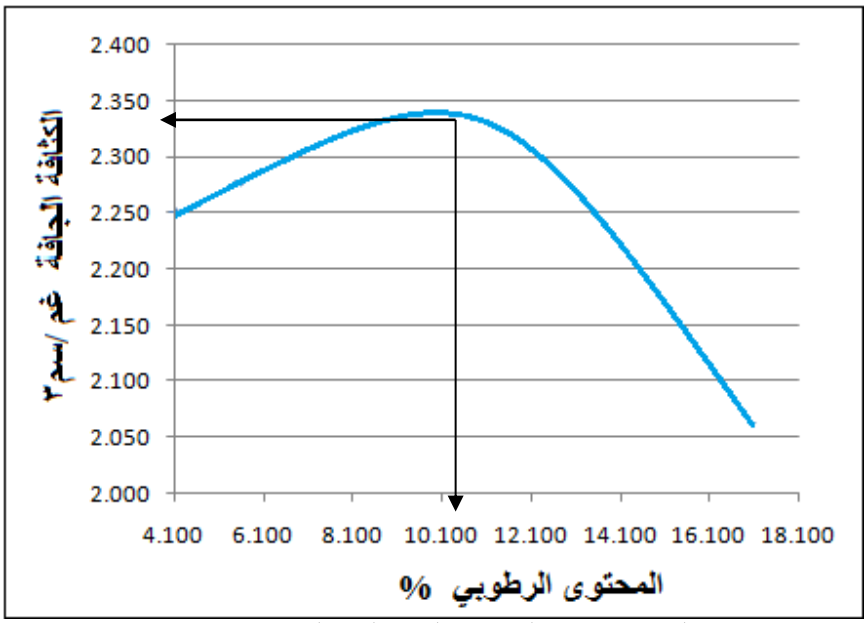
تجربة بروكتور المعدلة عند 55 ضربة لعينة Sub grade:-

الجدول (6-6) الكثافة الرطبة لعينة (sub grade course) بناء على تقريرمختبر التربة

وزن العينة والقالب	وزن التربه الرطبة (غم)	وزن القالب(غم)	الكثافة الرطبة(غم/سم^3)
9553	4463	5090	2.101
9610	4520	5090	2.128
9748	4658	5090	2.193
9746	4656	5090	2.192

الجدول (6-7) الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة (sub grade course.) بناء على تقريرمختبر التربة

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة والتربة الرطبة (غم)	وزن الجفنة +التربة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم^3) γ_w	وزن التربة الجافة (غم)	نسبة الرطوبة w_c	معدل نسبه الرطوبه	الكثافة الجافة (غم/سم3) γ_d
1	B-5	23.9	240.9	223.5	17.4	2.34	199.6	8.72	8.81	1.931
2	B-6	31	226.9	210.9	16	2.41	179.9	8.89		
3	A-6	30.8	243	224.5	18.5	2.58	193.7	9.55	9.33	1.946
4	D-13	31.2	218.1	202.5	15.6	2.48	171.3	9.11		
5	E-13	29.1	239.5	219.7	19.8	2.41	190.6	10.39	10.36	1.987
6	A-11	30.9	250.9	230.3	20.6		199.4	10.33		
7		41.4	252.5	231.2	21.3		189.8	11.22	11.30	1.9690
8		31.6	243.2	221.6	21.6		190	11.37		



الشكل (6-8) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(Sub grade Course).

ومن الشكل (6-8) يتبين أن نسبة الرطوبة المثالية = 10.5 % والكثافة الجافة العظمى1.987 = غم/سم

6-3-2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا :(CBR) (California Bearing Ratio Test)

تقاس نسبة تحمل كاليفورنيا CBR بمعرفة العلاقة بين قوة التحمل ومقدار الغرز لمكبس إسطواني مساحة مقطعة 1963ملم2 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.

6-3-2-1 الأدوات المستخدمة:

١- منخل رقم 20 ملم (3/4") .
٢- 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.
٣- مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة 1963ملم2وطول 250ملم.
٤- جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم، وجهاز لقياس القوة وجهاز آخر لقياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة.
٥- مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها 4.54كغم (10باوند).
٦- أداة لقياس حركة أعلى العينة عند الغمر بالماء.
٧- ميزان يزن لغاية 25 كغم.
٨- جهاز إخراج العينات.
٩- حوض ماء، سكين بدون حافة، ورق ترشيح.

2-2-3-6 طريقة العمل:

١- تنخل كتلة من العينة على منخل رقم ¾" . المحجوز على المنخل يتم استبداله بنفس الكمية مارة من منخل رقم ¾" ومحجوزة على منخل رقم 4".

٢- تضاف كمية من الماء إلى العينة في وعاء يمنع التبخر لمدة 24ساعة :

كمية الماء المضافة =(نسبة الماء المثالية –نسبة الرطوبة)×وزن العينة .

٣- 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 4.5كغم وارتفاع هبوطها 45.8سم) ، 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.

٤- تعاد الخطوة رقم 3 لقالبين آخرين ولكن بعدد ضربات:

القالب الثاني: 25ضربة لكل طبقة.

القالب الثالث: 65 ضربة لكل طبقة.

٥- 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) ملم ، وأثناء الغرز يجب وضع قرص دائري فوق المادة الجاري تجربتها وثقل هذا القرص يعادل سمك الرصف المنتظر فوق هذه المادة في الطبيعة, والشكل (6-9)يبين الجهاز المستخدم في هذه التجربة .

شكل (6-9) الجهاز المستخدم في تجربة[4](CBR).

3-2-3-6 الحسابات:

يرسم منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب لاختراق 2.5 ملم في العينة عند التجربة و يكون عادة المنحنى المرسوم في العلاقة بين مقدار الغرز وقيمة الحمل

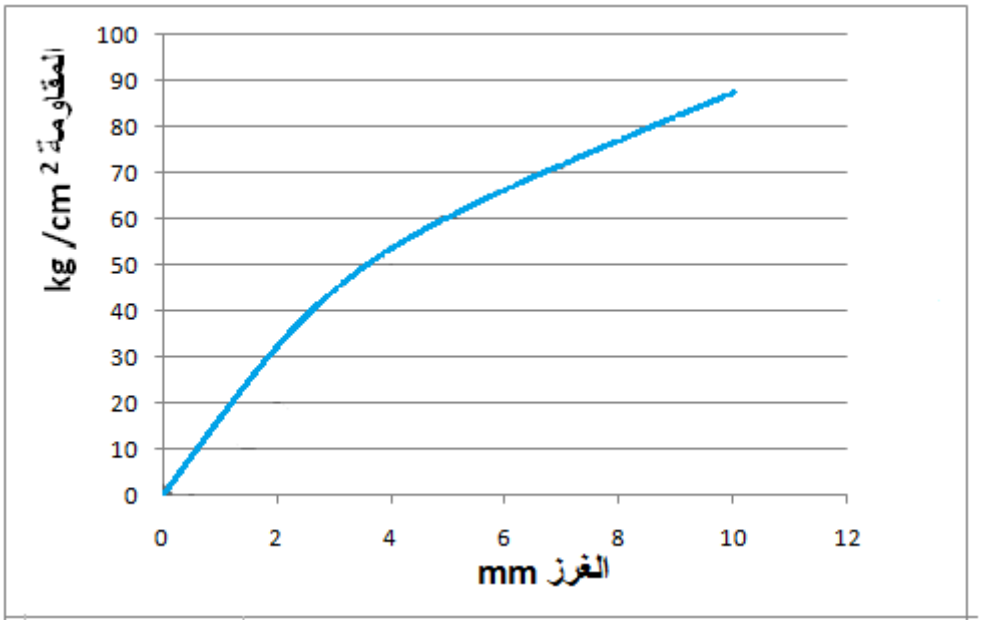
المناظر لذلك الغرز متحدباً من الأعلى، في بعض الحالات قد يكون في بداية التجربة مقعراً إلى الأعلى ثم ينعكس وبهذه الحالة يجب عمل تصحيح للمنحنى حيث يرسم مماس في نقطة أعلى ميل ويستمر حتى يقطع المحور الأفقي (محور الغرز) ثم يزاح المنحنى إلى اليسار حتى تلتقي نقطة التقاطع هذه مع نقطة الأصل وهذا يعطي المنحني الذي يمكن اخذ قيمة ال CBR منه ,والأشكال (6-6)و(6-7) تبين منحنى العلاقة بين قيمة الغرز والمقاومة لكل من عينة التربة والبيسكوس.

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

الجداول (6-5)و (6-6) تبين قيم المقامة وCBR لكل من عينة التربة والبيسكوس .

الجدول (6-10): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 56ضربة لعينة التربة

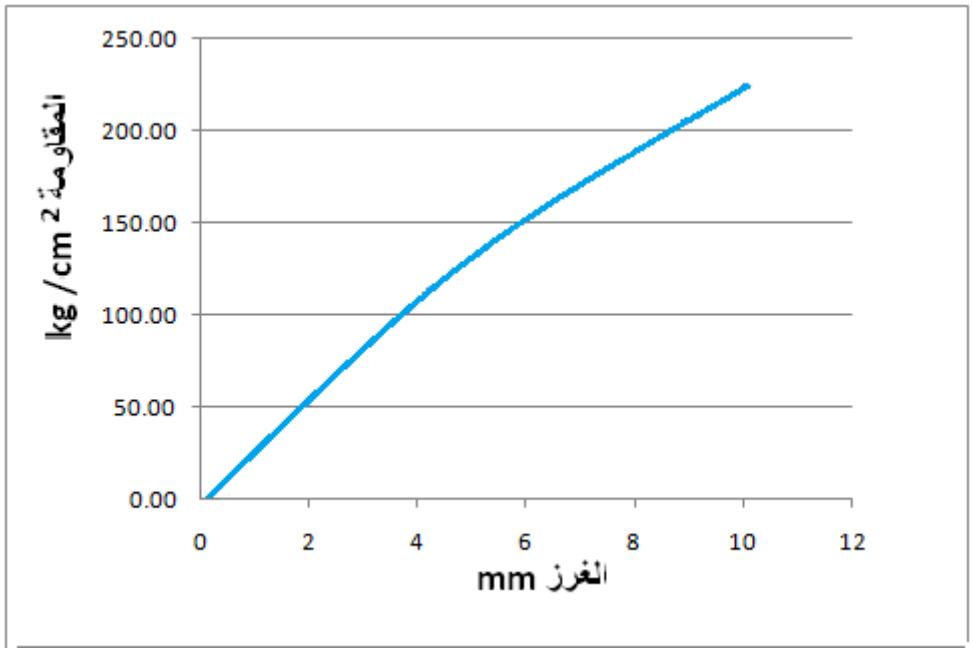
الغرز (mm)	المقاومة المثالية للغرز kg/cm2	الحمل (div)	المقاومة kg/cm2	بعد تعديل منحنى المقاومة	C.B.R %
0		0	0.5		`
0.5		23	2.97		
1		58	7.49		
1.5		122	15.76		
2		166	21.45		
2.5	70.35	210	27.13	27.13	%39
3		255	32.94		
4		321	41.47		
5	105.35	373	48.20	48.2	%45
6		433	55.94		
7		478	61.58		
8		518	66.92		
9		556	71.83		
10		590	76.22		



الشكل (6-11): المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 56ضربة لعينة التربة.

الجدول (6-12): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 56 ضربة لعينة البيسكورس[7]

الغرز (mm)	المقاومة المثالية للغرز kg/cm2	الحمل (div)	المقاومة kg/cm2	بعد تعديل محنى المقاومة	C.B.R %
0		0	0.5		`
0.5		55	7.1		
1		96	12.40		
1.5		160	20.67		
2		290	37.47		
2.5	70.35	402	51.94	51.94	73.8
3		540	69.77		
4		680	87.86		
5	105.35	821	106.07	106.07	100.7
6		933	120.54		
7		1070	138.24		
8		1160	149.87		
9		1250	161.50		
10		1340	173.13		



الشكل (6-13) :المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 56 ضربة لعينة البيسكورس

4-6 تصميم الرصفة المرنة :

حيث تم اتباع طريقة AASHTO لتصميم الرصفة المرنة .

1-4-6 حساب ESAL (Equivalent Accumulated 18,000 Ib Single Axle Load)

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

1-1-4-6 الحمل المكافئ لمحور مفرد:

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

2-1-4-6 معامل حمل المحور المكافئ:

المعامل المكافئ لحمل المحور لمركبة ما هو نسبة التأثير لكل مرة تمر فيها المركبة على رصف معين إلى التأثير الذي يحدثه مرور الحمل المحوري المفرد القياسي على نفس الرصف. ويتم التعبير عن عدد مرات تكرار الحمل الذي يؤدي إلى وصول الرصف لنهايته المقبولة بصلابة طبقة الرصف, ويتم التعبير عن صلابة طبقات الرصف بالرقم الإنشائي(SN) ويكون مستوى الخدمة النهائي (PT) للطرق الرئيسية (ذات المرور الثقيل) مساويا"2.5 والطرق المحلية والثانوية (ذات المرور المتوسط) مساويا" 2.00. بينما القيمة الابتدائية لدليل مستوى حالة الرصف بعد الانتهاء من تنفيذ الرصف مباشرة تتراوح قيمتها بين 4.2إلى4.5تبعاً لجودة التنفيذ, القيمة النهائية هي أقل مستوى حالة يسمح به في نهاية فترة التحليل وذلك قبل اللجوء لعمل أي نوع من أنواع الصيانة الجسيمة كالتغطية أو إعادة الإنشاء .

حيث أن:

PSI= present Serviceability index

وتتراوح قيمتها من 0 إلى 5, وتشتمل على الآتي:

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

Pi =4.5 للظروف الجيدة.

Pt= 2.5 للطرق الرئيسية (for major highway) و 2 للطريق متدني المستوى (for lower class highway).

القيمة الحالية لدليل مستوى حالة الرصف موضحة في المعادلة (6.1):

ΔPSI=pi-pt=4.5-2.5→2……(6.1)

أما المحور القياسي فمقـداره 18000رطل (80000 كيلو نيوتن) وباستخدام قيم المعاملات المكافئة لأحمال المحاور التي تمر على الطريق خلال الفترة التصميمية وتبعاً لمعامل النمو وحجم المرور اليومي مصنفاً حسب نوع المركبات ونسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية يتم حساب قيمة الحمل التصميمي المكافئ على الطريق من العلاقة (6.2).

حيث أن :

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad \text{.....(6.2)}$$

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

$f_{d:}$ design lane factor.

G_f: growth factor.

AADT: first year annual average daily traffic.

N_i : number of axles on each vehicle.

f_E : load equivalency factor

- ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول(6-14).

جدول (6-14) : نسبة المركبات في المسرب الواحد

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

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

- أما قيمة growth factor (Gf) فيتم الحصول عليه من الجدول(6-15).

لجدول (6-15):معامل النمو (Growth factor)[7]

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

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

أما AADT فتؤخذ من جدول حجم المرور رقم (2-5) (متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد) = 1080 سيارة / يوم.

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات ومتوسط عدد المركبات لكل ساعة من الجداول (6-16) و(6-17).

جدول (6-16): تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)[7]

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	2.29
8.9	2,000	0.00018		187.0	42,000	25.64	2.51
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430		213.5	48,000	44.50	4.17
40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	4.51
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		5.23
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		5.63
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		6.04
62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		6.93
71.2	16,000	0.623	0.0472	249.0	56,000		7.41
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		7.92
80.0	18,000	1.00	0.0773	258.0	58,000		8.45
84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		9.01
89.0	20,000	1.51	0.1206	267.0	60,000		9.59
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		10.20
97.8	22,000	2.18	0.180	275.8	62,000		10.84
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		11.52
106.8	24,000	3.03	0.260	284.5	64,000		12.22
111.2	25,000	3.53	0.308	289.0	65,000		12.96
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		13.73
120.0	27,000	4.71	0.426	298.0	67,000		14.54
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		15.38
129.0	29,000	6.14	0.572	307.0	69,000		16.26
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		17.19

138.0	31,000	7.88	0.753	316.0	71,000	18.15
142.3	32,000	8.88	0.857	320.0	72,000	19.16
146.8	33,000	9.98	0.971	325.0	73,000	20.22
151.2	34,000	11.18	1.095	329.0	74,000	21.32
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000	22.47
160.0	36,000	13.93	1.38	338.0	76,000	23.66
164.5	37,000	15.50	1.53	342.5	77,000	24.91
169.0	38,000	12.20	1.70	347.0	78,000	26.22
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000	27.58
178.0	40,000	21.08	2.08	365.0	80,000	28.99

جدول (6-17): متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة

متوسط عدد المركبات لكل ساعة			الأيام
3-axle	**2-axle**	**Passenger**	
4	1	33	الأحد
3	1	31	الاثنين
3.5	1	32	المتوسط
9.6%	2.7%	87.7%	النسبة المئوية من العدد الكلي

ايضا تم الحصول من الفصل السابق(حجم المرور) على معدل المرور اليومي وكان (1080) سيارة\يوم

- Passenger cars (10 kN / axle) = 87.7%
- 2-axle single-unit busses (100 kN / axle) = 2.7%
- 3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) =9.6%

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

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

وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة التالية كل على حده ومن ثم تجمع القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) كما في المعادلة (6.3).

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad \text{.....(6.3)}$$

$ESAL_{car}$ =0.5 * 29.78 *1080 *0.877 * 365 * 2 * 0.0003135 = 3227.59

$ESAL_{buss}$ = 0.5 * 29.78 * 1080* 0.027* 365 * 2 *0.198089 =62786.38

$ESAL_{truck}$ = 0.5 * 29.78 * 1080* 0.096 * 365 * 2*0.29419 =331543.45

$ESAL_{total}$ = 397557.42

2-4-6 حساب سماكة طبقات الرصف:

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

1-2-4-6 معامل الرجوعية (Mr):

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

for CBR of 10 or less

Mr (lb/in2) = 1500 CBR ……..….....(6-4)

for R of 20 or less

Mr (lb/in2) = 1000+ 555xR value ……..……..(6-5)

حيث :R معامل الموثوقية

ومما يجب التنبيه له أن هذه العلاقة قابلة للتطبيق للتربة التي تقل نسبة تحمل كاليفورنيا عن 10٪ وفي حالة كون CBR ((10% فأكثر فيمكن تحديدها بدقة عن طريق إجراء تجربة معامل الرجوعية وبالنسبة لطبقات الأساس من المواد الحصوية فيمكن استخدام قيم معامل الرجوعية المقابلة لنسب تحمل كاليفورنيا المقابلة لها والمبينة في الجدول (6-11).

جدول رقم (6-11) معامل الطبقة لطبقة الأساس الحصوية (a2) المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا للطبقة وكذلك معاملات الرجوعية (Mr).

جدول رقم (6-18) معامل طبقة الأساس الحصوية[7]

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)	معامل قوة الأساس(A2)	MR رطل / بوصة 2
20	-	-
25	-	-
30	-	-
40	0.105	21000
55	0.120	25000
70	0.130	27000
100	0.140	30000

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

جدول (6-19) معامل طبقة الخلطة الإسفلتية (a1) المقابل لمعامل مرونة الطبقة الإسفلتية عند درجة حرارة C20.

جدول (6-19) معامل طبقة الخلطة الإسفلتية[7]

معامل المرونة رطل / بوصة2	ثبات مارشال رطل	معامل قوة الطبقة الإسفلتية	التماسك HVEEM
125.000	500	0.22	80
150000	750	0.25	95
200000	975	0.30	120
250000	1200	0.33	130
300000	1400	0.36	155
350000	1600	0.39	175
400000	1900	0.42	190

6-2-4-2 الانحراف المعياري العام (Estimated overall standard deviation):

وبعود إلى التباين في توقعات حركة المرور والاختلاف في أداء رصفة الطريق خلال فترة تجهيز التصميم ويتم الحصول عليها من الجدول (6-20):

جدول (6-20) الانحراف المعياري حسب نوع الطريق[7] :

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

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

3-2-4-6 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 a2 , a1 لطبقات السطح والأساس على الترتيب وهو عبارة عن العلاقة بين الرقم الإنشائي للرصف وسمك الطبقة بالبوصة وهو يمثل القدرة النسبية للمادة المستخدمة في كل طبقة من طبقات الرصف والتي تشارك في القوة الإنشائية لقطاع الرصف ككل ويتم توزيع الرقم الإنشائي(SN) كالآتي:

$$SN = a1\ D1 + a2\ m\ D2 + a3\ m\ D3 \quad \dots\dots(6.5)$$

حيث **D3, D2, D1** هي سمك الطبقات المختلفة بينما **m** تمثل معامل تصريف الأمطار من طبقة الأساس ومعامل الطبقة لطبقة الأساس (**a2**) يمكن ربطه مباشرة بنتائج اختبارات تحمل كاليفورنيا (CBR) والتي يتم إجراؤها تحت أسوأ الظروف المتوقعة في الموقع وذلك كما سبق ذكره في جدول رقم (6-11) حيث يوضح قيم المعامل المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا لطبقة الأساس , أما معامل الطبقة السطحية الإسفلتية فيتم ربطه بمقدار معامل الرجوعية لها عند درجة حرارة 20 مئوية . يبين جدول (6-12) قيم هذا المعامل المقابل لقيم مختلفة من معامل المرونة أما المعامل **m** والذي يعكس مقدرة طبقتي الأساس على تصريف الأمطار فيتم تقديرها على أساس سرعة تصريف المياه من الطبقة وعموماً يمكن القول إن درجة التصريف جيدة إذا تم التخلص من المياه خلال 24 ساعة أما إذا احتفظت الطبقة بالمياه لمدة شهر فتعتبر درجة التصريف ضعيفة كما هو موضح في الجدول (6-14).

جدول (6-21) تعريف جودة التصريف[7]

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

أما قيمة (m) فيتم تحديدها حسب ظروف التشغيل والجدول (6-22) يبين ذلك:

الجدول(6-22) معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (mi):[7]

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

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

4-2-4-6 موثوقية تصميم الرصفة المرنة:

يرمز لها بالرمز R أي (Reliability) وهي التي تحدد مستويات الضمان لمقاطع الطريق المصممة لبقائها على قيد الحياة خلال الفترة التصميمية والجدول (6-23) يوضح مستويات الموثوقية لأنواع مختلفة من الطرق:

جدول (6-23) مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق[7]

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

على اعتبار ان طريق التصميم طريق شرياني وبالتالي فان مستوى الموثوقية مساوي 0.99

والجدول (6-24)يوضح الانحراف المعياري(ZR) في قيم الموثوقية لتصميم الرصفة المرنة:

جدول (6-24) قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية

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

وبأخذ مقدار الثقة 99% ,فإن قيمة (ZR) تساوي**-2.327.**

والجدول (6-25) يبين المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن:

جدول (6-25) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن [8].

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

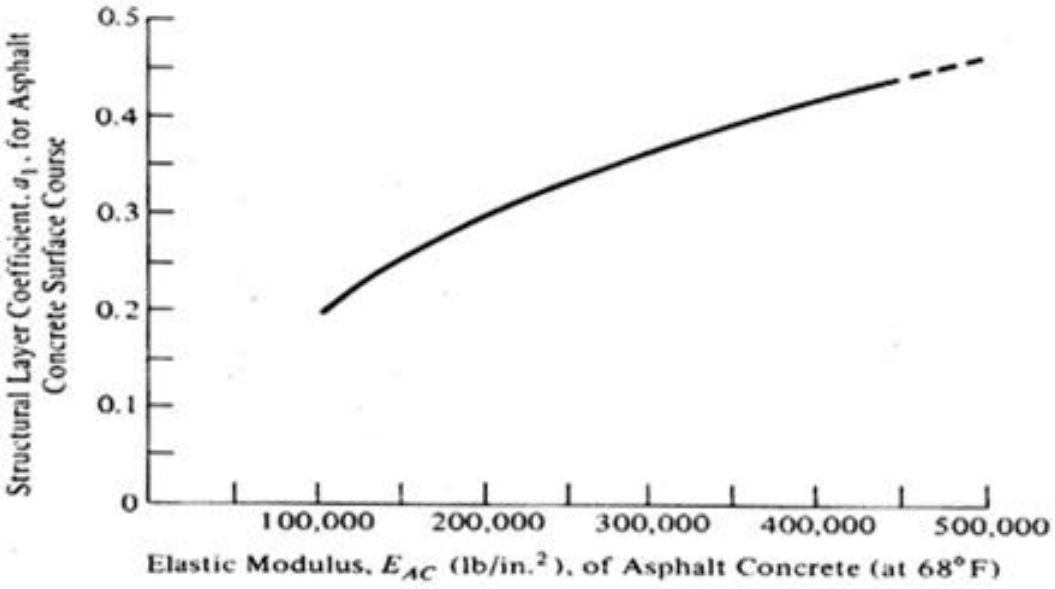
والجدول (6-26) يبين نسبة كاليفونيا للطبقات حسب الفحوصات المخبرية.

جدول (6-26) نتائج الفحوصات المخبرية على الطبقات

الطبقة	CBR	المادة المستخدمة
Base Coarse	100.7	Crushed Stone
Sub grade	45	.....

وبعد مراجعة المشرف تم الاتفاق على اخذ قيمة CBR لطبقة البيسكورس 80 كونها اقل قيمة CBR لمادة البيسكورس المسموح استخدامه في الطرق .

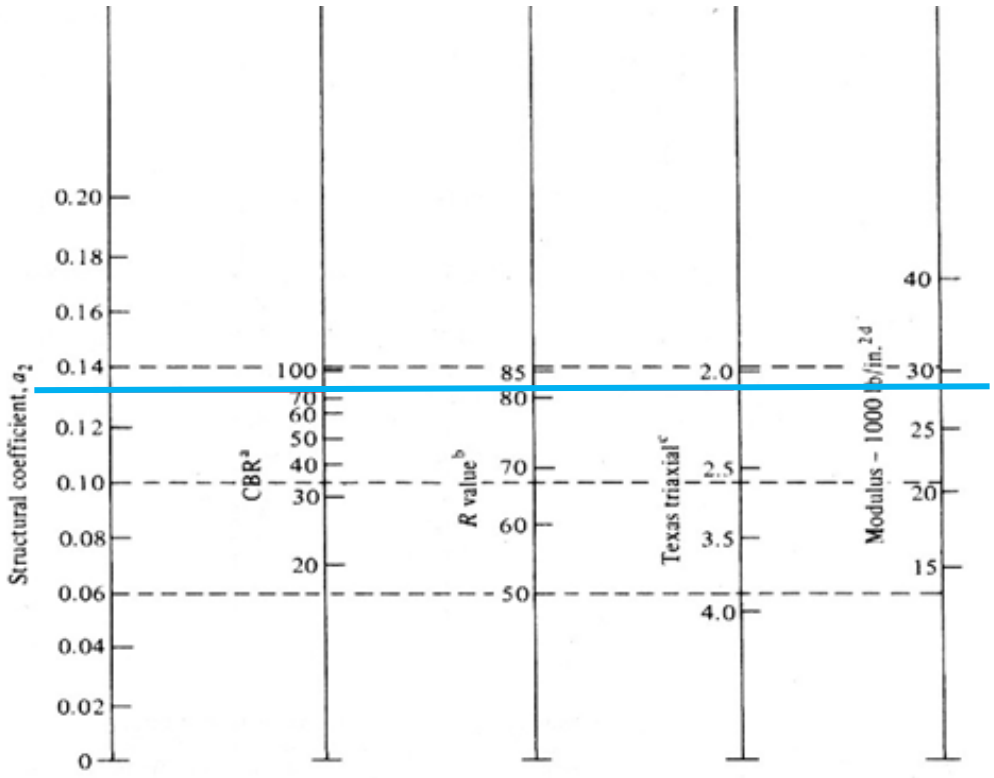
والأشكال (6-27) و (6-28) تبين معامل طبقة الإسفلت(asphalt) ومعامل طبقة (Base):



شكل (6-27) منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية(a1)

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

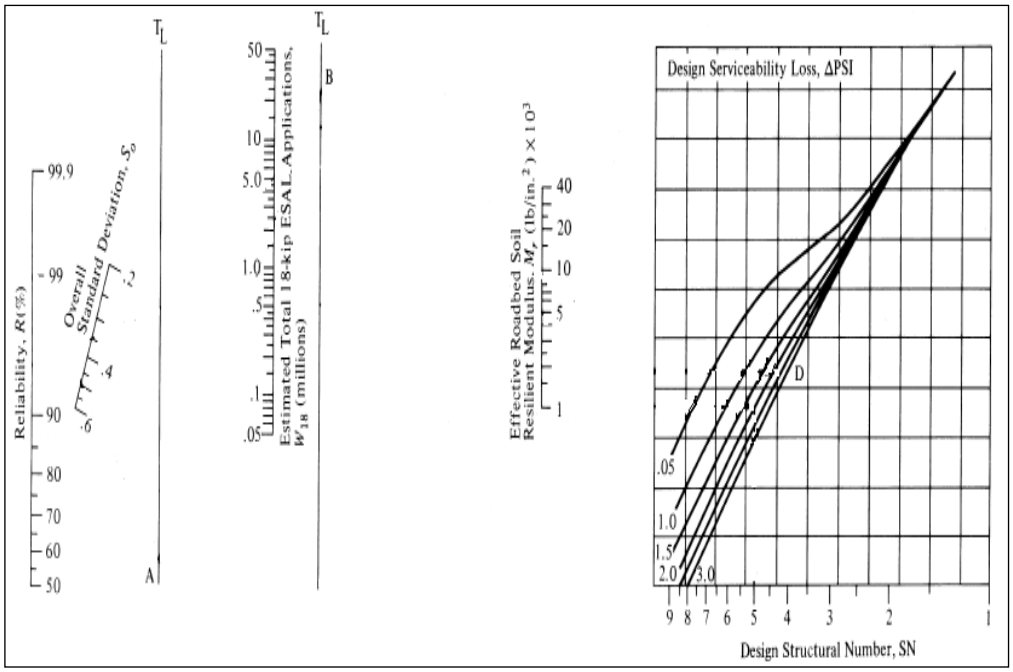
والشكل التالي يبين معامل طبقة (Base) الذي يستوجب معرفة قيمة (CBR),حيث أن هذه القيمة بعد إجراء التجربة كانت 120 , ولكن سوف يتم التصميم في أسوا الظروف في الموقع أي عند قيمة CBR مساوية 80.



شكل (6-28) a2 معامل طبقة (Base)[7]

وبما أن قيمة (CBR)مساوية 80,فان قيمة **a2** من الشكل (6-28) تكون مساوية **0.132.**

- ✓ يتم إيجاد الرقم الإنشائي لطبقة (asphalt) وطبقة (Base) عن طريق الشكل (6-29):



الشكل(6-29) منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN لطبقات الرصفة المرنة[7].

- يتم العمل على الشكل (6-29) عن طريق توقيع مقدار الموثوقية (R) المساوي 99%, ثم تم مد خط مستقيم يصل بين مدى الثقة وقيمة الانحراف المعياري المساوي 0.5 ليقطع الخط TL في النقطة (A),ثم يتم مد خط من النقطة (A) ليقطع النقطة (B) عند قيمة ESAL المحسوبة سابقا والمساوية (1349394.61) ثم نمد خط من B ليقطع منحنى SN ويمر في قيمة Mr للطبقات والتي تم الحصول علها من قيم CBR من الجدول (6-30),ثم يتم مد خط مستقيم ليقطع منحنى (2) وهو عبارة عن قيمة ΔPSI المحسوبة سابقا" ,ثم يتم قراءة قيمة (SN).

- إيجاد(SN) لطبقة (asphalt):

R= 99

S_0=0.5

ESAL= 1349394.61

CBR = 80 ومن الجدول رقم (6-11) يتم ايجاد قيمة Mrحيث أن :

CBR at(70) = 27000

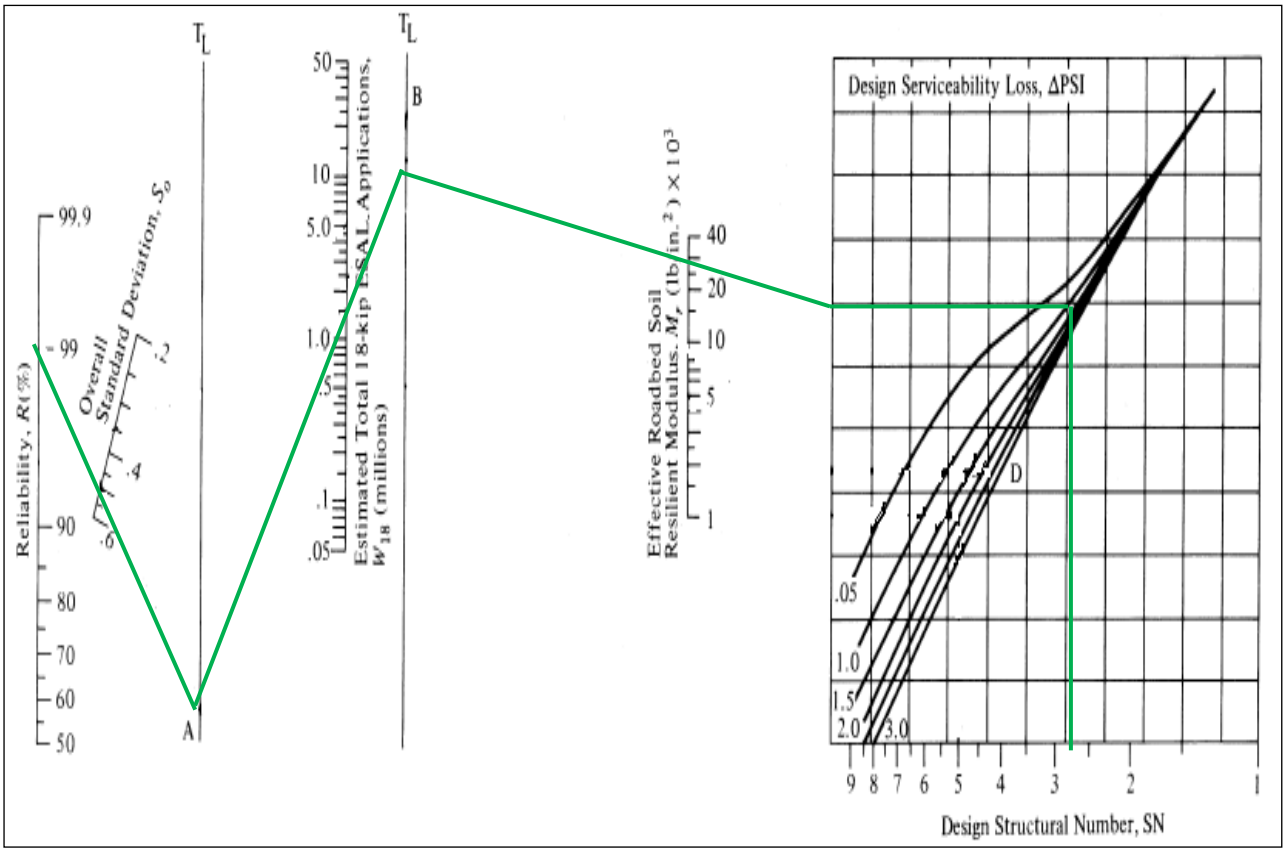
CBR at(80) = ?

CBR at(100) = 30000

يتم إيجاد قيمة (Mr at CBR=80) عن طريق عمل (Interpolation) كما يلي:

$$\frac{80-70}{x-27000} = \frac{100-70}{30000-27000}$$

وبالتالي فإن قيمة (Mr) الناتجة لطبقة الاسفلت (asphalt) تساوي 28000 Psi, ومن الشكل (6-11) يتم تحديد(SN_1):



الشكل(6-30) منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN1[7]

من الشكل (6-30) يتضح أن قيمة **SN1** تساوي **3.3**

والشكل (6-31) يوضح قيمة (SN_2):

R =99

S_0=0.5

ESAL=1349394.61

CBR = 80 ومن الجدول رقم (6-5) يتم ايجاد قيمة Mrحيث أن:

CBR at(70) = 27000

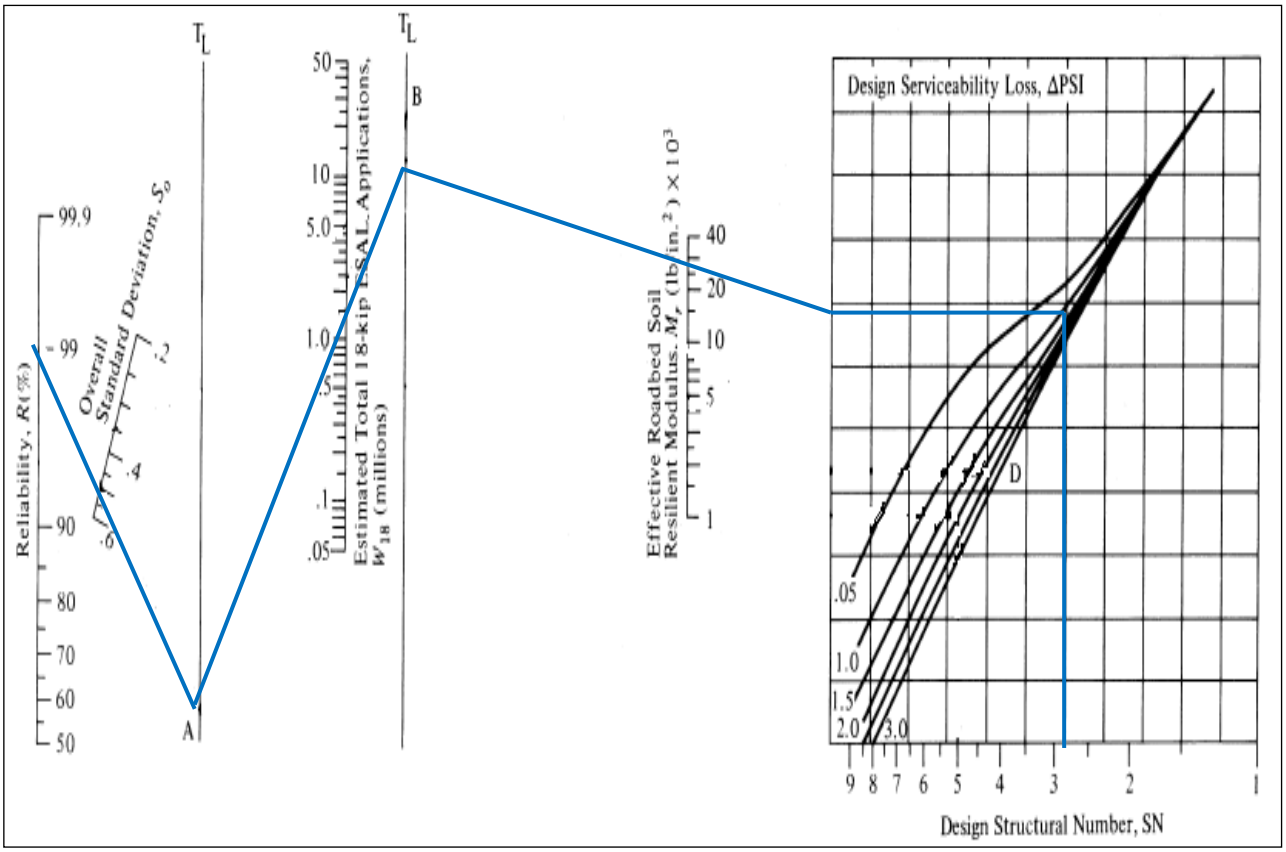
CBR at(58) = ?

CBR at(55) = 25000

يتم إيجاد قيمة (Mr at CBR=58) عن طريق عمل (Interpolation) كما يلي:

$$\frac{58-55}{x-25000} = \frac{70-50}{27000-25000} \rightarrow X = 25300$$

وبالتالي فإن قيمة (Mr) الناتجة لطبقة البيسكورس تساوي 25300 Psi, ومن الشكل (6-12) يتم تحديد(SN_2):



شكل (6-31) منحنى إيجاد قيمة (SN2)[7]

من الشكل (6-31) يتضح أن قيمة **SN_2** تساوي **3.4**

حسابات سماكة طبقات الرصفة المرنة :

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

$$D1=\frac{3.3}{0.46} = 7.17 \text{ in}$$

D1= 7.6*2.54=18.22 cm

Take D1=10 cm

$SN_1 = a_1 * D1$

SN1=0.46*4 →1.84 in

$SN_2 = SN_1 + a2\ m\ D2$

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

D2=$\frac{3.4-1.84}{0.132*0.8}$ =14.67 in

D2= 37.522 cm

Take D2 = 38cm → 14.96 in

SN2 = 1.84 + 0.132*0.8*14.96 → 3.42

SO (3.42 > 3.4)

الجدول (6-32) يبين سماكة طبقات الرصفة المرنة التي حصلنا عليها .

جدول (6-32) سماكة طبقات الرصفة المرنة[7]

الطبقة	السمك (سم)
Asphalt	**10**
Base corse	**38**

الفصل السابع

كميات الحفر و الردم وطبقات الرصف

7-1 جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار

7-2 حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع

7-3 حساب كميات الإسفلت وطبقة الأساس(Base Course) للمشروع

كميات الحفر والردم

1-7 جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار

Alignment: Alignment - 1
Start Sta: 0+00.000
End Sta: 1455.54

الجدول (7-1) : جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار

Fill and Cut						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+000.00	0.61	12.74	0.00	0.00	0.00	0.00
0+002.69	0.68	12.42	1.74	33.89	1.74	33.89
0+013.69	0.17	12.84	4.68	138.89	6.42	172.78
0+020.00	0.04	15.94	0.66	90.73	7.08	263.51
0+024.69	0.01	18.10	0.12	79.90	7.20	343.40
0+035.69	0.00	21.24	0.06	219.88	7.25	563.28
0+040.00	0.00	20.57	0.00	92.17	7.25	655.46
0+053.68	3.03	9.59	18.91	213.20	26.17	868.66
0+060.00	8.22	3.13	32.83	42.56	58.99	911.22
0+068.34	15.86	1.02	119.79	13.98	178.78	925.20
0+072.63	12.17	1.11	73.54	3.46	252.32	928.65
0+080.00	4.07	2.59	72.68	10.78	325.00	939.43
0+095.39	0.00	11.54	29.23	111.41	354.24	1050.84
0+100.00	0.00	11.53	0.00	55.41	354.24	1106.25
0+120.00	0.03	7.14	0.25	198.32	354.49	1304.57
0+121.85	0.04	7.19	0.05	14.40	354.54	1318.97
0+140.00	3.20	3.15	28.33	97.54	382.87	1416.50
0+146.40	5.56	3.30	29.08	19.58	411.95	1436.08
0+160.00	9.86	3.92	109.48	46.64	521.42	1482.72
0+180.00	13.81	4.52	250.10	80.35	771.53	1563.07

الجدول (7-2) : جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار

Fill and Cut						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+200.00	17.70	2.10	335.67	63.02	1107.20	1626.09
0+207.99	20.52	1.26	162.81	12.74	1270.01	1638.82
0+220.00	17.66	0.40	237.88	9.60	1507.89	1648.43
0+230.37	17.26	0.03	175.25	2.28	1683.14	1650.70
0+240.00	20.29	0.00	173.79	0.15	1856.93	1650.85
0+259.55	16.30	0.61	342.95	6.26	2199.88	1657.11
0+260.00	16.35	0.59	7.29	0.27	2207.17	1657.38
0+280.00	9.60	4.89	255.46	55.41	2462.63	1712.79
0+286.46	8.04	7.21	60.51	37.82	2523.13	1750.61
0+300.00	2.79	12.52	77.81	129.12	2600.94	1879.74
0+320.00	2.73	12.92	58.14	246.21	2659.08	2125.95
0+338.88	3.58	8.66	62.66	197.33	2721.75	2323.28
0+340.00	3.61	8.49	4.04	9.65	2725.79	2332.93
0+360.00	3.48	7.57	72.00	159.00	2797.79	2491.93
0+380.00	3.43	1.38	69.05	89.49	2866.85	2581.42
0+394.17	3.06	0.25	44.23	12.09	2911.07	2593.51
0+400.00	2.84	0.11	16.18	1.15	2927.26	2594.66
0+409.68	5.86	0.34	39.60	2.35	2966.86	2597.01
0+420.00	7.50	2.56	65.40	15.74	3032.27	2612.75
0+440.00	2.78	7.08	105.54	94.42	3137.81	2707.17

الجدول (3-7) : جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار

Fill and Cut						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+440.83	1.78	7.26	1.90	5.99	3139.71	2713.16
0+457.97	0.00	18.32	16.81	212.21	3156.52	2925.37
0+460.00	0.00	17.52	0.00	35.45	3156.52	2960.82
0+480.00	0.00	19.23	0.00	365.02	3156.52	3325.84
0+499.39	0.00	12.92	0.00	314.16	3156.53	3640.00
0+500.00	0.00	12.45	0.00	7.77	3156.53	3647.76
0+520.00	0.12	7.28	1.09	201.10	3157.62	3848.86
0+528.49	0.73	3.12	3.25	45.43	3160.86	3894.30
0+540.00	1.82	2.22	13.80	31.36	3174.66	3925.65
0+560.00	0.33	3.25	21.48	54.71	3196.14	3980.36
0+568.50	0.42	1.12	3.20	18.41	3199.34	3998.77
0+580.00	0.73	0.94	6.72	11.47	3206.06	4010.24
0+600.00	0.11	2.90	8.56	37.88	3214.62	4048.12
0+620.00	0.32	0.63	4.42	34.91	3219.04	4083.02
0+640.00	4.22	0.00	45.26	6.19	3264.29	4089.22
0+642.40	5.24	0.00	11.32	0.00	3275.62	4089.22
0+652.35	8.28	0.32	66.85	1.62	3342.47	4090.84
0+660.00	11.50	0.00	75.64	1.21	3418.11	4092.04
0+663.40	13.45	0.02	42.45	0.04	3460.56	4092.08
0+674.46	15.55	0.41	160.27	2.37	3620.83	4094.46

الجدول (7-4) : جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار

Fill and Cut						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+679.17	14.09	1.65	69.92	4.85	3690.75	4099.31
0+680.00	13.74	2.07	11.51	1.54	3702.26	4100.85
0+690.17	16.62	0.20	154.41	11.55	3856.67	4112.39
0+700.00	18.91	0.16	174.56	1.78	4031.23	4114.17
0+701.17	19.32	0.19	22.41	0.20	4053.64	4114.38
0+712.17	19.79	0.05	219.13	1.25	4272.77	4115.63
0+720.00	24.66	0.00	177.57	0.18	4450.35	4115.81
0+729.77	21.09	0.02	227.17	0.08	4677.52	4115.88
0+740.00	21.67	0.00	221.15	0.08	4898.66	4115.96
0+740.77	22.48	0.00	16.91	0.00	4915.58	4115.96
0+751.77	24.02	0.00	255.78	0.00	5171.36	4115.96
0+760.00	20.38	0.00	182.80	0.00	5354.16	4115.96
0+762.77	19.15	0.00	54.68	0.00	5408.84	4115.96
0+780.00	12.19	0.00	270.10	0.00	5678.94	4115.96
0+797.01	7.66	0.00	168.87	0.00	5847.80	4115.96
0+800.00	6.36	0.00	20.95	0.00	5868.75	4115.96
0+808.01	2.76	0.00	36.56	0.00	5905.31	4115.96
0+819.01	0.14	1.27	15.96	6.98	5921.28	4122.95
0+820.00	0.11	1.64	0.12	1.43	5921.40	4124.38
0+830.01	0.01	6.69	0.56	42.14	5921.96	4166.52

الجدول (7-5) : جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار

Fill and Cut						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+840.00	0.05	8.99	0.25	79.95	5922.21	4246.47
0+847.87	0.18	8.33	0.76	70.47	5922.97	4316.94
0+860.00	3.04	4.29	17.82	79.53	5940.79	4396.47
0+880.00	4.47	4.93	75.10	92.20	6015.89	4488.67
0+900.00	8.84	4.20	137.72	88.52	6153.61	4577.19
0+903.54	3.61	4.64	26.42	12.95	6180.03	4590.14
0+920.00	0.32	5.98	38.61	76.60	6218.64	4666.73
0+925.65	0.71	5.05	3.55	28.29	6222.19	4695.02
0+936.65	0.06	5.23	4.87	53.53	6227.06	4748.56
0+940.00	0.00	5.75	0.11	18.37	6227.17	4766.92
0+947.65	0.57	4.54	2.20	39.35	6229.37	4806.27
0+958.65	0.38	5.98	5.26	57.88	6234.63	4864.15
0+960.00	0.35	6.27	0.50	8.26	6235.13	4872.40
0+980.00	0.00	7.76	3.54	140.31	6238.67	5012.71
1+000.00	0.00	15.17	0.00	229.26	6238.67	5241.97
1+006.97	0.00	16.44	0.00	110.09	6238.67	5352.06
1+017.97	0.00	21.63	0.00	209.34	6238.67	5561.40
1+020.00	0.00	22.60	0.00	44.95	6238.67	5606.35
1+028.97	0.00	22.59	0.00	202.62	6238.67	5808.97
1+039.97	0.00	24.29	0.00	256.23	6238.67	6065.21

الجدول (7-6) : جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار

Fill and Cut						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
1+040.00	0.00	24.26	0.00	0.80	6238.67	6066.01
1+054.57	0.00	24.69	0.00	353.41	6238.67	6419.42
1+060.00	0.00	26.65	0.00	138.13	6238.67	6557.55
1+080.00	0.00	33.36	0.00	599.67	6238.67	7157.22
1+095.49	0.00	39.28	0.00	564.13	6238.67	7721.36
1+100.00	0.00	42.35	0.00	185.18	6238.67	7906.54
1+108.53	0.00	40.63	0.00	356.04	6238.67	8262.58
1+119.53	0.00	38.48	0.00	436.68	6238.67	8699.26
1+120.00	0.00	38.18	0.00	17.92	6238.67	8717.18
1+130.53	0.00	35.32	0.00	387.05	6238.67	9104.23
1+140.00	0.00	31.17	0.00	314.73	6238.67	9418.95
1+141.53	0.00	29.09	0.00	46.17	6238.67	9465.13
1+160.00	0.00	21.64	0.00	468.45	6238.67	9933.58
1+171.84	0.00	16.27	0.00	224.96	6238.67	10158.54
1+180.00	0.00	10.58	0.00	110.01	6238.67	10268.55
1+183.17	0.01	9.20	0.02	31.34	6238.69	10299.89
1+194.50	0.35	6.25	2.06	87.57	6240.75	10387.45
1+200.00	0.74	6.53	3.06	34.80	6243.82	10422.25
1+200.17	0.73	6.68	0.12	1.12	6243.94	10423.37
1+220.00	3.00	2.78	37.75	92.73	6281.69	10516.10

الجدول (7-7) : جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار

Fill and Cut						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
1+232.20	0.19	4.88	19.83	46.14	6301.52	10562.24
1+240.00	0.02	7.24	0.84	47.04	6302.36	10609.28
1+247.74	0.00	5.98	0.07	51.94	6302.43	10661.23
1+250.32	0.00	6.17	0.00	15.74	6302.43	10676.97
1+260.00	0.00	8.62	0.00	72.71	6302.43	10749.68
1+261.32	0.00	7.18	0.00	10.41	6302.43	10760.09
1+272.32	0.00	5.73	0.03	71.00	6302.45	10831.09
1+280.00	0.03	8.77	0.12	55.68	6302.57	10886.77
1+283.32	0.08	11.60	0.17	33.78	6302.75	10920.55
1+297.89	0.00	5.64	0.57	125.61	6303.32	11046.17
1+300.00	0.00	4.85	0.00	11.09	6303.32	11057.25
1+308.89	0.03	6.70	0.12	51.33	6303.44	11108.59
1+319.89	0.81	3.79	4.60	57.70	6308.04	11166.29
1+320.00	0.83	3.75	0.09	0.43	6308.13	11166.71
1+330.89	3.65	0.72	25.18	23.78	6333.31	11190.49
1+340.00	6.95	0.03	50.03	3.26	6383.34	11193.76
1+348.18	1.27	1.48	34.76	5.90	6418.10	11199.66
1+360.00	0.00	12.71	7.76	83.55	6425.86	11283.21
1+378.05	0.00	30.81	0.00	393.30	6425.86	11676.51
1+378.66	0.00	31.29	0.00	18.93	6425.86	11695.45

الجدول (7-8) : جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار

Fill and Cut						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
1+380.00	0.00	32.27	0.00	42.71	6425.86	11738.16
1+393.32	0.00	39.59	0.00	481.82	6425.86	12219.98
1+400.00	0.00	43.12	0.00	279.54	6425.86	12499.53
1+403.55	0.00	44.21	0.00	157.55	6425.86	12657.08
1+420.00	0.00	37.09	0.00	676.59	6425.86	13333.67
1+440.00	0.23	15.71	2.41	522.20	6428.28	13855.87
1+441.77	0.37	14.35	0.63	25.06	6428.90	13880.93
1+445.87	1.16	11.28	3.67	49.00	6432.57	13929.93
1+455.54	1.22	7.32	12.94	84.70	6445.51	14014.63

2-7 حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع

الحجم الكلي للحفر =14014.63* 1.1 (حيث 1.1 معامل الانتفاخ للتربة)

= 15416.093متر مكعب

الحجم الكلي للردم =6445.51* 1.1

= 7090.061 متر مكعب

3-7 حساب كميات الاسفلت وطبقة الأساس(Base Course) للمشروع

يبلغ طول الطريق 1455.54 م وكما تم حساب سمك الإسفلت10 سم، و كثافة طبقة الإسفلت 2.62 غم/ سم^{3}حيث سيتم حساب تكلفة طبقة الإسفلت على طول الطريق ,حيث تحسب مساحة المسارب المراد تعبيدها كما يلي :

مساحة المسارب = طول الطريق * (عرض المسارب (مسربين)+ المسافة بينهما)

مساحة المسارب =1456 * (3.6+3.6+2+0.30+ 2)

= 16744 متر مربع

بعد معرفة مساحة المسربين سوف يتم حساب حجم الإسفلت كما يلي:

حجم الإسفلت= مساحة المسارب × سمك طبقة الإسفلت

= 16744 م^2 * 0.10= **1674.4 متر مكعب**

أما حجم طبقة الأساس، فكما هو موضح في الفصل السادس وجدنا ان سمك طبقة الاساس المناسب 40 سم

أذا:

مساحة مسطح طبقة الأساس = 1456 * (3.6+3.6+2+2+0.50+0.30)

= 17472 م^2

حساب حجم طبقة الأساس كما يلي:

حجم طبقة الأساس = مساحة المسارب × سمك طبقة الأساس

= 17472م^2 * 0.40 = **6988.8 م^3**

الفصل الثامن

التكلفة

8- 1 التكلفة

8-1-1 التكلفة النهائية للمشروع

8-1-2 ملخص التكلفة الكلية للمشروع

التكلفة

1-10 التكلفة

يعد موضوع التكلفة والعطاء بالغ الاهمية، لتأثيره على تنفيذ المشاريع الهندسية حيث ان هدفه الاساسي هو وضع القواعد التعاقدية وتقويم الاعمال الهندسية وفقا لهذه القواعد، الامر الذي يساعد كثي ا ر على انجاح تنفيذ المشايع الهندسية ضمن المدة والكلفة والجودة المطلوبة والابتعاد عن المنازعات والخلافات بين أطراف العقد.

1-1-10 التكلفة النهائية للمشروع:

أنه لمن الضروري معرفة مقدار التكلفة لأي مشروع وذلك 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 الرصف على طول الطريق كما ويتم حساب تكلفة المواد والعناصر الانشائية للطريق.

2-1-10 ملخص التكلفة الكلية للمشروع:

لحساب تكلفة طبقة الإسفلت والاساس تم اعتماد الأسعار الموجودة في بلدية الخليل وهي أسعار العطاءات التي جاري تنفيذها في مشاريع مشابهة في بلدية الخليل، حيث أن سعر المتر المربع من الإسفلت المشغول = 12.1 $ والمتر المربع من طبقة الاساس المطلوبة للمشروع حسب شركة العسيلي للمقاولات = 5.3 $

تكلفة الإسفلت = مساحة المسارب * 12.1 $

16744= م^2 * 12.1 = 202602.4 $

تكلفة طبقة الاساس =) مساحة مسطح طبقة الاساس) * 5.3 $

= 17472 م^2 * 5.3 = 92601.6 $

التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق: بعد الرجوع الى بلدية ترقوميا لمعرفة التكلفة لصيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأدوات والأيدي العاملة كانت هذه القيمة 17$

التكلفة الكلية للصيانة = مساحة الإسفلت * سعر صيانة المتر المربع الواحد للإسفلت

= 16744 * 17 = 284648$

جدول (8-1) تكاليف المواد المستخدمة في المشروع

Item	Description	Unit	Quantity	Price from the one unit (shekels)	Price
1	Bill No. 1 - Excavation and Earthworks				
1.1	Excavation and Earthworks	Cu m	7090.061	12	85080.732
1. 2	Embankment Construction	Cu m	15416.09	12	184993.116
2	Bill No. 2 - Sub-Base and Base Course				
2.1	Base Course	Sq m	17472.00	16	279552
3	Asphalt Works				
3.1	Prime coat MC	Sq m	16744	5	83720
3.2	Prime coat RC	Sq m	16744	3	50232
3.3	First Asphalt Layer	Sq m	16744	42	703248
3.4	Final Asphalt Layer	Sq m	16744	39	653016
4	Signs	Num	17	840	14280
5	Continuous or intermittent lines in white and yellow width 15 cm.	L.m	5824	2.5	14560
				Total =	2068682

الفصل التاسع

النتائج والتوصيات

1-9 النتائج

2-9 التوصيات

النتائج والتوصيات

1-9 نتائج المشروع:

١) القيام بعمل مضلع وحساب إحداثيات محطاته بالاعتماد على نقاط GPS وتصحيحها من اجل الانطلاق منها لرصد تفاصيل الطريق والمعالم ا لموجودة به.
٢) رفع الطريق بشكل كامل والحصول على مخططات تفصيلية للطريق.
٣) القيام بعمل الفحوصات المخبرية لطبقات الطريق.
٤) تجهيز التصميم الإنشائي للطريق والحصول على سماكات الطبقات بالاعتماد على الفحوصات المخبرية.
٥) تجهيز كافة التصميمات الأفقية والرأسية وكافة المعلومات اللازمة لتوقيعها، و إعداد المخططات المتعلقة بذلك.
٦) رسم المقطع التصميمي الطولي والعرضي للطريق.
٧) حساب حجوم الكميات من حفر وردم ,وحجوم طبقات الإسفلت و رسم المنحنى الكمي التراكمي.
٨) حساب التكلفة التقديرية وتجهيز وثائق العطاء.

2-9التوصيات:

1- نحث الجامعة على التواصل مع مؤسسات وبلديات المجتمع المدني لطرح مشاريع تخرج تهم هذه المؤسسات.

2 - ندعو إلى تدريب الطلبة على تطبيقات البرامج الحديثة في المجالات المختلفة عن طريق وجود مرونة في الخطط التدريسية.

3 - إعداد مواصفات للطرق خاصة بالأراضي الفلسطينية.

4- نوصي بلدية ترقوميا بإعادة تأهيل طريق السهل الجديد وإعارته كثير من الاهتمام باعتباره طريق يصل بين منطقتين حيويتين وهما منطقة وسط ترقوميا و منطقة ام الطي .

5- نوصي بلدية ترقوميا بتحديد باقي الطرق المحلية الموجودة في المدينة والتي هي بحاجة لإعادة تأهيل.

6- نوصي بلدية ترقوميا بتصميم شبكة منفصلة لتصريف مياه الصرف الصحي تخص طريق السهل الجديد وتحديد وضع بقية شبكات التصريف في المدينة و إنشاء شبكات جديدة.

7 - نوصي بلدية ترقوميا بإعادة رصف طريق السهل الجديد وجميع الطرق المحلية التي هي بحاجة لذلك.

8- عمل دورات مدعومة من قبل لجامعه لتأهيل لطلبتها لخريجين.

.

المراجع :

[1] روحي شريف،" البسيط في تصميم وانشاء الطرق"، الجزء الأول،عمان، الاردن، 1981 .

[2]مصطفى مراد الدباغ ,"بلادنا فلسطين", الجزء الثالث, 1991 .

[3]محمد فطافطة ," دليل بلدية ترقوميا" , الطبعة الثانية 2009

[4] www.google.com

[5] صورة جوية لمنطقة الدراسة لسنة 2020

[6] يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان،1978 .

[7] American Association (AASHTO) "Green Book" . 7th edition. 2011

[8] سالم, محمود توفيق ، "هندسة النقل والمرور" ، دار الراتب الجامعية، لبنان 1985.

ملحق رقم (ج) : تقرير الاحداثيات

ج

جدول يظهر به تقرير الاحداثيات لنقاط (contral point)

Survey Report

Job name	mahameed
Version	610
Start date:	05 Jul 2021
End date:	05 Jul 2021
Distance Units	Meters
Angle units	Degrees
Pressure Units	inHg
Temperature Units	Fahrenheit

Coordinate system (Job)

System	Israel Map Grid
Zone	Palastine New Grid
Datum	Israel New Grid (ITM) (1)

Projection

Projection	Transverse Mercator
Origin lat	31°44'03.81700"N
Origin long	35°12'16.26100"E
False northing	126907.390
False easting	169529.584
Scale	1.00000670
South azimuth (grid)	No
Grid coords	Increase North-East

Local site

Type	Grid

Datum transformation

Type	Seven parameter
Semi-major axis	6378137.000
Flattening	298.257223
Rotation X	0°00'00.3306"
Rotation Y	0°00'01.8571"
Rotation Z	0°00'01.6483"
Translation X	-23.809
Translation Y	-17.594
Translation Z	-17.801
Scale	5.43740ppm

Vertical adjustment

Geoid file	ilum12

Collected Field Data

Note	Created by version 6.1.1.19, T41 (13005530015).

Corrections

South azimuth (grid)	No
Grid coords	Increase North-East
Magnetic declination	0°00'00"
Distances	Grid
Neighborhood adjustment	Off

Projection

Projection	Transverse Mercator
Origin lat	90°00'00.00000"S
Origin long	72°00'00.00000"W
False northing	0.000
False easting	1500000.000
Scale	1.00000000

Local site

Type	Grid

Datum transformation

Type	Three parameter
Semi-major axis	6378137.000
Flattening	298.257223
Translation X	148.000
Translation Y	-136.000
Translation Z	-90.000

Vertical adjustment

Geoid file	ilum12

Coordinate system

System	Argentina/Campo Inchauspe
Zone	Faja 1
Datum	Campo Inchauspe (Argentina)

Point	VRS1	Latitude	31°33'33.21384"N	Longitude	35°01'16.72056"E	Height	652.258	Description	Base Setup
Note	Geodetic coordinates set by base setup remote rover base position.								
Point	VRS2	Latitude	31°33'33.19950"N	Longitude	35°01'16.73088"E	Height	652.883	Description	Base Setup
Note	Geodetic coordinates set by base setup remote rover base position.								

GPS receiver

Receiver type	Unknown
Serial number	
Firmware version	0
Antenna type	Unknown Broadcast
Measurement method	
Tape adjustment	0.000
Horizontal offset	0.000
Vertical offset	0.000

Base point

Point	VRS2	Antenna height	0.000	Type	Corrected				

GPS receiver

Receiver type	SP60
Serial number	5610551408
Firmware version	3.87
Antenna type	SPP101861
Measurement method	
Tape adjustment	0.000
Horizontal offset	0.000
Vertical offset	0.069

Point	3	ΔX	0.987	ΔY	0.738	ΔZ	0.770	Description	
Antenna	1.450	Type	Uncorrected	Hz Prec	0.002	Vt Prec	0.003	Solution	NetworkFix

height									
QC 1		Satellites	17	PDOP	0.9	HDOP	0.4	VDOP	0.8
		RMS	111.111	Positions used	423				
QC 2		Satellites	17	VCV xx (m²)	0.000001	VCV xy (m²)	0.000001	VCV xz (m²)	0.000001
		Error scale (m)	0.021			VCV yy (m²)	0.000001	VCV yz (m²)	0.000001
								VCV zz (m²)	0.000001

Point	VRS7	Latitude	31°33'47.83260"N	Longitude	35°00'58.76016"E	Height	570.012	Description	Base Setup
Note	Geodetic coordinates set by base setup remote rover base position.								

GPS receiver

Receiver type	Unknown
Serial number	
Firmware version	0
Antenna type	Unknown Broadcast
Measurement method	
Tape adjustment	0.000
Horizontal offset	0.000
Vertical offset	0.000

Base point

Point	VRS7	**Antenna height**	0.000	**Type**	Corrected				

GPS receiver

Receiver type	SP60
Serial number	5610551408
Firmware version	3.87
Antenna type	SPP101861
Measurement method	
Tape adjustment	0.000
Horizontal offset	0.000
Vertical offset	0.069

Point	4	**ΔX**	1.080	**ΔY**	0.749	**ΔZ**	0.815	**Description**	
Antenna height	1.450	**Type**	Uncorrected	**Hz Prec**	0.001	**Vt Prec**	0.002	**Solution**	NetworkFix
QC 1		**Satellites**	14	**PDOP**	1.0	**HDOP**	0.4	**VDOP**	0.9
		RMS	126.316	**Positions used**	923				
QC 2		**Satellites**	14	**VCV xx (m²)**	0.000001	**VCV xy (m²)**	0.000001	**VCV xz (m²)**	0.000001
		Error scale (m)	0.024			**VCV yy (m²)**	0.000001	**VCV yz (m²)**	0.000001
								VCV zz (m²)	0.000001

Note	Record deleted at 13:25:20 on 7/5/2021
Note	Record deleted at 13:25:14 on 7/5/2021
Note	Opened by version 6.1.1.19, T41 (13005530015).

Point	VRS1	**North**	107458.328	**East**	152069.681	**Elevation**	632.861	**Description**	Base Setup
Point	VRS2	**North**	107457.886	**East**	152069.953	**Elevation**	633.486	**Description**	Base Setup
Point	1	**North**	107457.898	**East**	152069.954	**Elevation**	633.505	**Description**	
Point	VRS3	**North**	107547.521	**East**	151985.731	**Elevation**	625.688	**Description**	Base Setup
Point	VRS4	**North**	107547.523	**East**	151985.758	**Elevation**	625.628	**Description**	Base Setup
Point	VRS5	**North**	107547.507	**East**	151985.708	**Elevation**	625.638	**Description**	Base Setup
Point	2	**North**	107547.526	**East**	151985.765	**Elevation**	625.628	**Description**	
Point	VRS6	**North**	107605.240	**East**	151930.015	**Elevation**	615.122	**Description**	Base Setup
Point	3	**North**	107605.251	**East**	151930.053	**Elevation**	615.056	**Description**	
Point	VRS7	**North**	107909.392	**East**	151596.780	**Elevation**	550.624	**Description**	Base Setup
Point	4	**North**	107909.399	**East**	151596.774	**Elevation**	550.652	**Description**	