بسم الله الرّحمن الرّحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كليّة الهندسة المدنية والمعمارية

مشروع تخرج بعنوان :

اعادة تأهيل وتصميم شارع واد البير

فريق العمل

حسن محمود عجارمة **يوسف محمود عواودة** **نائل عاهد قزاز**

إشراف :

م. مصعب شاهين.

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2016 -2017م

فهرس المحتويات

الفصل الأول ---------- 1
مقدمة عامة ---------- 1
1.1 مقدمة: ---------- 2
2.1 لمحة عن بلدة إذنا: ---------- 2
3.1 فكرة المشروع: ---------- 4
4.1 موقع المشروع : ---------- 5
5.1 أهداف المشروع : ---------- 5
6.1 هيكلية المشروع : ---------- 5
7.1 التصنيفات والأدوات المستخدمة : ---------- 6
8.1 الصعوبات والعوائق : ---------- 7
9.1 الدراسات السابقة : ---------- 7
10.1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة : ---------- 7
11.1 الحدود الزمنية للمشروع : ---------- 8
الفصل الثاني ---------- 10
نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) و الرفع التفصيلي ---------- 10
1.2 مقدمة : ---------- 10
2.2 أقسام علم المساحة: ---------- 10
1.2.2 المساحة الأرضية : ---------- 10
1.1.2.2 المساحة المستوية (Plane survey) ---------- 11
2.1.2.2 أعمال المساحة التفصيلية في الطرق ---------- 12
3.2 نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) ---------- 16
1.3.2 مقدمة: ---------- 16
2.3.2 طرق الرصد : ---------- 17
4.2 التصحيح في ال GPS: ---------- 19
الفصل الثالث ---------- 21
مشاكل الطريق والحلول المقترحة ---------- 21
1.3 مقدمة : ---------- 21
2.3 المشاكل الخاصة بالطريق والحلول المقترحة لها : ---------- 22
1.2.3 الأهداف المرجوة من تشخيص المشاكل ووضع الحلول الملائمة لها: ---------- 22
2.2.3 أهم المشاكل الموجودة في الطريق: ---------- 22
1.2.2.3 ضيق الطريق : ---------- 22
2.2.2.3 سوء تصريف مياه السطح : ---------- 24

3.2.2.3 عدم وجود إضاءة للشارع ---------- 25
4.2.2.3 عدم وجود اللافتات الإرشادية خصوصاً قبل المنحنيات---------- 26
5.2.2.3 استملاك الأراضي من قبل المواطنين---------- 27
الفصل الرابع---------- 29
الفحوصات المخبرية---------- 29
1.4 المقدمة: ---------- 28
2.4 أهداف فحوصات التربة: ---------- 29
3.4 عينات التربة: ---------- 29
1.3.4 أماكن استخراج العينات: ---------- 29
2.3.4 أخذ العينات: ---------- 29
3.3.4 تعبئة العينات: ---------- 30
4.4 التجارب المخبرية: ---------- 30
1.4.4 التحليل بالمناخل (sieve analysis):---------- 30
2.4.4 حدود اتربرغ (حد السيولة واللدونة للتربة): ---------- 30
3.4.4 تجربة الكثافة العظمى (Proctor compaction test):---------- 33
1.3.4.4 الهدف من التجربة:---------- 33
2.3.4.4 طريقة العمل:---------- 33
4.4.4 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR): ---------- 34
1.4.4.4 فريق المشروع أثناء الاختبارات: ---------- 38
2.4.4.4 القراءات والنتائج:---------- 39
الفصل الخامس ---------- 40
التصميم الإنشائي للطريق ---------- 40
1.5 المرور : ---------- 41
1.1.5 المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي ((AADT : ---------- 41
2.1.5 المتوسط اليومي لحجم المرور ((ADT ---------- 41
2.5 الهدف من دراسة حجم المرور : ---------- 41
3.5 طرق جمع البيانات عن حجم المرور: ---------- 41
1.3.5 الطريقة اليدوية:---------- 41
4.5 الدراسات اللازمة لمسح الحجم المروري للمشروع ---------- 42
1.4.5 عمر الطريق :---------- 42
2.4.5 السير الحالي والمستقبلي :---------- 42
5.5 سعة الطريق: ---------- 43
6.5 تعداد المركبات : ---------- 44
7.5 حساب الأوزان المحورية القياسية---------- 46

8.5 حساب سماكة الطبقات: ---------- 49
1.8.5 حساب العامل المناخي: ---------- 49
2.8.5 قيمة (soil support value-S): ---------- 49
3.8.5 قيمة (SN): ---------- 50
4.8.5 سماكة الطبقات ---------- 51
الفصل السادس ---------- 55
التصميم الهندسي للطريق ---------- 55
1.6 مقدمة: ---------- 55
2.6 أصناف الطرق: ---------- 56
1.2.6 طرق حضرية: ---------- 56
2.2.6 طرق ريفية: ---------- 57
3.6 أسس التصميم الهندسي: ---------- 59
1.3.6 سرعة التصميم: ---------- 59
2.3.6 عرض الحارة وعدد المسارب: ---------- 60
3.3.6 أرصفة المشاة: ---------- 60
4.3.6 البردورات: ---------- 61
5.3.6 قطاع الطريق: ---------- 62
6.3.6 الميول العرضية: ---------- 63
7.3.6 الميول الطولية: ---------- 63
4.6 المنحنيات: ---------- 63
1.4.6 المنحنيات الأفقية: ---------- 64
1.1.4.6 المنحنى الدائري البسيط: ---------- 64
2.4.6 المنحنيات الرأسية : ---------- 65
5.6 التعلية : ---------- 69
6.6 القوة الطاردة المركزية : ---------- 69
7.6 القطاعات : ---------- 70
الفصل السابع ---------- 73
خدمات الطريق ---------- 73
1.7 مقدمة ---------- 75
2.7 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking): ---------- 75
1.2.7 الخطوط ---------- 75
2.2.7 الأسهم : ---------- 76
3.2.7 الإشارات ---------- 76
1.3.2.7 أنواع الإشارات : ---------- 76

3.7 الإنارة على الطريق :----------79
1.3.7فوائد الإنارة :----------79
2.3.7 مواصفات الإنارة : ----------79
3.3.7 ارتفاع أعمدة الإنارة: ----------79
4.3.7 المسافة بين أعمدة الإنارة:----------79
الفصل الثامن ----------81
النتائج والتوصيات ----------81
1.8 مقدمة عامة : 82
2.8 النتائج العامة : ----------82
3.8 التوصيات :----------83
الملحقات ----------84
المراجع----------87

فهرس الأشكال

رقم الشكل	البيان	رقم الصفحة
1-1	صورة تبين الموقع العام لبلدة اذنا	3
2-1	صورة تبين الطريق قيد الدراسة	4
3-1	صورة تبين الطريق قيد الدراسة	4
1-2	نظام المحطة الافتراضي	16
2-2	عملية الرصد الثابت	17
3-2	نظام المحطة الافتراضية	18
1-3	ضيق الطريق	22
2-3	العبارات الواجب توافرها في الطريق	24
3-3	مدخل الطريق	25
4-3	لافتات تحذيرية	26
1-4	حدود أتربرغ	30
2-4	العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة	33
3-4	جهاز فحص CBR	35
4-4	عينة التربة بعد التجربة	36
5-4	صور الفريق أثناء عمل التجارب	37
1-5	S-soil support value	48
2-5	قيمة المعامل SN	49
1-6	أنواع الطرق الحضرية	55
2-6	أنواع الطرق الريفية	56
3-6	مقطع أفقي للطريق يبين المسارب والرصيف	58
4-6	أرصفة المشاة	59
5-6	قطاع الطريق	60
6-6	قطاع الطريق	60
7-6	منحنى افقي	62
8-6	المنحنى الدائري البسيط	62
9-6	المنحنى الرأسي	64
10-6	عناصر المنحنى الرأسي	65
11-6	التعلية في المنحنيات	67
12-6	القوة الطاردة المركزية	68
13-6	التقاطع في بداية الطريق	69
14-6	التقاطع في بداية الطريق	69

1-7	أنواع الخطوط في علامات المرور	75
2-7	أنواع الأسهم في علامات المرور	76
3-7	اشارات المرور المستخدمة في الطريق	77

فهرس الجداول

رقم الجدول	البيان	رقم الصفحة
1-1	الجدول الزمني للمشروع	8
1-4	قراءات حد السيولة	31
2-4	قراءات حد اللدونة	32
3-4	قيم الكثافة الرطبة	33
4-4	قيم تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد(USC والأشتو)	34
5-4	المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والاردن	35
6-4	قراءات تجربة CBR	38
1-5	تسميات قانون حجم المرور اليومي التصميمي	42
2-5	سعة الطريق حسب مواصفات(AAshto)	42
3-5	العد المروري	43
4-5	تسميات رموز قانون ESAL	45
5-5	نسبة المركبات في المسرب الواحد Fd	45
6-5	معدل النمو Gf	46
7-5	معامل المركبات لحساب الأحمال المرورية	47
8-5	تسميات رموز معادلة SN	50
9-5	قيمة المعامل a1	51
10-5	قيمة المعامل a2	51
11-5	سماكة الطبقات	52
1-6	السرعة التصميمية	57
2-6	رموز معادلات المنحنى الأفقي	63
3-6	رموز معادلات المنحنى الرأسي	65
4-6	رموز معادلة القوة الطاردة المركزية	68
1-7	اشارات المشروع	77
2-7	الخطوط المستخدمة في المرور	78
3-7	توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق	80
1-8	سماكات الطبقات	82
2-8	كميات المشروع	82
3-8	التكلفة التقديرية للمشروع	83

فهرس الملاحق

الرقم	البيان	رقم الصفحة
أ	مخطط يبين مدى ضيق الطريق	85
ب	صورة جوية لمنطقة المشروع	86

الفصل الأول

مقدمة عامة

1.1 مقدمة:

إن تقدم ورقي وتطور الشعوب يعتمد اعتمادا كليا على التطور بالبنية التحتية التي تتمثل في الطرق و يعتبر علم المساحة هو الأساس لتخطيط وتنفيذ ومتابعة إنشاء الطرق, من هنا ونتيجة لمتطلب التخرج سعينا إلى اختيار احد الطرق في بلدة إذنا وهو الطريق الواقع في المنطقة الغربية من القرية والذي يصل بين منطقتي واد البير وخلة الغامقة حيث يبلغ طوله حوالي 1500م حيث سيقوم فريق البحث بعمل التصميم الهندسي للطريق والتصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية وحساب المساحات والحجوم لكميات الحفر والردم والتكلفة والعطاء.

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المراد إنشاء الطريق فيها ، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا ، و إعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها سواء أكانت هذه الطرق تصل بين المدن أو بين الأقطار المجاورة ، او بين المدن والقرى أو بين القرى نفسها ، أو كانت توصل إلى المناطق السياحية والزراعية وغيرها للوصول إلى التصميم الهندسي المناسب للطريق ، حيث يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية وعرض المسارب والانحدارات.[1]

2.1 لمحة عن بلدة إذنا:

إذنا بلدة فلسطينية تقع إلى الغرب من مدينة الخليل وتعد من الاراضي المحتلة عام1967 م وتقع على الخط الأخضر ,مساحتها تقدر الآن ب17000 دونم بعد أن كانت 37000 دونم عام1948 م وترتفع (400_500) متر عن سطح البحر, كانت تقوم على موقعها مدينة (أشنه)، بمعنى سند وصلب ، الكنعانية .وفي ايام الرومان حرف الاسم إلى "إذنا "Idna وهي كلمة سريانية بمعنى (الأذن).

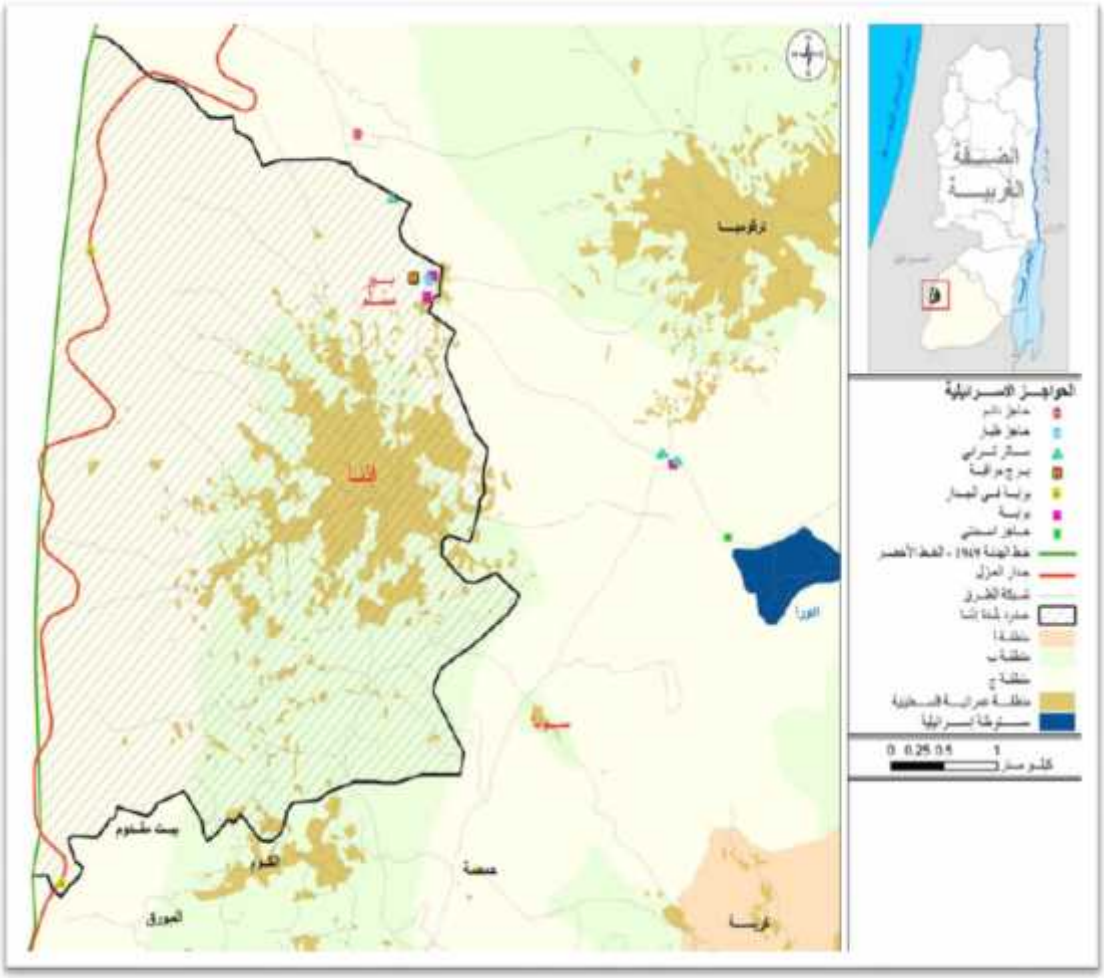
يحد بلدة إذنا من الشمال خربة جمرورة وبلدة ترقوميا، ومن الجنوب الدوايمة وهي "قرية فلسطينية محتلة سنة 1948 م أقام عليها الإسرائيليون مستعمرة " اماتسيا"، والكوم ودير سامت وهما من القرى التي تتبع مدينة دورا، ومن الشرق خربة سوبا التي تتبع مدينة دورا وأراضي بلدة ترقوميا، ومن الغرب الخط الأخضر وقد كان يحدها في الأربعينات بيت جبرين.

[1] روحي الشريف, البسيط في تصميم وانشاء الطرق,1981,عمان.

بناءً على الإحصاء الذي قام به الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني التعداد العام للسكان والمساكن لعام 2007، فإن التعداد السكاني لبلدة إذنا يبلغ (19012) نسمة وبمعدل نمو سنوي يبلغ 3.6% .

يتراوح ارتفاع بلدة إذنا بين 400 متر إلى 480 مترا فوق سطح البحر، وتتراوح كمية الامطار السنوية فيها بين 410 و 440 ملم، ويصل معدل درجة الحرارة الى 19 درجة مئوية[2]

والمخطط التالي يبين بلدة إذنا والمناطق المجاورة لها :



الشكل رقم (1-1) صورة تبين الموقع العام لبلدة اذنا

([2])http://vprofile.arij.org/hebron/vdata.php

3.1 فكرة المشروع:

تشتمل فكرة المشروع على دراسة و تصميم الطريق الواصل بين منطقة واد البير ومنطقة خلة الغامقة و الذي هو عبارة عن طريق ترابي بطول 1500 متر تقريبا ، حيث يهدف المشروع الى وضع تصميم نموذجي لهذا الطريق، و الاهتمام قدر الإمكان بجميع عناصر الطريق من حيث التخطيط الأفقي، والتخطيط الرأسي، و يشمل الرفع الجانبي للطريق الذي يعرف باسم (Super elevation)، والتوسيع على المنحنيات (widening)، وكذلك عمل الميول الجانبية والأقنية الجانبية لتصريف مياه الأمطار في فصل الشتاء, ومن ثم تصميم القطاعات العرضية وتحديد عرض الرصف والأكتاف والأطاريف (البردورات) وأرصفة المشاة والجزر الوسطية وإشارات المرور والإنارة, وهنا صور عن المقاطع من الشارع.

الشكل رقم (1-2) صورة تبين الطريق قيد الدراسة

الشكل رقم (1-3) صورة تبين الطريق قيد الدراسة

4.1 موقع المشروع :

يقع المشروع في المنطقة الغربية من بلدة إذنا ، تحديدا في المنطقة الواقعة ما منطقة واد البير وخلة الغامقة حوض رقم (4) المسمى بحوض (خلة العرش) ويبلغ طول الطريق حوالي 1500م وعرضه حوالي 6 أمتار ، والصورة الجوية التالية تظهر منطقة المشروع والملحق (ب) يبين الصورة الجوية لمنطقة المشروع.

5.1 أهداف المشروع :

تكمن أهداف المشروع بعمل تأهيل وتصميم تفصيلي للطريق ويتضمن هذا التصميم على ما يلي:

1) إعادة تأهيل الطريق من حيث المسارات ومسافات الرؤية والسرعة التصميمية للطريق والمنحنيات والميول الجانبية والرأسية والأفقية وحساب الكميات وحركة المرور والإشارات التي تخدم السائقين في تجنب الحوادث ,وتصميم الطريق إنشائيا من حيث طبقات الرصف
2) تصميم شبكة تصريف لمياه الأمطار .
3) الوصول إلى طريق تتوفر فيه عوامل الأمان والسلامة بتوفير الارصفة وممرات المشاة والانارة والاشارات المرورية في حال الحاجة إليه.

6.1 هيكلية المشروع :

بعد تحديد أهداف المشروع، تأتي الخطوة التالية المتمثلة في تقسيم المشروع إلى أجزاء يمكن إدارتها ضمن ما يطلق عليه هيكلية المشروع ، والذي يحدد العمل المتوجب القيام به وإكماله في المشروع, حيث تعتبر هيكلية المشروع القاعدة والأساس اللذين يتم الاستناد إليهما في عملية تقدير الوقت , وتتلخص هيكلة المشروع في عدة فصول يتم العمل عليها وهي :

1) **الفصل الأول :** يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث ، الأهمية ، الأهداف ، التصنيفات المستخدمة ، هيكلية البحث ، العوائق والصعوبات ، الأجهزة المستخدمة والجدول الزمني للمشروع.
2) **الفصل الثاني :** الرفع التفصيلي ونظام تحديد المواقع العالمي (GPS).

3) **الفصل الثالث :** مشاكل الطريق وبعض المعايير المهمة والذي يحتوي على تصنيفات الطرق, ومشاكل الطريق قيد الدراسة.

4) **الفصل الرابع :** الفحوصات المخبرية اللازمة للطريق والذي يتضمن عينات التربة, وأماكن استخراجها ,وطرق أخذ هذه العينات, والتجارب المخبرية اللازمة كتجربة نسبة تحمل كاليفورنيا وتجربة الكثافة العظمى.

5) **الفصل الخامس :** التصميم الانشائي, وحساب الأوزان على الطريق وسمك طبقة البيسكورس والأسفلت, والعد المروري للطريق.

6) **الفصل السادس :** التصميم الهندسي للطريق , حيث يشمل تصنيف الطريق , وأسس التصميم الهندسي للطريق, والتعلية والمنحنيات .

7) **الفصل السابع :** خدمات الطريق ، الذي يشمل اشارات المرور أنواعها ومواصفاتها وأهدافها ومواقعها ان وجدت والانارة على الطريق ومواصفاتها وتخطيط الطريق وتقسيم المسارات بالشكل الصحيح واللوحات الارشادية .

8) **الفصل الثامن** : النتائج والتوصيات حيث يحتوي على نتائج التصميمات التي تم عملها بشكل كامل بالإضافة إلى التوصيات الواجب إتباعها أثناء العمل في المشروع على أرض الواقع .

7.1 التصنيفات والأدوات المستخدمة :

1) تحديد فكرة المشروع المستندة إلى إعادة تأهيل طريق.

2) زيارة بلدية إذنا والاطلاع على الطرق التي تعاني من مشاكل بحاجة الى دراستها .

3) تحديد الطريق المراد إعادة تأهيله أخذ صور جوية تحدد موقع المشروع .

4) القيام بزيارة ميدانية للطريق واستكشاف طوبوغرافية المنطقة وأخذ فكرة عامة عن المشاكل الكامنة في الطريق .

5) التعرف على المشاكل التي يعاني منها الطريق والبحث عن الحلول المقترحة لكل مشكلة .

6) البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع.

7) القيام بتنفيذ العمل الميداني عن باستخدام جهاز نظام تحديد المواقع (GPS Trimble R8) .

8) رسم المخططات الخاصة بالطريق .

9) القيام بزيارة لبلدية إذنا من اجل التعرف على القوانين المتبعة في التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والارتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.

10) البدء بكتابة مقدمة المشروع مع مراعاة الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة و مراجعة المشرف والأخذ بنصيحـــته ورأيه.

11) بعد الانتهاء من المقدمة وانتهاء الفصل الدراسي الاول يتم الاستمرار في عملية التصميم والبدء بكتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة والتعليمات المتبعة لمشاريع التخرج في كلية الهندسة .

8.1 الصعوبات والعوائق :

1) عدم تعاون بعض أهالي المنطقة .
2) التأخير في الحصول على المعلومات من الجهات الرسمية وذلك لان جزء من الطريق يقع في منطقة C.

9.1 الدراسات السابقة :

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

إن الدراسات للطريق غير متوافرة بشكل كافي, والمعلومات الموجودة هي ما تم الحصول عليه من بلدية إذنا , وهو المخطط الهيكلي فقط وكذلك التوجه للمشرف الذي قام بدوره بتزويدنا بالطرق الأساسية والتوجيهات اللازمة للقيام بالأعمال المساحية , كما وتم الرجوع الى مكتبة الجامعة التي زودتنا بالكتب والمراجع اللازمة للمضي قدما في إنجاز الأعمال اللازمة .

10.1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة :

1) جهاز (GPS) واستخدم بطريقة Fast static.
2) برنامج (ArcGIS10.1) .
3) برنامج (Autodesk Civil 3D 2015) .
4) برنامج (Auto cad 2007) .

11.1 الحدود الزمنية للمشروع :

تم إتباع طريقة جانت لتوزيع النشاطات على فترة الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي (2016 – 2017) وهو كما يلي في الجدول(1-1) :

جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع

الأسبوع / النشاط	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
اختيار المشروع و جمع المعلومات																
المساحة الاستطلاعية																
العمل الميداني																
العمل المكتبي																
الرسم باستخدام الكمبيوتر																
تجهيز التقرير الأولي لمقدمة المشروع																
تجهيز التقرير النهائي لمقدمة المشروع																

الفصل الثاني

الرفع التفصيلي ونظام تحديد المواقع العالمي (GPS)

1.2 مقدمة:

تعتبر المساحة التفصيلية بمثابة الأداة الأولى للمهندس , حيث أن طرقها تعينه في دراسة منطقة معينة ليس لها خرائط دقيقة, كما وتساعده على توقيع الظاهرات الجغرافية التي لم توقع من قبل على الخرائط, حيث تعتبر المساحة التفصيلية من أقرب العلوم الهندسية ارتباطا بالحياة العملية .

والمساحة علم يبحث في الطرق المختلفة لبيان المسقط الأفقي لأي منطقة, وكذلك ارتفاعات وانخفاضات سطح الأرض بها وما يحتويه من ظواهر جغرافية متميزة , ثم رسم مخطط لها بمقياس رسم يناسب الغرض المرسوم من أجله المخطط, وبناءً على ذلك فإن المخططات هي الهدف النهائي للطرق المساحية والتي يجب أن تتوفر فيها ثلاثة شروط هي : ضمان الحصول على المعلومات المطلوبة , والدقة والكفاية في العمل , وقلة التكاليف وقصر الوقت والمجهود المبذول في اجرائها .(3)

2.2 أقسام علم المساحة:

وينقسم علم المساحة إلى ثلاثة أقسام رئيسية يختلف كل منها عن الآخر في طبيعة طرق الرفع وفي القواعد والقوانين التي تعتمد عليها هذه الطرق .

1.2.2 المساحة الأرضية :

ويشتمل هذا القسم على ثلاثة فروع منها :

(3)د.فتحي ابو راضي, المساحة والخرائط, بيروت,1998

1.1.2.2 المساحة المستوية (*Plane survey*)

وهي التي تبحث في طرق رفع المناطق الصغيرة, أي المساحة التي تهمل فيها كروية الأرض, ثم توقيع البيانات الناتجة عن طرق الرفع كخريطة للمنطقة وهذا النوع من المساحة ينقسم الى قسمين هما :

1) المساحة الطوبوغرافية : والتي يكون الغرض منها رسم خرائط للمناطق المختلفة وذلك لبيان ما تحتويه من معالم طبيعية , وبشرية بمقياس رسم (يتراوح بين 1:25000 , 1:250000) وهذا النوع من المساحة يعتبر الأساس في المشروعات الهندسية والتخطيط الاقتصادي , بالإضافة إلى الدراسات الجيولوجية والزراعية .
2) المساحة التفصيلية : ويطلق عيها أيضا المساحة الكاديسترالية, وهي التي تختص بعمل خرائط كبيرة المقياس نسبيا(1:1000 , 1:500) للمعالم الجغرافية بهدف توضيحها وبيان حدود الملكيات حيث تكون فيها التفاصيل عالية الدقة.

الرفع التفصيلي له طرق عديدة ومختلفة في الاسلوب وان كانت جميعها تدور حول فكرة واحدة ألا وهي ربط التفاصيل الموجودة بالطبيعة في لوحة تفصيلية تحتوي على جميع المعالم المراد رفعها, حيث أنه بعد أن يتقرر فتح طريق بين مدينتين أو قريتين, أو يتقرر تحسين طريق موجودة, يتم عمل دراسة لمعرفة حجم السير الحالي إن وجد, ودراسة الغايات والأهداف من وراء إعادة تأهيل الطريق, وتحديد درجة ومستوى الطريق المطلوبة, أي يتم تحديد سرعة السيارات عليها وعدد المسارب و أنصاف الأقطار للمنحنيات الأفقية والرأسية وميول سطحها .

تعتبر عملية الرفع التفصيلي من أقرب العلوم الهندسية ارتباطا بالحياة العملية حيث اننا نحتاج اليها في:

1) نقل المعالم والتفاصيل والتضاريس الموجودة على سطح الارض الطبيعية الى مخططات تفصيلية وخرائط كنتورية تظهر لنا كافة التفاصيل لتسهل من دراستها وتحليلها والتعامل معها لإتمام الهدف المنشود من المشروع وهو الخروج بمخططات تنفيذية تتضمن التصميم الهندسي للطريق وما ينبثق عنه من عناصر التصميم المذكورة في الفصل السابق.
2) اخذ معلومات كاملة عن المناطق التي يراد عمل مشاريع هندسية لها ومدى ملائمة تلك المناطق لهذه المشاريع.

3) عمل نماذج ذات مقياس رسم لما هو موجود بالطبيعة تفيد تلك النماذج في امكانية تطوير تلك المنطقة بإدخال مرافق وخدمات أكثر الى تلك المنطقة كما انها تعطي رؤية واضحة لتلك المنطقة.

لذلك فقد استخدمت طرق عدة للرفع التفصيلي منذ القدم وحتى الان ومن أهم هذه الطرق المتبعة في الوقت الحالي " الرفع باستخدام جهاز تحديد المواقع(GPS) " لما تعطيه هذه الطريقة من دقة عالية تتناسب مع الغرض المراد من الرفع التفصيلي.

2.1.2.2 أعمال المساحة التفصيلية في الطرق

لا بد من القيام بأعمال مساحية متعددة كاقتراح خطوط على المخططات الطبوغرافية (خطوط الكنتور) أو الصور الجوية ودراسة للمنطقة على الواقع وعمل مسح على الأرض وتعديل مخططات سابقة إذا لزم الأمر, ومن ثم تثبيت محور الطريق النهائي على الأرض وعمل مسح مناسيب طولية وعرضية ومن ثم عمل التصميم الرأسي والعرضي للطريق, ثم القيام بالمسح الإنشائي حتى يكتمل تصميم الطريق أفقيا ورأسيا . (4)

وتتلخص الأعمال المساحية لدراسة طريق معين في المراحل التالية :

1) دراسة المخططات والصور الجوية .
2) الأعمال الاستطلاعية.
3) الأعمال المساحية الأولية .
4) المسح التثبيتي .
5) المسح الإنشائي .

(4) http://vprofile.arij.org/hebron/vdata.php

1) دراسة المخططات والصور الجوية :

يجب دراسة المخططات والصور الجوية أولا عند تصميم أي طريق, حيث من الممكن الحصول على هذه المخططات والصور من البلديات أو المؤسسات المختصة, والاستعانة ببرنامج "ARC MAP 10" وعمل DIGITIZING للصورة وتحليل معلومات المعالم الموجودة في المنطقة . (2)

2) الأعمال الاستطلاعية ورسم الكروكي :

الغاية من هذه العملية هي تحديد أفضل مسار يحقق الغايات والأهداف المرجوة من الطريق المراد إنشاؤه, وتتم هذه العملية بالخروج لأرض الواقع واصطحاب المخططات والصور الجوية , الأمر الذي يساعد في: (2)

- تحديد خط سير الطريق .
- تسهيل اختيار المسار الأفضل من حيث التكلفة والأمان ووقت العمل .
- رسم كروكي لمسار الطريق وتبيين جميع التفاصيل المحيطة والاستفادة منه في الرفع التفصيلي .

حيث أن هناك بعض الأمور تؤخذ بعين الاعتبار منها, الأهمية الاقتصادية للطريق, الخدمات التي يقدمها الطريق, ميول الأرض التي سيمر منها الطريق, بالإضافة إلى المعلومات الفنية التي يمكن استخراجها من المخططات والصور الجوية والبيانات الإحصائية المتوفرة .(5)

ومن الأمور التي يجب مراعاتها عند اقتراح مسار الطريق :

1) تأثير الطريق على الطرق الأخرى المجاورة أو المتصلة به .
2) البحث عن أفضل مسار بحيث يكون أقصر وآمن ما يمكن للوصل بين المنطقتين المحددتين .
3) يجب أن يكون المسار متماشيا مع خطوط الكنتور قدر الإمكان وتجنب المناطق الصخرية والابتعاد عن الآبار والمناطق الأثرية .
4) الصيانة المستقبلية للطريق بحيث لا تحتاج إلى تكاليف عالية .
5) مراعاة النواحي الجمالية والرؤية ونواحي الأمان .

---

(5) http://vprofile.arij.org/hebron/vdata.php

6) تقليل عدد التقاطعات ما أمكن ذلك على طول المسار.

3) الأعمال المساحية الأولية :

يتم البدء بعمليات الرصد حيث تم استخدام جهاز (GPS R8) وباستخدام طريقة (RTK) ، حيث يجب أن تكون دقة وشمولية العمل المساحي عالية, بحيث تسمح بتعيين اختيار محور الطريق الأفضل الذي يمكن أن يمر من خلال كل مسار, ويتم بعد ذلك دراسة المخططات التي تم ترسيمها من الواقع ويتم تعديل المسارات حتى يتم التوصل إلى أنسب مسار يحقق أفضل الشروط .

حيث يجب أن يتم تنفيذ الأعمال التالية :

- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار وسلاسل وغيرها من التفاصيل .
- أخذ المقاطع العرضية كل 20 متر من الطريق لاختيار أنسب المناسيب والميول لأغراض التصميم والتنفيذ على يمين ويسار محور المشروع المقترح .

4) مرحلة المسح التثبيتي :

بعد أن تم التوصل إلى تحديد محور الطريق المقترح يجري تثبيت خط المحور (center line), حيث يتم التثبيت بوضع أوتاد على خط المحور على مسافات متساوية وكذلك يتم تثبيت بداية المنحنى الأفقي ونهايته ,ونقاط التقاطع ويتم ربط هذه النقاط بنقاط ربط ثابتة وواضحة.

بعد ذلك يتم وضع ميزانيه طوليه أي أخذ مناسيب عرضيه على مقاطع عرضيه تؤخذ كل 20-50 متر بالإضافة إلى مقاطع عرضيه عند مجاري المياه بحيث تمتد تلك المقاطع العرضية على جانبي المحور لمسافات كافيه لتصميم جسم الطريق .

ثم يتم تصميم الطريق بالمستوى الرأسي أي تحديد انحداراتها وتصميم منحنياتها الرأسية ويتم تحديد عرض سطح الطريق والميول الجانبية ومن ثم حساب كميات الحفر والردم .

حيث يجب رفع التفاصيل الآتية :

- النقاط الحكومية المعروفة سواء أكانت نقاط مثلثات أو نقاط الترافيرس .
- الحدود الإدارية والتنظيمية .
- المباني القائمة والمحيطة بمنطقة العمل .
- أعمدة الكهرباء والهاتف
- الطرق المتقاطعة مع الطريق قيد الدراسة .

5) مرحلة المسح الإنشائي :

حيث يتم في هذه المرحلة عدة أمور تتلخص كما يلي :

- تثبيت جميع اوتاد الطريق وتثبيت على ابعاد 20 أو 25 متر على امتداد المحور الطولي للطريق مع تثبيت بداية المنحنى.
- تثبيت اوتاد الميل الجانبية.
- تثبيت اوتاد حدود حرم الطريق وهو العرض المخصص لكامل جسم الطريق مع اي توسعات في المستقبل وتثبيت الأوتاد هنا على حدود الأرض المملوكة المخصصة للطريق وتوسعتها
- تثبيت اوتاد المراجع . [6]

6) الأعمال المساحية النهائية :

بعد أن يتم انجاز المخططات الأولية يصبح بالإمكان استخدام هذه المخططات والمعلومات المساحية المختلفة في دراسة الطرق الممكنة لإعادة تأهيل الطريق .

وتتضمن هذه الدراسة عادة رسم المقاطع الطولية للمسار لغاية تقدير كمية الأعمال الترابية من حفر ورد وردم ، تحديد مواقع الجسور والعبارات ... الخ , كذلك لا بد من الأخذ بعين الاعتبار مختلف النواحي البيئية والاجتماعية والاقتصادية والفنية التي تسهل عملية تأهيل الطريق.[7]

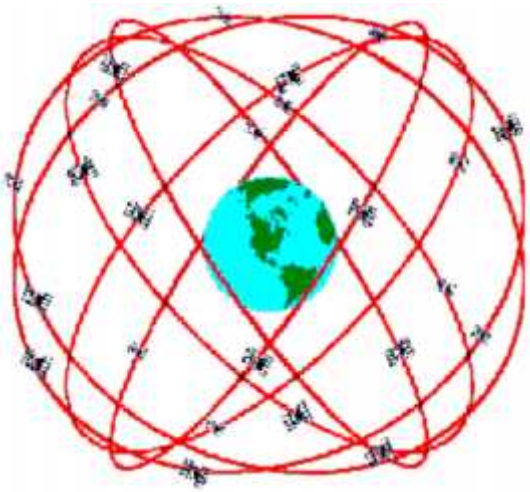
([6])يوسف صيام, المساحة وتخطيط المنحنيات, عمان, 1978

3.2 نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)

1.3.2 مقدمة:

في عام١٩٧٣مبدأ العمل في وزارة الدفاع الأمريكية لتصميم نظام تحديد المواقع ، وذلك لاستبدال نظام الملاحة بالأقمار الصناعية المعروف باسم (Sat - Nav أو Transit System) وذلك لتفادي عيوبه الممثلة في تغطيته غير الكافية للأقمار الصناعية ، وعملياته الملاحية غير الدقيقة .لذا أستحدث النظام الجديد ليوفر تغطية كاملة وبدقة عالية تغطي الاحتياجات العسكرية . ويتم التحكم في النظام عن طريق القوات الجوية العسكرية ، فضلا عن أن هذا النظام يتوافر للاستخدامات المدنية ويتغلغل في مختلف أوجه الحياة ، حيث أن له العديد من التطبيقات الأرضية والبحرية والجوية.[8]

وقد تم إطلاق أول قمر صناعي من هذا النوع عام 1978م ، ويعتمد هذا النظام على شبكة مكونة من٢٤ قمرا صناعيا تدور في مدارات على ارتفاع (12000 ميل) حول الكرة كما هو في الشكل(2-1) :



الشكل رقم (2-1) نظام المحطة الافتراضي

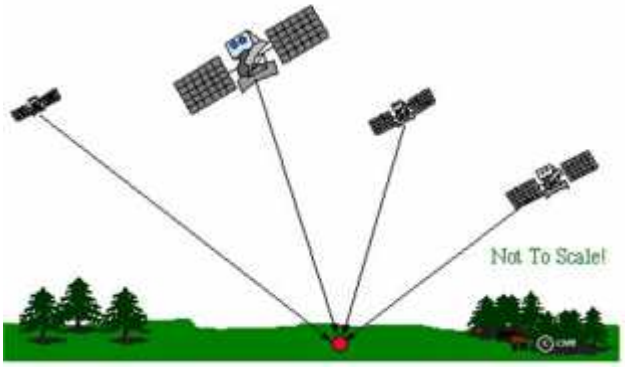
([7])يوسف صيام, المساحة وتخطيط المنحنيات, عمان, 1978

([8])https://www.nasa.gov

2.3.2 طرق الرصد :

1) الرصد الثابت (Static Observations) :

حيث يتم تثبيت المستقبل على النقطة المراد رصدها لفترة زمنية معينة حسب الدقة المطلوبة ، وطول خط القاعدة ما بين المستقبل والقاعدة المثبتة على نقطة معلومة الإحداثيات ، وكلما زاد طول الخط قلت الدقة وذلك لأن التصحيحات على القراءات التي ستؤخذ من القاعدة والتي تشمل (تصحيحات طبقات الغلاف الجوي – Ionosphere & Troposphere- وفرق الإحداثيات والتوقيت) تختلف من مكان لآخر وما زالت تعتبر هذه الطريقة أدق طرق الرصد وتستخدم في تحديد نقاط مرجعية جديدة للشبكات الجيوديسية وأنظمة الإحداثيات ، وكذلك في المشاريع التي تحتاج لدقة كبيرة ، ويتم معالجة البيانات واستخراج الإحداثيات في المكتب(Post Processing). كما في الشكل (2-2).[9]



الشكل(2-2)عملية الرصد الثابت.

2) الرصد الثابت السريع (Fast Static) :

تستخدم هذه الطريقة في حال كان طول خط القاعدة(Base line) أقل من 8 كم وهذا يعتمد على طبيعة المنطقة والتغيرات في طبقات الغلاف الجوي ، وتتم مثل عملية الرصد الثابت التي تم ذكرها سابقا وفي أغلب الاوقات يكفي الرصد لمدة 20 دقيقة ، وقد تم استخدام هذه الطريقة في الرصد لتحديد محطات المضلع الرابط للطريق.

[9] تقنية المحطات الدائمة للنظام العالمي لتحديد المواقع(GPS) لتنفيذ الاعمال المساحية

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

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

- معاملات التصحيح بالاعتماد على المساحة المغطاة(Area Correction Parameter (ACP)):

يتم في هذه الطريقة توزيع مجموعة من القواعد على نقاط معلومة الإحداثيات ،بحيث تغطي كل واحدة مساحة محددة ، وفي حال تواجد الراصد في المساحة التي تغطيها القاعدة يتم إرسال التصحيحات له من أقرب قاعدة ، ويكون طول خط القاعدة أقل من 30 كم.

- المحطة الافتراضية (Virtual Reference Station (VRS)):

يستخدم هذا النظام مجموعة من القواعد الموزعة على شبكة تغطي المنطقة التي تخدمها ،حيث ترتبط جميعها بخادم واحد ترسل له التصحيحات في الوقت الحقيقي ،وعند بدأ المستخدم بالرصد يتم إرسال الموقع الأولي بدقة تصل إلى 10 م ، ثم يتم استخدام معلومات التصحيحات من القواعد وبعمل مقاربة رياضية نسبية يتم تصحيح الموقع واعتباره المحطة الفرضية التي يبدأ النظام باعتمادها وقياس طول خط القاعدة منها وإرسال التصحيحات للمستخدم بناء عليها ، وتكمن فائدة هذا النظام في أنه يقلل طول خط القاعدة مما يقلل من الخطأ الناتج عن التغيرات في الغلاف الجوي. كما في الشكل (2-3).

(10)

الشكل رقم (2-3)نظام المحطة الافتراضية

(10) https://www.nasa.gov

4.2 التصحيح في ال GPS:

في كل مرة يقوم جهاز ال GPS بحساب إحداثية موقعه , ينتج بعض الأخطاء التي تؤدي لتغيير القراءة الصحيحة للموقع, حيث تنتج هذه الأخطاء من عدة مصادر, مثل أخطاء ناتجة من الأحوال الجوية, وتوزيع الأقمار الصناعية , بالإضافة لأخطاء ناتجة من المستخدم نفسه .

من المعروف أن دقة إحداثيات GPS اللحظية تتراوح وبمتوسط تقريبي (6-8) متر. تعتمد فكرة النظام على وجود عدد من الأجهزة الموضوعة في محطات معلومة الإحداثيات والتي يمكنها حساب قيمة الخطأ في الإحداثيات الناتجة من أي قمر من أقمار GPS في كل لحظة طبقا للمعادلة البسيطة.

قيمة الخطأ = إحداثيات النقطة من GPS_ احداثيات النقطة المعلومة .....(2.1)

ثم تقوم كل محطة ببث قيمة هذا الخطأ في هذه اللحظة لمنطقة كاملة من الأرض , فإذا كان البث باستخدام المحطات الأرضية فيمكنه أن يغطي بعض الكيلومترات, وان كان البث من خلال أقمار صناعية فيمكنه أن يغطي مئات من الكيلومترات. وبالتالي فأن أي مستخدم عادي لنظام GPS يستطيع أثناء الرصد تجميع مجموعتين من القياسات:

1) أرصاد GPS ذاتها
2) قيمة الخطأ في أرصاد GPS المرسل من هذه المحطات

ومن ثم يمكنه حذف قيمة الخطأ وحساب إحداثيات أكثر دقة للموقع المرصود وفي نفس لحظة الرصد وبدون أية عمليات حسابية

الإحداثية المصححة = الإحداثية المرصودة – قيمة الخطأ .....(2.2)

الفصل الثالث

مشاكل الطريق والحلول المقترحة

1.3 مقدمة :

تعتبر برامج وضع الحلول المناسبة للمشاكل الموجودة في الطريق خطوة هامة وضرورية لتأمين عمليات مرور آمنة ومريحة, وقبل تنفيذها لا بد من إجراء تقويم شامل للطريق لمعرفة العيوب الموجودة فيه أسباب هذه العيوب من أجل تحديد أفضل الطرق لحل هذه المشاكل.

تعاني الطرق من مشاكل عدة تنعكس على أمن وسلامة مستخدميه ,لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل المتمثلة في طريق (خلة الغامقة- واد البير) والعمل جاهدين على ايجاد حلول لها.

2.3 المشاكل الخاصة بالطريق والحلول المقترحة لها :

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

1.2.3 الأهداف المرجوة من تشخيص المشاكل ووضع الحلول الملائمة لها:

1) إطالة العمر التشغيلي للطريق.
2) تقليل تكلفة النقل على الطريق.
3) تأمين سطح الطريق بحالة تشغيلية جيدة خالية من العيوب والمشاكل.

2.2.3 أهم المشاكل الموجودة في الطريق:

1) ضيق الطريق
2) سوء تصريف مياه السطح.
3) عدم وجود إضاءة للشارع .
4) عدم وجود اللافتات الإرشادية خصوصا قبل المنحنيات .
5) استملاك الأراضي من قبل المواطنين.

1.2.2.3 ضيق الطريق :

<u>توضيح المشكلة</u>

لوحظ في الطريق قيد الدراسة ضيق في عرضه, حيث أن عرضه الحالي (ستة أمتار) مما ينتج عنه مشكلة سير المركبات على أطراف الطريق في حال تقابل مركبتين متعاكستين الأمر الذي قد يزيد من الخطر على مستخدمي الطريق, كما يتطلب عمل توسعة للمنحنيات, كما وأنه لا يوجد مسار للمشاة في الطريق .

<u>الحلول المقترحة</u>

يجب أعداد التخطيط السليم للشارع وتنظيمه وذلك بإجراء التوسعة على الطريق من الجهتين مع مراعاة الأساليب الهندسية لتوسيع الطرق والمنحنيات, وذلك بالأخذ بعين الاعتبار الحجم المروري بالمنطقة ولابد من الإشارة هنا إلى أن بعض المناطق صخرية يصعب حفرها لذا يجب محاول الإبتعاد عنها بالإضافة للتعديل على مسار الطريق في بعض المناطق . وهذه الحالة موضحة في الشكل(3-3)

الشكل (3-1)ضيق الطريق.

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

1) ميل السائقين للجنوح بعيدا عن حافة الرصف .
2) 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
3) العرض الإضافي 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 المنحن, والملحق (ب) يوضح مدى ضيق الطريق .

2.2.2.3 سوء تصريف مياه 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 منتصف الجبل بحيث أن مياه الأمطار تنساب اليه في الشتاء وتتجمع فيه من المناطق الأكثر ارتفاعا والمحيطة به, ويعاني الطريق من عدم وجود العبارات والبلاعات الخاصة بتصريف مياه الأمطار.

الحلول المقترحة

هناك عدة حلول مقترحة منها التصريف باتجاه الأودية من خلال تصميم شبكة من أنابيب الصرف والمرتبطة بعبارات التجميع والتي يكون سطحها ظاهر على الطريق , بحيث تكون في الأماكن التي يتم تحديدها بالاعتماد على الميول العرضية للطريق حيث لا تزيد عن 1.5% , والشكل التالي يبين العبارات الواجب توافرها في الشارع, حيث سيتم تصريف هذه المياه من خلال وضع قناة على جانب الطريق وفق معايير هندسية معينة .

الشكل (3-2)العبارات الواجب توافرها في الطريق.

3.2.2.3 عدم وجود إضاءة للشارع

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)
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) دراسة مدى قدرة الطريق على عكس الإضاءة.

4.2.2.3 عدم وجود اللافتات الإرشادية خصوصاً قبل المنحنيات

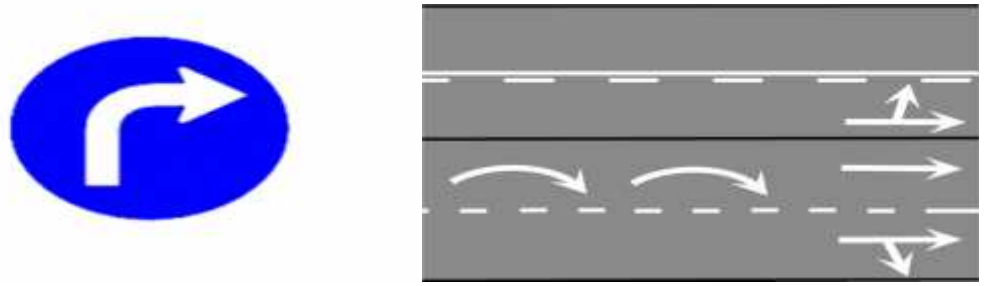
توضيح المشكلة

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 يفتقر إلى 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 والشكل التالي يظهر تقاطع بداية الطريق بدون أي اشاره.

الشكل (3-3) مدخل الطريق

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 للبردورات والخط المتقطع والمتصل في وسط الطريق, والإشارات العاكسة.



الشكل (3-4)لافتات تحذيرية.

5.2.2.3 استملاك الأراضي من قبل المواطنين

توضيح المشكلة

إن الأراضي الموجودة على جوانب الطريق هي أراضي خاصة, أي أن ملكيتها تعود للمواطنين وليست حكومية أو أراضي بلدية, مما يقف عائقا أمام عرض الطريق المقترح من قبل البلدية .

الحلول المقترحة

سوف يتم أخذ هذه المشكلة بعين الاعتبار بالاتفاق بين البلدية والمواطنين بهدف تقديم تعويضات مادية لهم .

الفصل الرابع

الفحوصات المخبرية

1.4 المقدمة:

التربة : هي الطبقة السطحية الهشة من الأرض (الجزء السطحي المتفتت) , والتي تكونت عبر ملايين السنين بفعل العوامل المناخية المختلفة وتبلغ سماكتها عد سنتيمترات , وهي مادة طبيعية غير متجانسه ناجمه عن تفتت الصخور في القشرة الارضية أو مفككة تتألف من ثلاث أطوار (حالات) صلب , سائل , وغازي .

2.4 أهداف فحوصات التربة:

1) إمكانية التصنيف الدقيق للتربة.
2) التعرف على الخصائص المتعلقة بثبات التربة تحت تأثير الأحمال (Strength requirements) وقوة تحملها للضغط (Bearing capacity).
3) دراسة تأثير المياه الجوفية (Ground water) على سلوك التربة والتعرف على إمكانية تغيير منسوبها ارتفاعا أو انخفاضا مع ربط هذا بعامل الزمن.
4) التنبؤ بمقدار الهبوط (Settlement) الذي سيحصل للمبنى والتأكد من عدم حصول الهبوط غير المتكافئ (Differential settlement) بين نقاط مختلفة.
5) دراسة مدى تأثير العوامل الجوية المحيطة (مياه الأمطار، الثلوج، الحرارة.....الخ) على سلوك التربة تحت الأساسات .

3.4 عينات التربة:

1.3.4 أماكن استخراج العينات:

تستخرج العينة الأولى من سطح الأرض مباشرة ، عند تغير الطبقات.

2.3.4 أخذ العينات:

يعتبر أخذ العينات من أهم مراحل الأعمال الجيوتقنية ، ولا تقل أهميته عن الاختبارات التي ستجري عليها ، لذا فإنه من الضروري تحري الدقة والحيطة عند أخذ العينات وطريقة تعبئتها لتكون عينات ممثلة لطبيعة التربة الأصلية ، ويتم أخذ عينات التربة على النحو التالي :

1) عينات التربة المفككة Cohesion lessSoil Sampling

من الصعب الحصول على عينات غير مفلفله في التربة المفككة كالتربة الرملية أو التربة التي بها نسبة كبيرة من الركام ، وتؤخذ عينات بحد أدنى من القلقلة بواسطة أنابيب أخذ العينات الرقيقة الحواف ، وفي بعض الأحيان يتم أخذ العينات عن طريق تجميد المنطقة المحيطة بالعينة ، ولصعوبة الحصول على عينات جيدة فإنه يجري عادة عمل بعض الاختبارات الحقلية في الموقع ، ويتم أخذ العينات المقلقلة إما يدويا باستخدام أدوات الحفر اليدوية مثل الكريك والبريمة Auger أو آليا باستخدام معدات الحفر الآلية بالأعماق التي يحددها المهندس المشرف ، وذلك لعمل اختبارات الوحدة

الوزنية والوزن النوعي للتربة وتصنيف التربة والتحليل الميكانيكي وتحديد نسبة تحمل كاليفورنيا والاختبارات الكيميائية وغيرها في المختبر.

3.3.4 تعبئة العينات:

يتم تعبئة العينات فور الحصول عليها بأوعية يحكم إغلاقها مثل الأوعية البلاستيكية أو في أكياس من البلاســتيك ، ومن ثم توضع داخل أكياس من النسيج مع أخذ الحيطة والحذر بعدم دكها عند إدخالها بالكيس ، ويجب أن تملأ العينة الوعاء ما أمكن.

4.4 التجارب المخبرية:

1.4.4 التحليل بالمناخل (sieve analysis):

التحليل بالمناخل عبارة عن تصنيف التربة ووضع كل من انواع التربة مع المجموعة التي لها نفس الخصائص والسلوكيات , وحيث يتم فصل حبيبيات التربة عن بعضها البعض حسب احجامها بواسطة التحليل الميكانيكي .

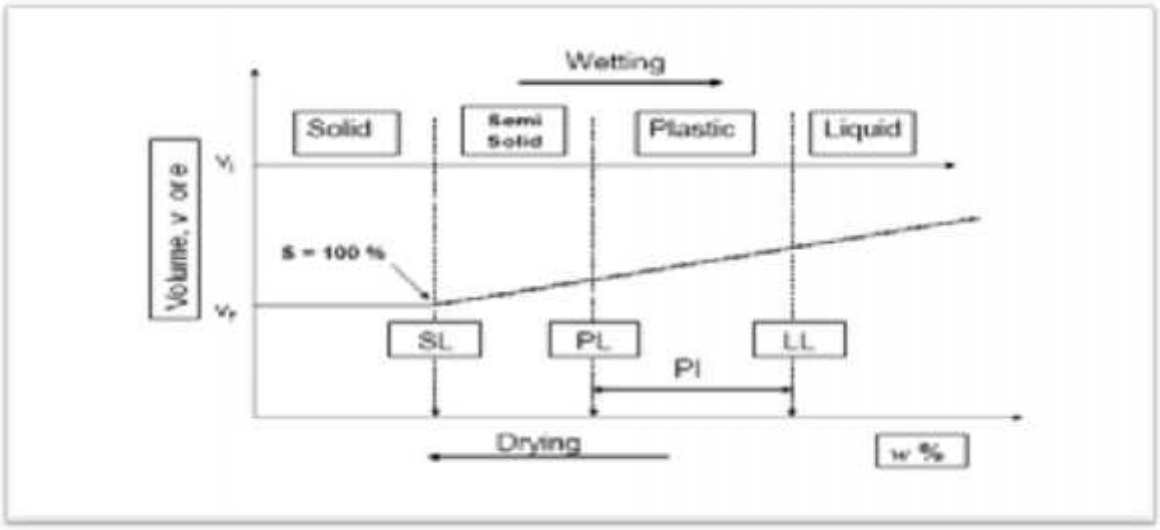
تصنف التربة حسب حجمها كما يلي :

1) الصخور: أكبر من 15 سم .
2) الحجر : 5سم الى 15 سم.
3) الحصى : 2 ملم الى 5سم .
4) الرمل 0.06ملم الى 2 ملم.
5) الطمي : 0.002 ملم الى 0.06 ملم
6) الطين : أصغر من 2 ميكرون .

وفي هذه التجربة تم وضع عينة وزنها 1 كغم وكانت نسبة المار من منخل رقم 200هي 33%

2.4.4 حدود اتربرغ (حد السيولة واللدونة للتربة):

يعتمد قوام التربة ومدى تماسك وارتباط حبيباتها على نسبة المحتوى المائي بها , فكلما زادت نسبة المحتوى المائي بها قل قوامها وضعف تحملها وتباعدت حبيباتها المتجاورة وأصبحت تميل الى الحالة السائلة .



الشكل(4-1) حدود اتربرغ

حد السيولة : هو الحد الفاصل ما بين الحالة السائلة للتربة والحالة اللدنة .

حد اللدونة : هو الحد الفاصل ما بين الحالة اللدنة للتربة والحالة شبه الصلبة .

حد الانكماش : هو الحد الفاصل ما بين الحالة شبه الصلبة للتربة والحالة الصلبة .

مؤشر اللدونة : هو الفرق بين حد السيولة وحد اللدونة.

مؤشر السيولة : رياضيا = (محتوى الماء الطبيعي – حد اللدونة) / مؤشر اللدونة

الحسابات

حساب حد السيولة:

1. إيجاد وزن 3 جفنات فارغة أو تصفير الميزان على الجفنات الفارغة.

2. أخذ عيّنة من التربة وتنخيلها بمنخل 40#.
3. وضع العيّنة المارة من المنخل على لوح بورسلان وإضافة كمية قليلة تقديرية من الماء ثم نقوم بالخلط .
4. نضع الخليط في جهاز Casagrande ونوزّع العيّنة بشكل جيّد في صحن الجهاز.
5. باستخدام أداة القطع , نحدث قطع طولي في العيّنة , ثم نبدأ بتحريك ولف ذراع الجهاز وحساب عدد الضربات.
6. عند ملاحظة حد الإغلاق نسجّل عدد الضربات الناتجة.
7. نغيّر العيّنة ونضع كميّة ماء مختلفة في الخلطة , حسب عدد الضربات نزيد أو ننقص.
8. العيّنات التي تم استخدامها نحسب لها المحتوى الرطوبي.
9. نسجّل أكثر من محاولة ونقوم برسم منحنى بين عدد الضربات و المحتوى الرطوبي وعند عدد ضربات 25 نجد حد السيولة .

جدول رقم (4-1)قراءات حد السيولة

رقم الجفنة	عدد الضربات	W_1	W_2	W_3	W_c
14	48	30.9	56.37	50.78	28.1%
4	33	31.75	49.04	45.17	28.8%
2	20	27.55	50.44	45.15	30%

الرسمة مرفقة , ومنها نجد :

$$\text{Flow Index} = \text{slope} = \frac{\Delta wc}{\Delta \log \#\, blows} = \frac{28.1-28.8}{log48-log33} = -4.3$$

حد السيولة (عند 25 ضربة) = 24.8

حساب حد اللدونة:

1) إيجاد وزن 3 جفنات فارغة أو تصفير الميزان على الجفنات الفارغة.
2) أخذ عيّنة من التربة وتنخيلها بمنخل 40#.
3) خلط العيّنة بكميّة قليلة من الماء , ثم محاولة عمل خيوط من العيّنة قرطها 3mm مع ظهور تشققات عليها.
4) نوزع العيّنة في الجفنات ونضعها في الفرن لحساب المحتوى الرطوبي.
5) المحتوى الرطوبي المتوسط الناتج هو حد اللدونة.

القراءات و الحسابات :

جدول رقم (4-2)قراءات حد اللدونة

رقم الجفنة	W_1	W_2	W_3	W_c

C_{20}	31.52	35.28	35.16	3.3%
B_{15}	31.75	34.78	34.12	27.8%
E_{11}	31.78	36.95	36.22	16.4%

حد اللدونة = $\frac{3.3+27.8+16.4}{3} * 100\%$ = 15.8%

مؤشر اللدونة (Plasticity Index) = 24.8 % - 15.8 % = 9%

نتائج حدود اتربرغ

مؤشر اللدونه للمار من منخل رقم 40 كانت 9%

وكان حد اللدونة اكبر من مؤشر اللدونة

ونتيجة لتلك التجربتين حسب نظام (AASHTO classification) للتربة فإن نوع التربة هو (A-5)

سلتي متوسط القوة .

3.4.4 تجربة الكثافة العظمى (Proctor compaction test):

1.3.4.4 الهدف من التجربة:

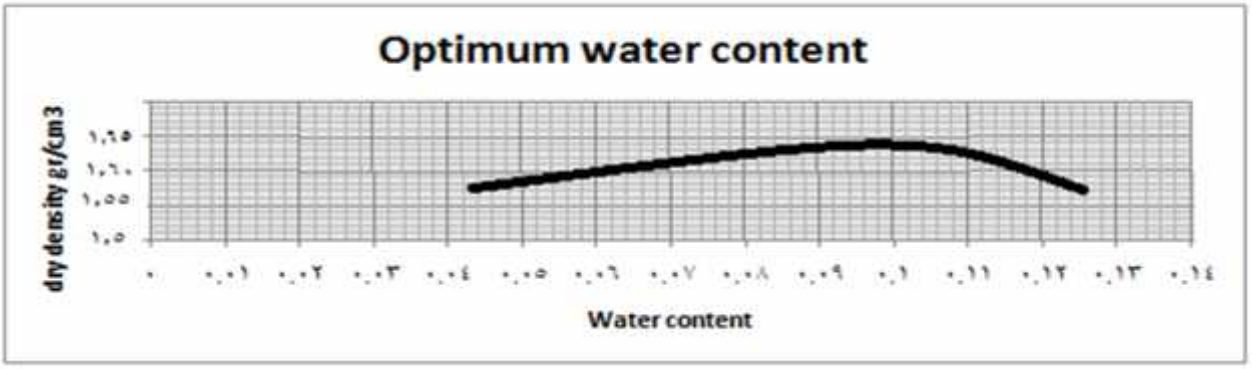
تحديد مقدار الكثافة العظمى للتربة ومقدار محتوى الماء المثالي، من أجل فحص نسبة تحمل كاليفورنيا وكذلك الدمك في الموقع في حالة العينات للمواد التي ستستخدم في طبقات مشاريع الطرق.

2.3.4.4 طريقة العمل:

1) تنخل العينة على منخل ¾ ، من أجل التخلص من الحصى الذي قد يؤثر سلبا على نتيجة الاختبار، نظرا لأن كثافة الصخور في الغالب أكبر من التربة.
2) يتم إضافة 5 كغم من التربة لا ضافة نسب الماء اليها.
3) تضاف نسبة 5% من وزن العينة ماء اليها ، وبعد خلطها جيدا ، يتم وضع الطبقة الأولى في القالب وتدمك بمطرقة قياسية 56 ضربه ،وتكرر العملية لل5 طبقات التالية ، ثم يتم تسوية سطح العينة في القالب و توزن. وبمعرفة وزن

القالب فارغ (6940 كغم) وحجمه (2124 سم3) يتم حساب كثافة العينة ، ويتم أخذ عينة من التربة ووضعها في جفنة قد تم وزنها فارغة مسبقا وتوضع في فرن تجفيف لمعرفة محتوى الرطوبة لحساب الكثافة الجافة

4) تكرر العملية السابقة بإضافة 3 % ماء من وزن العينة (5 كغم) لتصبح نسبة الماء 8% ، ثم 11% ، ثم 12.5% ، وتحسب الكثافة في كل مرة .



الشكل (4-2) العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة

القراءات والنتائج:

الجدول (4-3)قيم الكثافة الرطبة

وزن القالب فارغ (غم)	6490	6490	6490	6490
نسبة الماء المضاف %	5	8	11	12.5
وزن القالب +التربة رطبة (غم)	11180	11220	11030	11016
وزن التربة الرطبة (غم)	4690	4728	4540	4526
كثافة التربة الرطبة (غم /سم ^{3})	1.622	1.631	1.620	1.612

نسبة الماء المثالية = 10%

الكثافة الجافة = 1.64

4.4.4 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR):

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

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

وتعرف قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR-value)) بأنها النسبة بين الأحمال اللازمة لغرز المكبس الاسطواني(مساحته 3 انش مربع) مسافة معينة داخل عينة مدموكة من التربة لها رطوبة وكثافة معينتين , وبين الأحمال القياسية اللازمة لغرز المكبس نفس العمق في عينة قياسية من الأحجار المكسرة (crushed stone) أي ان:

نسبة تحمل كاليفورنيا =(الحمل اللازم لإحداث قيمة الغرز/ الحمل القياسي لإحداث هذا الغرس في عينة من مادة قياسية) 100% .

ويوضح الجدول (4-4) بعض قيم نسبة تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد (USC ونظام الاشتو (AASTHO) :

جدول (4-4) : قيم تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد ونظام الاشتو

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

والجدول (4-5) يبين المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن :

جدول (4-5) :المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن

الطبقة	نسبة كاليفورنيا (%)

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

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

خطوات العمل :

1) تم اضافة المحتوى الرطوبي من الماء والذي تم الحصول عليه من التجربة السابقة الى العينة والذي يساوي 11.8 % من وزن العينة.
2) تم خلط الماء بالعينة ومن ثم تجهيز القالب لوضع الطبقات داخله .
3) تم اضافة الطبقات من العينة مع الضرب ب 56ضربة بالمطرقة المعدلة لكل طبقة ومن ثم تسوية السطح .
4) ثم وضع القالب تحت الجهاز وتصفير القراءات ومن ثم تشغيل الجهاز والبدء بملاحظة وتسجيل القراءات وتسجيلها في الجدول وهذا الجدول يوضح القراءات التي تم الحصول عليها وايضا نسبة تحمل كاليفورنيا عندما تكون نسبة الغرز 2.5 ملم وايضا 5 ملم .

الشكل (4-3) جهاز فحص CBR .

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

الشكل (4-4)عينة التربة بعد التجربة

1.4.4.4 فريق المشروع أثناء **الاختبارات**:

الشكل (4-5)صور الفريق أثناء عمل التجارب

2.4.4.4 القراءات والنتائج:

جدول (4-6) قراءات تجربة CBR

CPR	Stress	Kg	Penetration
	3.150388	60.96	0.2
	6.169509	119.38	0.4
	9.844961	190.5	0.6
	13.12661	254	0.8
	16.40827	317.5	1
	23.62791	457.2	1.5
	30.19121	584.2	2
51.17	35.70439	690.88	2.5
	40.03618	774.7	3
	43.31783	838.2	3.5
	47.25581	914.4	4
	50.53747	977.9	4.5
50.18	53.29406	1031.24	5
	55.91938	1082.04	5.5
	58.41344	1130.3	6
	63.53282	1229.36	7
	68.38966	1323.34	8
	72.85271	1409.7	9
	76.92196	1488.44	10

نتيجة : تربة المشروع تصلح لتكون اساس مساعد حسب النظام الفلسطيني .

الفصل الخامس

التصميم الإنشائي للطريق

1.5 المرور :

يعرف بأنه حركة المركبات ضمن شبكة الشوارع والطرق في المنطقة الحضرية أو الإقليمية التي تربط بين المدن ، وتعتبر هذه الحركة وسيلة لتحرك الناس والبضائع تحقيقا لأهداف معينة ضمن شبكة الطرق والمواصلات وباتجاهات مختلفة منها ما يكون ضمن المدينة ومنها ما يكون عابرا لها ومنها ما هو خارج المدينة .

ويقسم حجم المرور إلى ما يلي:

1.1.5 المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي (AADT) :

هو حجم المرور السنوي مقسوما على عدد أيام السنة .

2.1.5 المتوسط اليومي لحجم المرور (ADT)

وهو 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)ووحدته مركبة في الساعة , والسرعة(S) ووحدتها كيلو متر في الساعة , والكثافة (D) ووحدتها مركبة في الكيلو متر .

V = D * S ……………………………………………………………. (1)

2.5الهدف من دراسة حجم المرور:

1) تصميم الطريق المراد إنشاؤه.
2) التنبؤ بعدد المركبات في المستقبل.
3) معرفة عدد المركبات في ظروف وأوقات مختلفة.

3.5طرق جمع البيانات عن حجم المرور:

ويتم جمع البيانات عن حجم المرور بثلاث طرق رئيسية وهي (الطريقة الميكانيكية التلقائية ، والطريقة اليدوية ، وطريقة مركبة الفحص) وذلك حسب حجم البيانات وطول فترتها والغرض منها:

1.3.5 الطريقة اليدوية:

وهي الطريقة لحصر أعداد المركبات, وعدد الركاب و ذلك في حالة وجود مسارب متعددة و بحجم مرور كبير , حيث يقف الراصد عند محطة الرصد المحددة فيقوم بتدوين كل سيارة واتجاهها ,ويفضل أن يكون معه جداول ليتم التعداد بسرعة و بدقة أكبر .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, وقد قمنا باستخدام هذه الطريق في

المشروع حيث كانت منطقة العد هيه المدخل الشرقي لطريق واد البير وتم العد من الساعة السابعة صباحا وحتة الساعة الثانية مساءا .

4.5الدراسات اللازمة لمسح الحجم المروري للمشروع

1.4.5 عمر 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 أو 15 أو 20 عاما ليستوعب حجم المرور خلال هذه الفترة، وبعدها تصبح الطريق غير ملائمة وبحاجة إلى إعادة تأهيل.

كنتيجة : إن تصميم الطريق لفترة قصيرة يؤدي إلى الحاجة المستمرة لإعادة التأهيل، أما التصميم لفترة زمنية طويلة يسبب زيادة التكاليف بشكل كبير.

2.4.5 السير الحالي والمستقبلي:

من الطبيعي أن حجم السير غير ثابت بل يزداد يوما بعد يوم، وعند تصميم الطريق يجب أن يؤخذ حجم السير المستقبلي على الطريق أثناء التصميم، وذلك تفاديا لحصول اختناقات مرورية مستقبلا ،أي حتى يستوعب الطريق حجم السير الحالي والمستقبلي.

لذلك فان السير المستعمل لتصميم الطريق يتكون من العناصر التالية-:

1) **السير الحالي** : ويتم الحصول عليه بإجراء تعداد على الطريق أو بتعداد حجم السير على الطرق المؤدية إلى الطريق المراد تصميمه.

2) **الزيادة الطبيعية** في **عدد السيارات** الناتجة عن زيادة عدد السكان وزيادة استخدام المركبات بالإضافة إلى الزيادة الناتجة في تطور البلد.

3) **السير المتطور** :يتولد هذا السير من التحسين في المنطقة حيث يتم الاستفادة من الأراضي في استعمالات جديدة كالزراعة والسياحة والصناعة.

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

إن التصميم على أساس حجم المرور اليومي المتوسط دون الأخذ في الاعتبار فترات الذروة قد يؤدي إلى الاختناق في المرور عند ساعات الذروة .كما أن تصميم أي طريق بحيث لا يكون مزدحم على الإطلاق لذن يكون اقتصاديا وعليه فإنه يجب اختيار حجم المرور التصميمي بعد دراسة مفصلة ودقيقة.

ويحسب حجم المرور التصميمي من العلاقة التالية:

$$VD = Vn(1 + e)^n \quad \text{..... (2)}$$

حيث:

جدول(5-1)تسميات قانون حجم المرور اليومي التصميمي.

التسمية	الرمز
حجم المرور اليومي التصميمي	VD
حجم المرور الحالي	Vn
معدل الزيادة السنوي في حجم المرور	e
عدد السنوات	n

5.5سعة 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 التالي يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات (AASHTO).

جدول(5-2) سعة الطريق حسب مواصفات (AASHTO)..

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)

وتتأثر سعة الطريق بعدة عوامل منها:

1) التخطيط الأفقي والرأسي : حيث تتسبب المنحنيات الأفقية الحادة والمنحنيات الرأسية القصيرة في تقليل سرعة الطريق وذلك يؤدي إلى تخفيض السعة .
2) عرض الحارة :تتسبب الحارات والأكتاف الضيقة والعوائق عرى حافت الطريق ف تخفيض سعة الطريق.
3) مركبات النقل :تقلل مركبات النقل من سعة الطريق وذلك بسبب تأثيرها عرى حركة المرور.

6.5تعداد المركبات :

تتم عملية تعداد المركبات خلال ساعات مختلفة وفي أيام مختلفة وتحديد ساعات الازدحام ومن خلال ذلك يتم حساب عدد المركبات المناسب والذي سيتم اعتماده في التصميم كما سيتم توضيحه لاحقا من خلال الحسابات. في المشروع تم اختيار يوم السبت للعد حيث يمثل اليوم الأكثر ازدحاماً نسبيا للأيام الأخرى . و يجب الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات المستخدم فذي التصميم وذلك بالتعويض عن أنواع المركبات بما يقابلها من مركبات صغيرة

(عدد السيارات الصغيرة 1 * عدد الحافلات 2.5 * عدد الشحنات* 3) وبناء على اختيار حجم السير المناسب فانه يجري تحديد عرض الطريق، وسرعة السيارات عليها وغير ذلك.

جدول (5-3) العد المروري

الوقت	الوقت /النوع	شاحنات	سيارات صغيرة
7	7.15	0	2
7.15	7.3	0	1
7.3	7.45	0	1
7.45	8	0	1
8	8.15	0	1
8.15	8.3	0	5
8.3	8.45	0	6
8.45	9	0	3
9	9.18	0	2
9.18	9.3	0	1
9.3	9.45	0	5
9.45	10	0	2
10	10.15	0	4
10.15	10.3	0	6
10.3	10.45	0	4
10.45	11	0	8
11	11.15	0	4
11.15	11.3	1	8
11.3	11.45	0	6
11.45	12	0	6
12	12.15	0	4
12.15	12.3	0	7
12.3	12.45	1	7
12.45	1	0	7

6	0	1.15	1
5	0	1.3	1.15
4	0	1.45	1.3
3	0	2	1.45

إن المعلومات التي تظهر ف الجدول السابق يتم تحويرها إلى عدد من المركبات المكافئة باستخدام معاملات وفقا لمواصفات المتبعة في فلسطين كما يلي :

عدد المركبات الكلي=(عدد السيارات الصغيرة *1 + عدد الشاحنات *3)

(119*1+2*3) =125 مركبة.

معدل المرور اليومي ADT

125*24=3000مركبة/يوم

عند حساب عدد المسارب يتم حسابها وفقا لحجم المرور الحال والمستقبلي ويكون المستقبلي في العادة خلال عشرين سنة حيث إن معدل الزيادة السنوية لحجم المرور 4 %

معدل المرور اليوم بعد مرور 20 سنة = 3000*(1+0.04)^20

=6573 مركبة /يوم

معدل مرور المركبات للساعة التي يتم أخذها للتصميم يوجد من خلال العلاقة التالية :

معدل المرور اليومي *K= .D.H.V

K : نسبه من معدل المرور اليومي

عدد المركبات في الساعة التصميمية D.H.V

D.H.V = 6573*0.16=1051سيارة/ ساعة

على اعتبار إن الطريق من الدرجة الثالثة فانه تم اعتماد السعة التصميمية للطريق تساوي 850سيارة/ساعة ,حيث إن السعة التصميمية عبارة عن أقصى عدد من المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال ساعة تحت الظروف السائدة .

عدد المسارات المطلوبة لاستيعاب المركبات خلال العشرين سنة القادمة =D.H.V/السعة التصميمية

1=850/1051 مسرب في كل اتجاه.

7.5 حساب الأوزان المحورية القياسية

إن تصميم الطريق يتكون من مجموعة من الطبقات وهي مبينة كالتالي :

1) طبقة الإسفلت (pavement).
2) طبقة البسكورس (base course) طبقة الأساس .
3) طبقة سطح الأرض (sub grade).

وسيتم عمل خطوات التصميم الإنشائي وإيجاد سمك الطبقات (حسب نظام AASHTO):

- حساب ESAL

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

بحيث :

جدول(5-4) تسميات رموز قانون ESAL .

التسمية	الرمز
Equivalent Accumulated 18000 lb Single Load	ESAL
design lane factor	f_d
growth factor	G_f
first year annual average daily traffic	AADT
number of axles on each vehicle	N_l
load equivalency factor	f_E

ويتم الحصول على قيمة f_d عن طريق الجدول (5-5) :

جدول(5-5)نسبة المركبات في المسرب الواحد(f_d). [11]

Number Of Traffic Lanes (Two Directions)	Percentage Truck in Design Lane(%)
2	50

[11] نظام AASHTO(2011) .

4	45 (35-48)
6 or more	40 (25-48)

إن عدد المسارب حسب العد المروري كان مسربين بالتالي قيمة Fd = 50%

أما قيمة G_f فيتمالحصول عليها من الجدول (5-5) :

جدول (5-6): معدل النمو (G_f)

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	15.92	16.87	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	2014	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	27.21	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

وفي العادة يتم التصميم على زمن متوسط يكون حوالي 20سنة ، ويم الأخذ بعين الإعتبار الزيادة السنوية 4% .

فتكون قيمة الـــ G_f تساوي29.78%

جدول (5-7) معامل المركبات لحساب الأحمال المرورية

NO	Vehicle Type	Load Equivalency Factor
1	Passenger Cars	0.001
2	2 Panel & Pickups	0.004
3	Tire	0.02
4	Single Unit 3 axle	0.4
5	Tractor Semitrailer Combination- 3 axle	0.51
6	Tractor Semitrailer Combination- 4 axle	0.7
7	Tractor Semitrailer Combination- 5	1.2

8	Tractor Semitrailer Combination- 6 axle	1.2
9	Trucks with Trailer & Buses	1.75

وبالتالي فإن قيمة ال(ESAL):

ESAL = $f_d * G_f * AADT * 365 * N_l * f_E$

ESAL(car) = .50*29.78 * 365 *3000* 1 * 0.001=16304

ESAL(truck) = 0.50 * 29.78* 365 * 3000 * 1 * 0.7=11413

TOTAL ESAL = 27717

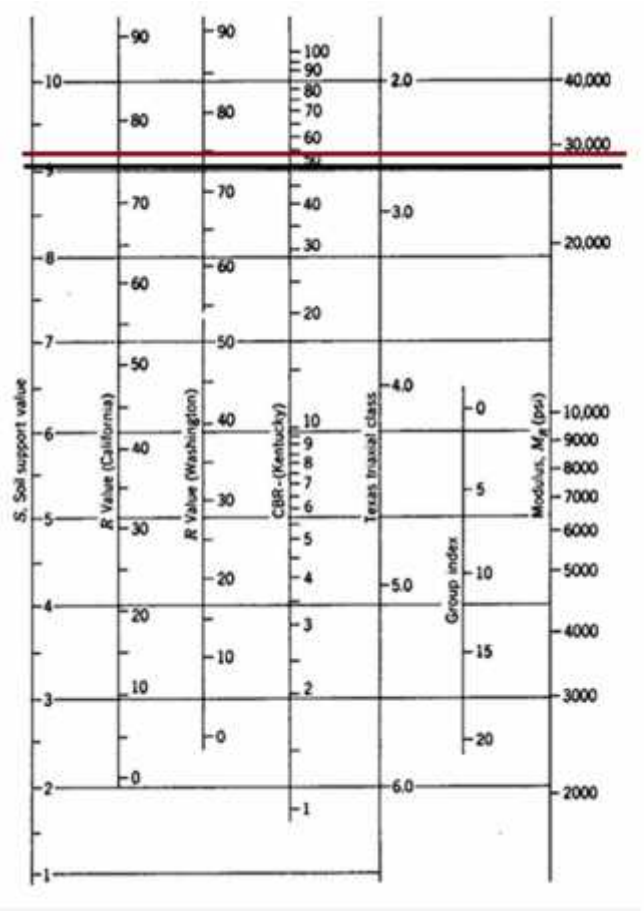
8.5 حساب سماكة الطبقات:

1.8.5 حساب العامل المناخي:

العامل المناخي=1 حسب النظام الفلسطيني

2.8.5 قيمة (S-soil support value):

يتم إيجاد قيمة ال S-soil support value من خلال الشكل(5-1):



الشكل (5-1):S-soil support value

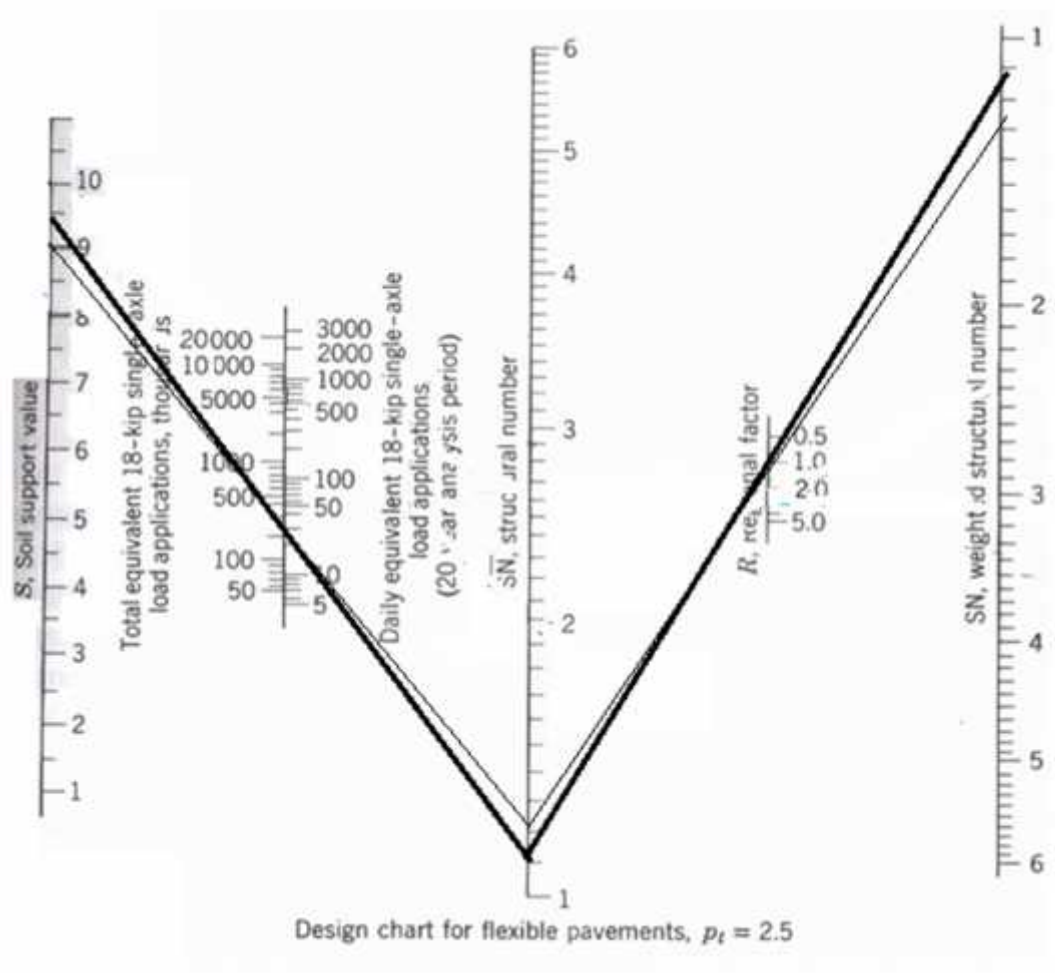
وبالتالي فإن :

(S1-soil support value) =9.0

(S1-soil support value) =9.3

3.8.5 قيمة (SN):

يتم حساب قيمة ال SNوذلك حسب الشكل(5-2):



الشكل (5-2) :قيمة المعامل SN

SN structural = 1.1

SN structural = 1.2

بعد ذلك نعمل امتداد للخط حتى يصل الى قيمة ال(R) ، فتكون القيم :

SN weight = 1.1

SN weight = 1.3

4.8.5 سماكة الطبقات

يتم حساب سمك كل طبقة وذلك حسب المعادلة :

$$SN = a1 * D1 + a2 * D2 * mi + a3 * D3 * mi \quad \text{.....6.3}$$

بحيث:

جدول (5-8) تسميات رموز معادلة SN

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

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

1) قيمة المعامل a1

جدول(5-9)[12] :قيمة المعامل (a1)

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

*وبناء على ما سبق فإن قيمة a1=0.44 .

2) قيمة المعامل a2

جدول(5-10)[13]: قيمة المعامل (a2)

[12] نظام AASHTO (2004)
[13] نظام AASHTO (2011)

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

*وكما تم الإسلاف فإن قيمة a2=0.14 .

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

وبالتالي فإن سمك الطبقات :

D1 = $\frac{1.1}{0.44}$ = 2.5in = 2.5 *2.54 = 6.35 cm, Take D1 = 7 cm -1

in = 9.2 *2.54 = 23 cm , Take D2 = 30 cm2D2 = $\frac{1.3}{.14}$ = -2

وبالتالي فإن :

جدول (5-11):سماكة الطبقات

الرصفة	السمك (سم)
الأسفلت	7
البيسكورس	30

الفصل السادس

التصميم الهندسي للطريق

1.6 مقدمة:

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

وتعتبر السرعة التصميمية والانحدار الحاكم بدورهما القاعدة الأساسية لوضع الحدود الدنيا القياسية لكل من التخطيط الرأسي والأفقي للطريق وبعد ذلك يستطيع المصمم بالمحاولة والخطأ أن يطوع هذه الحدود أو أعلى منها للتضاريس من أجل التوصل إلى مسقط أفقي وقطاع طولي للطريق . ثم تأتي مرحلة تفاصيل الأبعاد الهندسية للتقاطعات ذات المستوى الواحد أو المستويات المتعددة ولطرق الخدمة ولغيرها من الملامح

وأخيرا لا بد من تحديد تفاصيل العلامات والخطوط وإشارات المرور إن وجدت وغيرها من مقاييس التحكم في المرور، ويمكن الوصول إلى طريق لا يسبب حوادث ويحقق الانسياب السلس بجعل جميع عناصر الطريق تتمشى مع توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم.[14]

عند التصميم الهندسي يجب مراعاة مجموعة أمور من أهمها:

1) التصميم بأقل التكاليف وأفضل ما يمكن (الجدوى الاقتصادية).
2) حفظ السلامة والأمن على الطريق لكل مستخدميه.
3) التماشي مع حجم المرور المتوقع عليه وخاصة أوقات الذروة.
4) تجنب التغييرات المفاجئة على الطريق.

2.6 أصناف الطرق:

يوجد صنفان عامان للطرق حسب مواقعها وهي :

1.2.6 طرق حضرية:

تتواجد الطرق الحضرية داخل المدن والبلدات والقرى(أي ضمن الحدود التنظيمية للهيئات المحلية)، ويتم تصنيف الطرق الحضرية الى الطرق الشريانية والطرق التجميعية والطرق المحلية. يمكن التنويه الى أنه توجد في المناطق الحضرية أحيانا طرق زراعية أيضا هدفها خدمة الأراضي الزراعية الموجودة فيها، وتعتبر هذه الطرق طرقاً محلية، ولا يوجد حد أدنى لعرض حرم هذه الطرق، ولكن يفضل أن لا يقل عن 6 متر، والشكل(6-1) يبين أنواع الطرق الحضرية.[15]

[14] Highway engineering
[15] وزارة الحكم المحلي, دليل تخطيط الطرق والمواصلات في المناطق الحضرية, فلسطين, 2013

الشكل (6-1) أنواع الطرق الحضرية.

2.2.6 طرق ريفية:

تتواجد الطرق الريفية خارج حدود المدن والبلدات .وتصنف هذه الطرق بناء على ما تم اعتماده في مجلس التنظيم الأعلى عام1998 في جلسة رقم 98 /4 حول مشروع الطرق الإقليمية الفلسطيني والنظام المرافق له، ويستند هذا التصنيف عموما الى بنية الشبكة وأهمية الطرق .ويتم تصنيف الطرق الريفية الى الطرق السريعة والطرق الرئيسية والطرق الإقليمية والطرق المحلية.

الشكل (6-2) أنواع الطرق الريفية.

3.6 أسس التصميم الهندسي:

1.3.6 سرعة التصميم:

هي الحد الأعلى من السرعة التي ممكن أن تسير بها المركبة بشكل مستمر في الأوضاع الطبيعية للطريق (كثافة مرورية منخفضة وأحوال طقس عادية) ، وتعتبر السرعة التصميمية من أهم الأمور التي تدل على الخدمة التي يوفرها هذا الطريق .

ويتم إختيار هذه السرعة بناءا على عدة امور من أهمها:

1) الجدوى الاقتصادية.
2) الطبيعة للمنطقة.
3) درجة الطريق.
4) حجم المرور.

أما بالنسبة للسرعة التقديرية للسرعة التصميمية فهي كالتالي:

جدول(6-1) السرعة التصميمية[16]

نوع الطريق	السرعة الدنيا (كم/ساعة)	السرعة المرغوبة (كم/ساعة)
محلي	30	50
تجميعي	50	60
اضطراب كبير	50	60
اضطراب قليل	70	90
علم	80	100
سريع	90	120

وبعد عمل الدراسات اللازمة لتحديد السرعة للطريق قيد الدراسة, حيث أنها منطقة جبلية وتصنيف الطريق من الطرق الحضرية فإن السرعة التصميمة المختارة في الطريق قيد الدراسة هي 60 كم/ساعة.

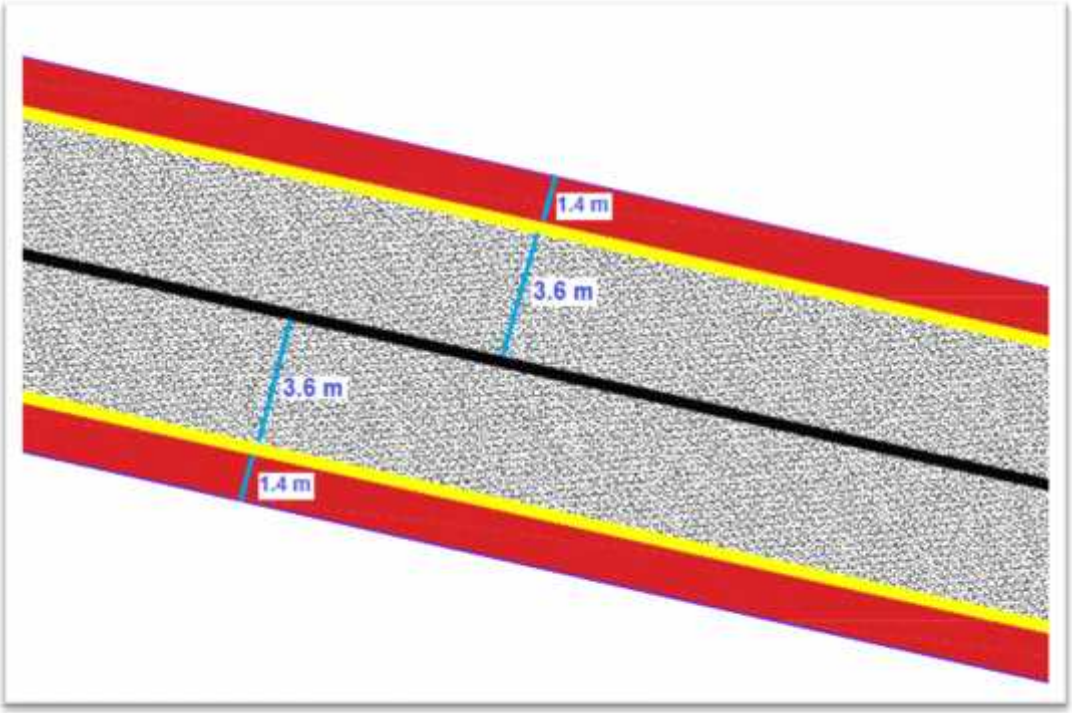
[16] Highway engineering.

2.3.6 عرض الحارة وعدد المسارب:

إن أهم عناصر المقطع العرضي للطريق هي مسارب حركة المركبات، والتي تكون معبدة برصفات غالبا ما تكون إسفلتية، مما يهيئ سطحا ممهدا ملائما يسهل حركة المركبات .ويعتمد العرض الإجمالي لمسارب الحركة على عرض المسرب الواحد وعدد المسارب، التي بدورها تتأثر بحجم المرور وصنف الطريق .ويأخذ عرض المسرب بالاعتبار تأمين هوامش ملائمة بين المركبات في المسرب والمركبات في المسارب الأخرى، أو بين المركبات والعناصر الموجودة خارج الطريق.

ومن المتعارف أن عرض الحارة الواحدة يجب أن لا يقل عن 3 أمتار في الأوضاع العادية وعن 3.75 **مترفي حالة** الطريق السريع وذلك بسبب مرور مركبات كبيرة ومركبات سريعة, ويلعب عرض الحارة دوراً هاماً في تحديد درجة الأمان على الطريق وسهولة القيادة.

عرض الطريق المقرر من بلدية إذنا هو 10 أمتار, ويتكون من اتجاهين , مسرب واحد لكل اتجاه بعرض 3.6 **أمتار** . ونوع المسرب في الطريق قيد الدراسة هو مسرب رئيسي فقط .والشكل(6-3) يبين مقطع أفقي للطريق .

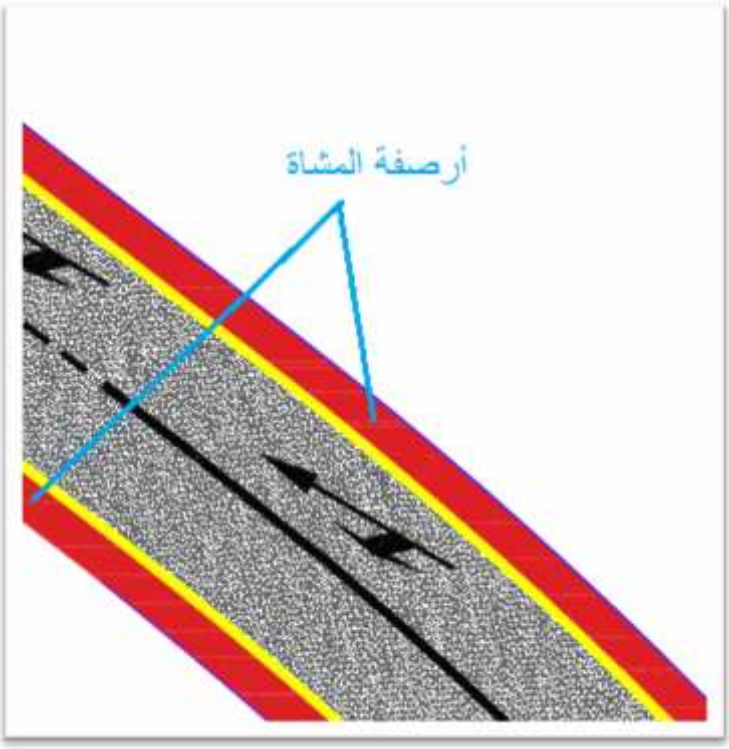


الشكل (6-3) مقطع أفقي للطريق يبين المسارب والرصيف .

3.3.6 أرصفة المشاة:

يتم توفير أرصفة لحركة المشاة بمحاذاة مسارب الحركة أو حارات وقوف المركبات في المناطق الحضرية أو تلك التي يتوفر بالقرب منها حركة معتبرة للمشاة حتى في المناطق الريفية، وبمحاذاة بعض المراكز السكانية أو المدارس أو غيرها .وتعمل أرصفة المشاة على فصل حركة المشاة عن حركة المركبات، وبذلك تحد من عملية التداخل بين حركتي

المشاة والمركبات، وتوفر مساحة آمنة لحركة المشاة، ومن المعروف أنها لا تقل عن 1 متر. والشكل(6-4) يبين شكل الأرصفة.



الشكل (6-4) أرصفة المشاة .

في الطريق قيد الدراسة, بعد أن تم تحديد عرض المسارب فإن المسافة المتبقية عبارة عن رصيف في الجانبين بحيث أن عرض الرصيف هو 1.4 متر .

4.3.6 البردورات:

يتأثر السائقون كثيرا بنوع البردورات ومواقعها . وبالتالي فإن ذلك يؤثر على أمان الطريق والانتفاع به وتستخدم البردورات في تنظيم صرف المياه . ولمنع السيارات من الخروج عن الرصف في النقط الخطرة ، وهي تحدد حافة الرصف وتحسن الشكل النهائي للطريق ، كما أنها عامل في تجميل جوانب الطرق .

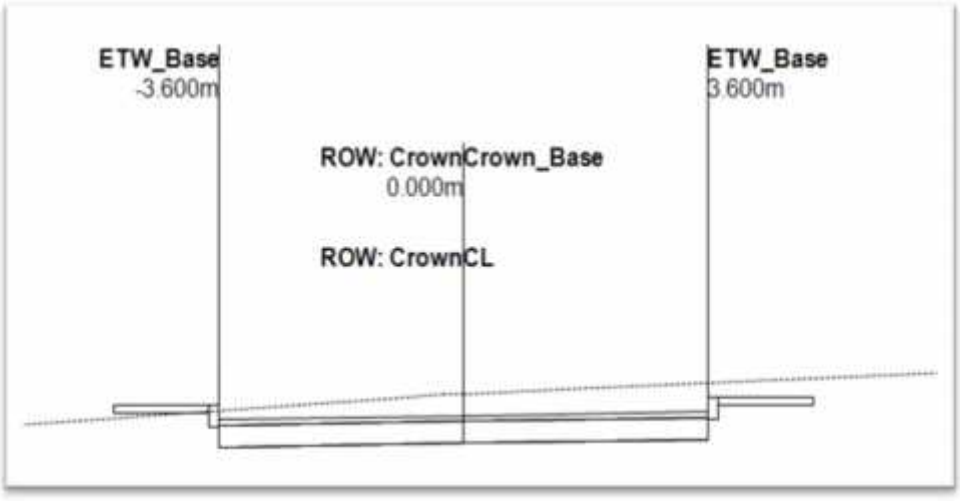
حيث سيتم العمل باستخدام البردورات الحاجزة في الطريق بارتفاع 15 سم لمنع اصطدام المركبات و من اجل تصريف مياه الأمطار للوادي بوضع قناة تحت الرصيف موصولة بعبارات لتصريف مياه الأمطار باتجاه الوادي بالإضافة لوضع الحديد الحاجز لحماية المشاة والسيارات من السقوط في الوادي.

5.3.6 قطاع الطريق:

يبين القطاع العرضي النهائي للطريق الأرض الطبيعية ومناسيبها , وسطح الطريق النهائي, ومنسوب هذا السطح وميله, كما ويحتوي القطاع العرضي على الأكتاف والميول الجانبية والجزيرة الوسطى ومناطق الجدران الإستنادية **و** يبين مناطق الحفر والردم, حيث يتم عمل المقاطع العرضية للطريق كل 20 **الى** 25 متر تقريباً وكلما دعت الحاجة لذلك , **أما في** المشروع قيد الدراسة فقد تم أخذ هذه المقاطع كل 10 أمتار نظراً لطبيعة المنطقة الجبلية والتغيرات المستمرة في المسار **والشكل** (5-6) يبين نموذجاً لمقطع عرضي للطرق .

الشكل (6-5) قطاع الطريق

والشكل (6-6) يبين القطاع العرضي للطريق قيد الدراسة عند محطة **صفر** وبكمية حفر 5.20 **متر مكعب** .



شكل (6-6) قطاع الطريق

أما الحدود الدنيا لعرض المقطع العرضي فهي 10 أمتار حسب ما هو مقرر من قبل البلدية .

6.3.6 الميول العرضية:

سيتم تنفيذ ميل عرضي في الطريق قيد الدراسة بإجراء ميل من الاتجاه العلوي إلى الاتجاه السفلي في الطريق وذلك بهدف صرف المياه إلى جانب الطريق . وبصفة عامة يتم عمل ميل عرضي للرصف بحيث يكون اتجاه الميل إلى أماكن تجميع وتصريف مياه الأمطار . والميل العرضي حتى 1.5 ٪ مقبولٌ حيث لا يلاحظه السائق ولا يؤثر على المركبة.

7.3.6 الميول الطولية:

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

4.6 المنحنيات:

المنحنيات هي أشكال ذات علاقات رياضية محددة نستطيع بها أن نصل بين خطين مستقيمين وذلك بتغيير زاوية سير أحد الخطين تغيرا تدريجيا لتفادي التغير المفاجئ حتى يلتقي بالخط الثاني .

وتعتبر دراسة المنحنيات ذات أهمية كبيرة في كثير من المشروعات الهندسية ذات المحاور الطولية مثل السكك الحديدية والطرق, وخطوط الأنابيب, وتستخدم المنحنيات عموما في الأعمال الهندسية لتغيير اتجاه خط مستقيم الى اتجاه اخر سواء أكان ذلك في المستوى الأفقي أو في المستوى الرأسي

تقسم المنحنيات إلى قسمين :

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

حيث يكون لكل نوع منهما حاجة وظروف لاستخدامه.

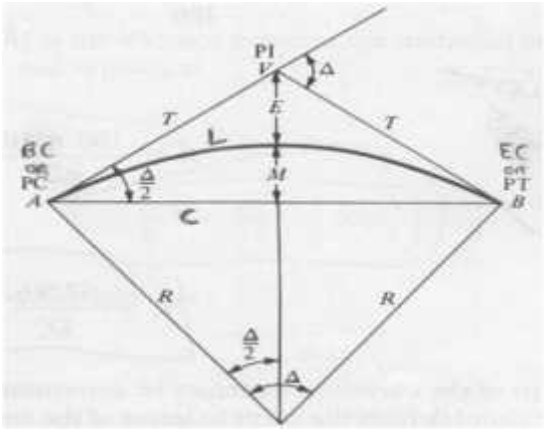
1.4.6 المنحنيات الأفقية:

لتخطيط وتصميم مسار الطريق في المستوى الأفقي، لا بد من تحديد خط منتصف الطريق .ويتكون خط منتصف الطريق من مماسات مستقيمة تجمع بينها منحنيات أفقية تخطط وتصمم بعناية لتأمين الالتزام بسرعة التصميم، وبالتالي توفير حركة سلسة للمركبات وأخذ متطلبات السلامة المرورية بالاعتبار، وهي على عدة أنواع والشكل (6-7) يبين احد المنحنيات الأفقية في الطريق .

شكل (6-7) منحنى أفقي

1.4.4.6 المنحنى الدائري البسيط:

حيث يتم وصل الخطين المختلفين في الاتجاه بقوس دائري واحد يمسهما في نقطتي الوصل . والشكل (6-8) يبين المنحنى الدائري البسيط .



الشكل (6-8) المنحنى الدائري البسيط (17)

[17] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات ,دار مجدلاوي للنشر ,عمان , الاردن ,1998.

والتسميات هي كالآتي كم في الجدول رقم (6-2) :

جدول(6-2) رموز معادلات المنحنى الأفقي.

الوصف	الرمز
المماسين	T
طول المنحنى	L
نقطة تقاطع المماسين	PI
زاوية الانحراف، وتساوي الزاوية المركزية	Δ
نقطة بداية المنحنى	PC
نقطة نهاية المنحنى	PT
الخط الواصل بين نقطتي التماس ويطلق عليه الوتر الطويل	LC
مسافة المنتصف للمنحنى الدائري ونقطة تقاطع المماسين	E
المسافة بين نقطة منتصف المنحنى ومنتصف الوتر الطويل	M

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

(1 $M = R(1-\cos\frac{\Delta}{2})$.....3.1

(2 $LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2}$ 3.2

(3 $T = R\tan\frac{\Delta}{2}$.....3.3

(4 $L = \frac{\pi R\Delta}{180}$.....3.4

(5 $E = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1)$.....3.5

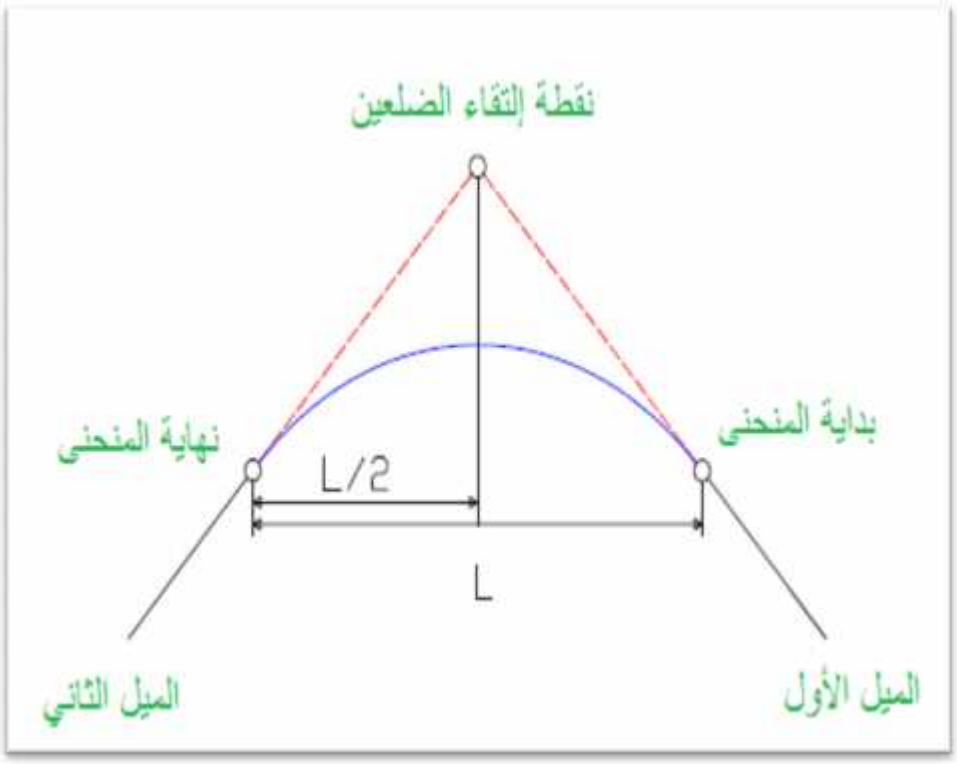
2.4.6 المنحنيات الرأسية :

تستخدم المنحنيات الرأسية في الطريق لربط ميلين طوليين مختلفين بشكل منحن، وبالتالي توفير تغير تدريجي من ميل لآخر .وهذه المنحنيات تكون منحنيات قمة أو قاع كما يبين الشكل(6-8)

وعادة ما تكون المنحنيات الرأسية ذات قطع مكافئ في شكلها، حيث يتم توفير معدل ثابت لتغير الميل على النقاط المتتالية على المنحنى، وبالتالي توفير حركة مريحة على طول المنحنى .وهذا المعدل لتغير الميل يساوي الفرق الجبري في الميول المماسية المتقاطعة مقسوما على طول المنحنى بالأمتار.

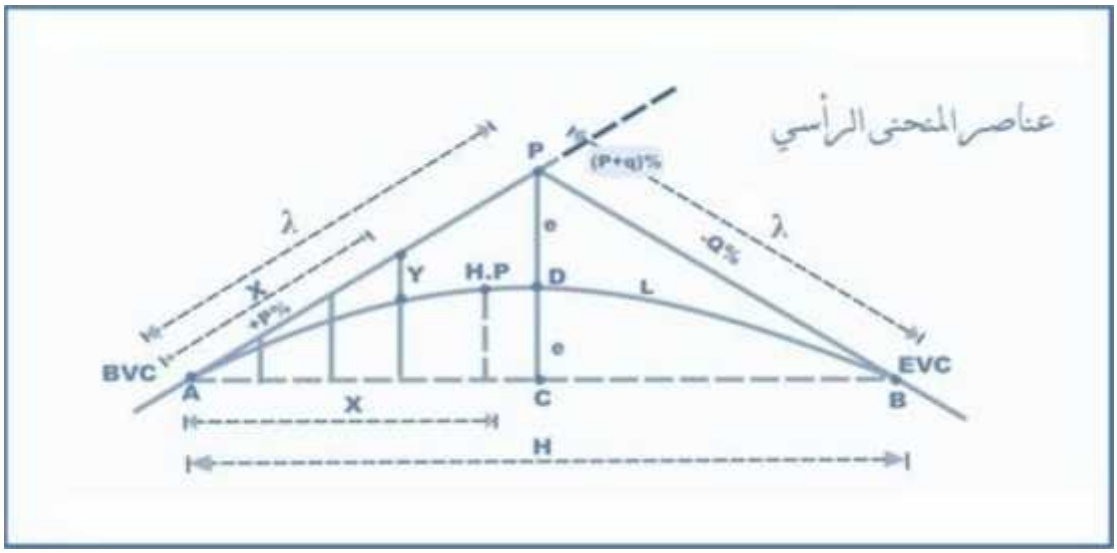
حيث يجب أن يحقق الشروط الآتية :

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



الشكل (6-9) المنحنى الرأسي .

أما بالنسبة لأجزاء وعناصر المنحنى الرأسي كما يوضحها الشكل (6-10) ، كم وتم إرفاق المنحنيات الرأسية الموجودة في الطريق في الملحقات .



الشكل(6-10) عناصر المنحنى الرأسي[18]

والتسميات هي كالآتي كم في الجدول رقم (6-3) :

جدول(6-3)رموز معادلات المنحنى الرأسي.

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

معادلات القطع المكافئ

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

L= l_1+ l_2 .....3.7

[18]المساحة وتخطيط المنحنيات.

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

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

2*l = L.....3.8 AB = H =

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

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

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين :

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

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد :

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

أما بدلالة e :

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين :

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

عندما يكون المماس في اتجاه واحد :

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

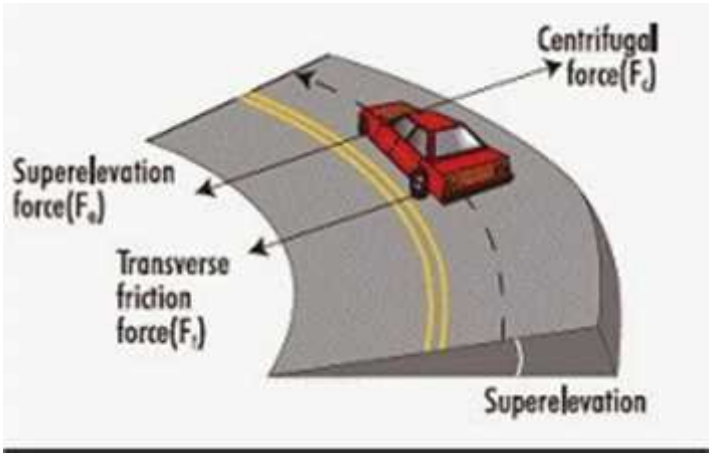
$y = e \left(\frac{x}{y}\right)^2$ 3.14

5.6 التعلية :

وهي عملية مهمة في انشاء الطرق وتتمثل في رفع الحافة الخارجية للطريق , لتفادي تأثيرات القوة الطاردة المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبات وربما انقلابها وقيمة هذا الميل الجانبي للطريق تتراوح من (4 – 8) % وقد تصل إلى 12% حسب طبيعة الطريق وحسب انظمة وقوانين كل دولة .[19]

حيث تم اختيار نسبة 6% للتعلية

والشكل (6-11) يظهر تطبيق التعلية في المنحنيات :

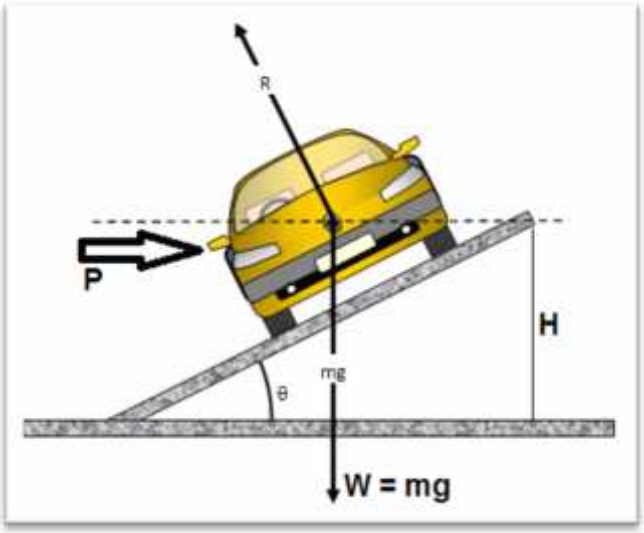


الشكل (6-11) التعلية في المنحنيات .

6.6 القوة الطاردة المركزية :

هي قوة فيزيائية تظهر خلال حركة الأجسام بشكل دائري أو منحني بسبب ميلان الأجسام للبقاء في حالة اتزان تظهر قوة الطرد المركزية بسبب خاصية الكتلة المعروفة بالقصور الذاتي وهي ميل جسم ما لعدم تغيير سرعته أو اتجاهه . أي أن الجسم الساكن سيبقى على سكونه حتى تجعله قوة خارجية يتحرك ، وبعد ذلك سيواصل التحرك في نفس السرعة وفي نفس الاتجاه ما لم تغيّر قوة خارجية الطريق الذي هو يتحرك فيه, والشكل (6-12) يبين تحليل القوة الطاردة المركزية .

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



الشكل (6-12) القوة الطاردة المركزية .

والتسميات هي كالآتي كم في الجدول رقم (6-4) :

جدول(6-4) رموز معادلة القوة الطاردة المركزية .

الوصف	الرمز
وزن العربة	W
كتلة العربة	M
سرعة العربة	V
تسارع الجاذبية الأرضية	G
القوة الطاردة المركزية التي تؤثر على العربة أثناء سيرها	P
نصف قطر المنحنى الدائري	R

والعلاقة الرياضية التي تربط العناصر السابقة مع بعضها البعض هي :

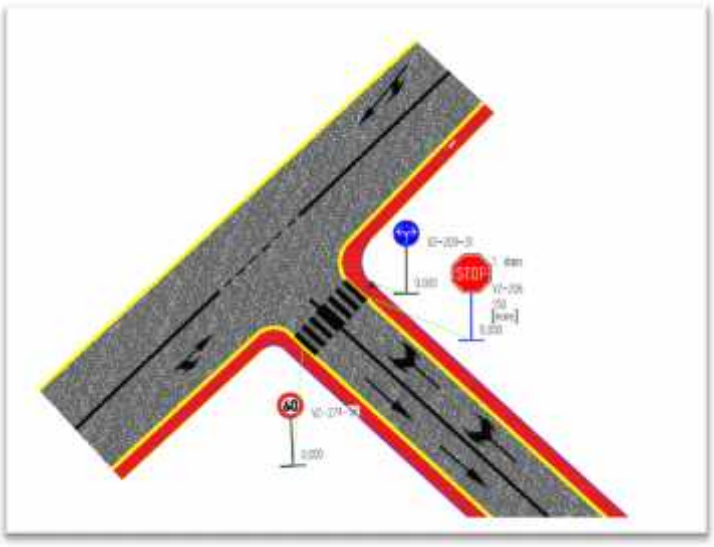
$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....6.16}$$

7.6 التقاطعات :

هو المنطقة التي يلتقي فيها طريقان أو أكثر على نفس الارتفاع أو على ارتفاعات مختلفة، وتشمل هذه المنطقة المساحة المخصصة للسيارات وحركتها بالإضافة إلى المساحة المخصصة للمشاة والجزر المرورية وتعتبر التقاطعات أجزاء

حرجة من شبكة الطرق من حيث السعة المرورية وذلك بسبب تركيز أحجام المرور المختلفة وما يرافق ذلك من إعاقة لحركة المركبات وزيادة احتمال وقوع الحوادث، والشكل (6-12) يبين التقاطع في بداية الطريق قيد الدراسة .[20]

الشكل (6-13) التقاطع في بداية الطريق .



الشكل (6-14) التقاطع في بداية الطريق .

[20] وزارة النقل والمواصلات , دليل معايير السلامة على الطرق في فلسطين ,الناشر للدعاية والإعلان ,فلسطين , 2013

الفصل السابع

خدمات الطريق

1.7 مقدمة :

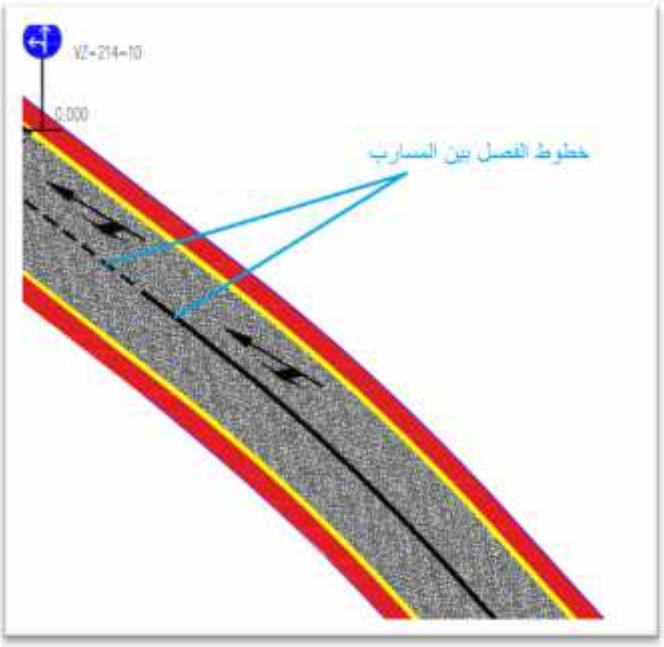
يشمل علم الطرق هندسة الطرق وهندسة المرور. وعند تصميم الطريق وفتحها للسيارات لا بد من وجود أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لضمان حسن الأداء ومنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشئت الطريق من أجله .

يتطرق علم المرور إلى أمور عدة كالاتجاهات والمسارب والانعطاف إلى اليمين أو اليسار والمسافات والتقاطعات والوقوف وغير ذلك , لذلك يجب تصميمها جنبا إلى جنب إثناء تصميم الطريق , كما يجب تنفيذها عند تنفيذ الطريق .

2.7علامات المرور على الطريق (Traffic Marking): [21]

1.2.7 الخطوط

تكون الخطوط بعرض 10سم , تم اختيار بعض علامات المرور لتوضع في لطريق وذلك لتنظيم حركة السير للسائقين والمشاة ونقل التعليمات لهم ومنها الخطوط المتصلة تستعمل لفصل السير ومنع التجاوز في آن وحد والخطوط المتقطعة لفصل السير والمسارب في الاتجاهيين وخطوط المشاة وعلامات المرور للمنحنيات والتقاطعات لتنبيه السائقين على تغيرات لطريق .

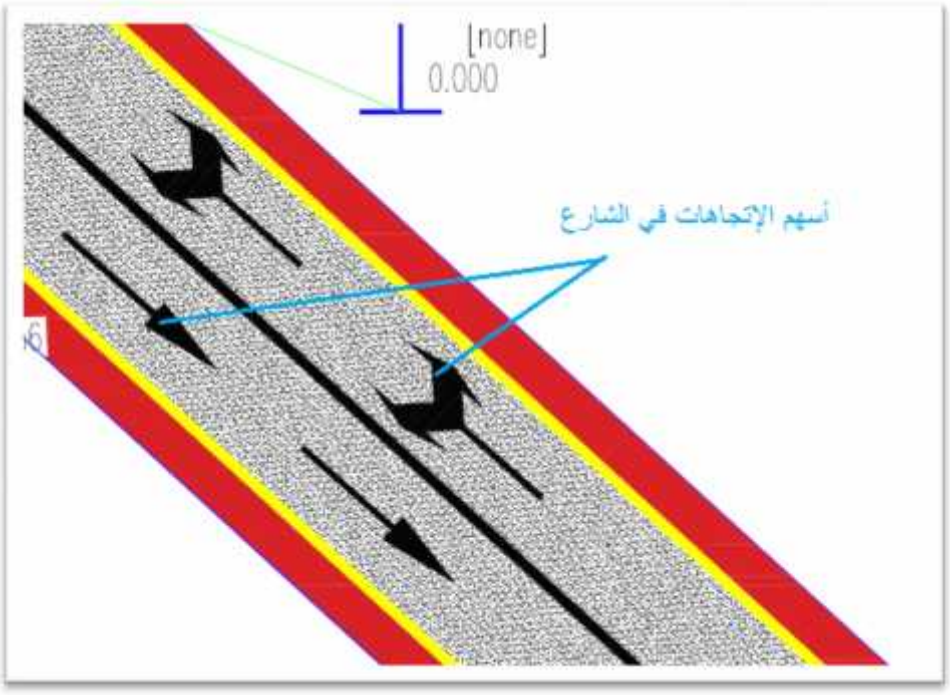


الشكل (7-1)أنواع الخطوط في علامات المرور

[21] وزارة النقل والمواصلات , دليل معايير السلامة على الطرق في فلسطين ,الناشر للدعاية والإعلان ,فلسطين , 2013

2.2.7 الأسهم :

تستعمل لتحديد الاتجاهات وقد يوضع مع كلمة مثل سهم مع كلمة الى اليمين وتم استخدامها **على طول** الطريق .



الشكل (2-7) أنواع الأسهم في علامات المرور

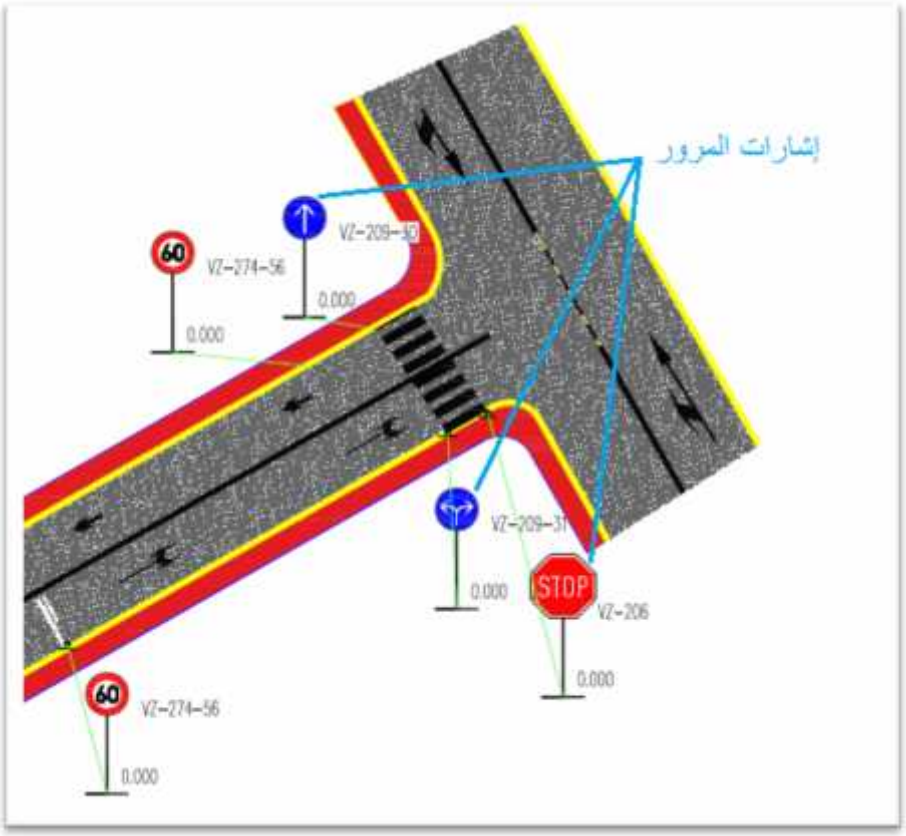
3.2.7 الإشارات

تستعمل الإشارة لتنظيم حركة السير وتنبيه وإرشاد عابري الطريق , وتتألف من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الاثنان معا , بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق .

1.3.2.7 أنواع الإشارات :

من الإشارات التي تم استخدامها **في** الطريق :-

1) إشارات التحذير : **كإشارة** انعطاف حاد نحو اليسار ومفترق تقاطع طرق ويوجد ممر مشاة **بالقرب من المكان وعادة ما تتخذ** شكل مثلث متساوي الأضلاع مع خلفية بيضاء وحدود حمراء سميكة وتكون قبل 150 م قبل لخطر توضع على جوانب الطريق .
2) **إشارات الارشاد** : **كإشارة سر الى** اليمين او الى اليسار وممنوع التجاوز وتكون مستديرة .
3) **إشارة الأعلام** :- يكون شكل الاشارة مربعة او مستطيلة **كإشارة مكان عبور المشاة** .



الشكل (7_3): إشارات المرور المستخدمة في الطريق

أنواع الإشارات المقترح استخدامها في المشروع

جدول (7-1) إشارات المرور [22]

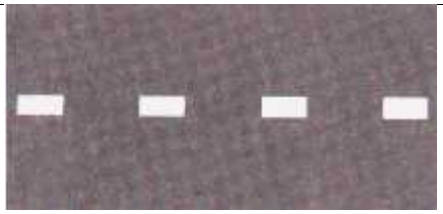
الإشارة	المدلول
	انعطاف حاد نحو اليسار
	مفترق تقاطع طرق

[22] الأهلية لتعليم السياقة , التؤوريا , الخليل , فلسطين , 2011.

	يوجد ممر مشاة بالقرب من المكان
	ممر مشاة
	سر الى اليمين او الى اليسار

أما بالنسبة لبعض الخطوط التي سيتم استخدامها في شارع واد البير فهي كالتالي :

جدول (7-2)الخطوط المستخدمة في المرور [23]

الإشارة	المدلول
	خط متقطع : خط محور الشارع أو خط مسلك ، على من يسوق مركبة أو حيوان أن يسوق مركبته أو الحيوان في المسلك الأيمن الأقصى ولا يجوز له عبور الخط بجسم المركبة أو بقسم منه إلا من اجل التجاوز أو من اجل تنفيذ أمر قانوني
	خط فاصل متواصل : إذا وُسم الشارع بخط فاصل متواصل فعلى السائق أن يسوق مركبته أو يقود الحيوان على الجانب الأيمن للخط ولا يجوز له عبور الخط بجسم المركبة أو بقسم منه
	أحجار الحافة مدهونة باللون الأسود والأبيض لإظهار وإبراز الحافات أو الفواصل أو الجزر المبنية

[23] الأهلية لتعليم السياقة , التؤوريا , الخليل , فلسطين , 2011.

3.7الإنارة على الطريق :

1.3.7 فوائد الإنارة :

إن الإضاءة على الطرق مهمة جداً حيث أنها تخفض من حوادث الطرق, كما تساعد الإضاءة السائق على قيادة سيارته في الليل بنفس السرعة التي يقود بها نهارا, مما يقلل من وقت الرحلة. حيث أن التوفير في الوقت والتخفيض من الحوادث لها مردود اقتصادي, والإضاءة مهمة ومفيدة للمشاة أيضاً حيث تجنبهم الأخطار وتمكنهم من رؤية الطريق بوضوح بالإضافة إلى أنها ضرورية للنواحي الأمنية.

2.3.7 مواصفات الإنارة :

حتى يؤدي المصباح المستخدم غرضه من الإضاءة وهو إنارة اكبر قدر ممكن من الطريق لا بد من وضعه على أعمدة خاصة, ويجب الاهتمام بهذه الأعمدة من حيث:-

1) مكانها, من حيث تثبيتها في الجزيرة الواقعة في وسط الطريق أو على الأرصفة فقط أو على الأرصفة و الجزيرة معا.
2) أبعادها, كارتفاعاتها وأطوال أذرعها والمسافات بينها ودراسة هذه الأمور دراسة وافية, وهذا يعتمد على نوع سطح الطريق و توزيع الإضاءة.

3.3.7 ارتفاع أعمدة الإنارة:

يختلف ارتفاع أعمدة الإنارة حسب عرض الطريق، ونوعية المصابيح المستخدمة، و حسب سطح الطريق، والمنطقة المحيطة بالأعمدة، وعادة يستخدم ارتفاع أعمدة الإنارة 7.62، 10.69،12.19 متر والمسافة عن مركز المصباح إلى جانب الطريق (overhangs) 1.5، 2، 2.5 متر على الترتيب.

4.3.7 المسافة بين أعمدة الإنارة:

إن المسافة الأعمدة هي المسافة المأخوذة بين عمودين متتاليين ومقاسة حسب محور الطريق, هذه المسافة مرتبطة بارتفاع العامود.

إن نسبة التباعد إلى الارتفاع هي التي تحدد عامل الانتظامية للإنارة، وبقدر ما تكون هذه النسبة صغيرة، بقدر ما تكون انتظامية الوضوح مرتفعة.

إن هذه النسبة تتراوح بشكل عام بين(4,5_2,5). كما أن المسافة على التقاطعات تقل عن المسافة في الطريق الرئيسي وعادة تكون نصف المسافة المستخدمة. ويوضح الجدول التالي العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطرق وارتفاع العمود.

جدول (7-3)توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق.[24]

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

حيث:

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

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

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

وبما أن عرض الشارع الذي نقوم بتصميمه حوالي 10 مترا، وتم اختيار ارتفاع العمود 10.69م ويقع الطريق ضمن المجموعة A2، وبناء على ما سبق فإن المسافة بين كل عامود إنارة والآخر ستكون47.2م(45 **متر للتقريب**) والمسافة من مركز **المصباح إلى جانب** الطريق2.59**متر**.

الفصل الثامن

النتائج والتوصيات

1.8 مقدمة عامة :

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

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

2.8 النتائج العامة :

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

1. هذا الطريق تنفيذه هام في بلدة إذنا لما يختصره من وقت وجهد على **المستخدم** .
2. كانت نتائج الطبقات بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة كما في الفصل الخامس :

جدول (8-1) :سماكة الطبقات

الرصفة	السمك (سم)
الأسفلت	7
البيسكورس	30

3. تم عمل تصميم لهذا الطريق بناء على النظام العالمي AASHTO (2011) ، وتم عمل التصميم على برنامج الـ (civil 3d) ، وتم اخراج النتائج على المخططات المرفقة ، وكانت الكميات :

جدول (8-2) : تكلفة المشروع

الوصف	الكمية
كميات الحفر في الطريق	47239**متر مكعب**
كمية الردم في الطريق	4415 **متر مكعب**
الاسفلت	9215 **متر مربع**
البيسكورس	9215 **متر مربع**
الرصيف	3347 **متر مربع**
أحجار الرصيف	2575 **متر طولي**

4. تم التعامل مع مياه الأمطار بصرفها باتجاه الوادي من خلال عبارات في جانب الشارع

5. تم تجهيز كافة التصميمات الأفقية و الرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها.
6. تم اختيار مسار المشروع بناء على المخطط الهيكلي للمنطقة مع بعض التعديلات ليناسب التصميم الهندسي .
7. تم وضع جميع الاشارات المرورية وفي موقعها المناسب ، ووضع الإضاءة السليمة في الشارع.
8. تم حساب التكلفة التقديرية للمشروع وكانت :

جدول (8-3) : تكلفة المشروع

العمل	صافي التكلفة (بالدولار)
الحفر	448770
الردم	59602
الاسفلت	11610
البيزكورس	15208
أحجار الرصيف	36050
الرصيف	40164
الاشارات المرورية	2460
الانارة	26100
المجموع الكلي (التكلفة التقديرية)	639964

3.8التوصيات :

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

الملحقات

الملحق أ

الملحق ب

قائمة المراجع

1) روحي الشريف, البسيط في تصميم وانشاء الطرق,1981,عمان.

2) د. فتحي ابو راضي, المساحة والخرائط, بيروت,1998

3) وزارة الحكم المحلي, دليل تخطيط الطرق والمواصلات في المناطق الحضرية, فلسطين, 2013

4) يوسف صيام ,عبد الله القرني ,سعد القرني , تغطية مساحية للطرق ,دار مجدلاوي للنشر ,عمان , الاردن ,1999.

5) يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات ,دار مجدلاوي للنشر ,عمان , الاردن ,1998.

6) وزارة النقل والمواصلات , دليل معايير السلامة على الطرق في فلسطين ,الناشر للدعاية والإعلان ,فلسطين , 2013

7) الأهلية لتعليم السياقة , التؤوريا , الخليل , فلسطين , 2011

8) http://vprofile.arij.org/hebron/vdata.php
9) https://www.nasa.gov
10) Traffic and highway engineering