**Palestine Polytechnic University**
**College Of Engineering**
**Civil & Arch. Department**
**Surveying & Geomatics Engineering**

# Design of Abu Da'ajan Road

Design and detailed Drawings

**Work Group :**
**Mhmd Alfakhori**
**Asem Seder**
**Hussam Hasouneh**
**Tareq Amro**

**Supervisor :**
**Eng. Faydi Shabaneh**

**Dec - 2015**

بسم الله الرحمن الرحيم


**جامعة بوليتكنك فلسطين**
**كلية الهندسة**


**مشروع تخرج بعنوان**

# تصميم طريق أبو دعجان

**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**

محمد عبد الغفار الفاخوري

عاصم "محمد نجيب" سدر

طارق عثمان عمرو

حسام بسام حسونة

**إشراف**
م. فيضي شبانة

**جامعة بوليتكنك فلسطين**
**الخليل – فلسطين**


**2015-2016 م**

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان

# تصميم طريق أبو دعجان

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

محمد عبد الغفار الفاخوري

عاصم "محمد نجيب" سدر

طارق عثمان عمرو

حسام بسام حسونة

إشراف

م. فيضي شبانة

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2015-2016م

**بسم الله الرحمن الرحيم**

**مشروع تخرج بعنوان**

**تصميم طريق أبو دعجان**


**فريق العمل**

محمد عبد الغفار الفاخوري　　عاصم "محمد نجيب" سدر

طارق عثمان عمرو　　حسام بسام حسونة

المشرف:

م. فيضي شبانة.


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

توقيع مشرف المشروع　　توقيع رئيس الدائرة

..... .....

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2015-2016 م.

# الإهداء

**إلى مخرج البشرية جمعاء من الظلمـــــــــات إلى النور محمـــــــد صلى الله عليه وسلـم**

**إلى أبـائـنـا الـذين لـولاهـم لـمـا وصـلـنـا الـــى هذا الـمـكـان ومـا كـنـا**

**إلـــــــى والـــــــدي الـحـــــاج بـســـــام مـــحـمـد حـــســـونـــة**

**إلـــــــى والـــــــدي الاســـــتـــاذ عـــثـمـــان سـلـيـمـان عـمـــرو**

**إلـــــــى والـــــــدي الـمرحـوم الـحـــاج "مـحـمـد نـجـيـب" نـاجـي سـدر**

**إلـــــــى والـــــــدي الاســـــتـــاذ عـبـد الـغـفـار عبد الرحمن الفـاخـوري**

**إلى أمهـاتنا الـذيـــن تعـبوا حتى يرونـــــا كبـــارا نبحر في مـحيط هذه الحيـاة**

**إلى إخـوتنـا وأخـــواتنا الذين لـــــم ولـــــن يبخلوا علينـــــــــــــــــا بشيء**

**إلى أصـدقائنـا وأحبـابنـا الذيـــن لولاهـــــم لـــم نـكـن وصـلنا إلى هـــــنـــا**

**إلى كـــل مـــــن أضـــــاء بعلمه عقل غيره وهـــدى بالجواب الصحيح حيرة ســـــــائليه**

**فأظـهر بسماحته تواضـــع العلماء وبرحابته سماحة العارفين وأخجـــلـنا باهتمـــــــــامه**

**إلى كـــل مـــــن ســـــاعدنـــــــا ولـــــو بجملة أو حـــــتـــــــى كلـمـــــــة**

**إلى كـــــل مـــــحـــب للعـلـــم ومـــــــــــتـيـــــــــــم بـــــــــــه**

**إلى أولئك الذين حـــرموا حـــريتهم خـــلـــف القضبـــــان لأجـــــل هـــــذا الـــوطن الغالي**

**إلى أولئك الـذين فقدوا حيـاتهم لـــكي نـــبقى نـــحن على هذا الوطن ولا نفرط بحبة تراب منـــه**

**نـــهدي هـــــذا العمـــــــل المتواضع راجيـن مـن المـــولى عـــز وجـــل القبول والنجاح**

فريق العمل

# الشكر والتقدير

**تكـــاد شمـــــــوع الشكـــــر تحـــترق خجلاً لتضيء كلمـــات عـــجز اللســـان والقـــلم عنهـــا تحـــــية إجـــــلال نـقدمهـــــا إلى كـــــل مـــــن لـــه حـــق علـينا في مسيرتنـا التعليمية إلـــــــــــــــــــــى أســـــــــاتـــــــذتـــــنـــــا جـــــمـــــيـــــعـــــــــــــاً إلى أســـــتاذنـــا المهندس فيضي شبانـــــة الـــــــذي لـــــم يبخـــل علينـــا بأي معلومة أو مساعدة إلى أســـــتاذتنـــا المهندسة سماح الجعبري الـــــتي لـــــم تبخـــل علينـــا بأي معلومة أو مساعدة إلى أســـــــــتـــاذنـــــا وأخونا الكبير المهندس الأستاذ معتز قفيشة الذي لم يدخر جهدا في مساعدتنا إلى أســـــــتـــاذنـــــا وأخونا الكبير المهندس الأستاذ احمد الحرباوي الذي لم يدخر جهدا في مساعدتنا إلى الـــسيـــد القديـــــر إيـــاد جويحـــان الذي لم يبخل علينا بأي شـكل من أشكال المساعدة والدعم إلى بلـديـــــــة الخليل ممثـــلـــــة بـــــــرئيسهـــــــا وأعـضائهـــــا مـــن مهندسين وعاملين إلى جـــــــامعتنـــــــا الـــــتـــــي أعـــــطتنـــا الـفرصـــــــة لـنكون مـــــــــــن روادها لـــــــــهم جـــــــميعـــــــــــــــــأ نـــــــــــقدم جـــزيـــــــل الشكـــــــــــــــر والامتنان**

فريق العمل

Abstract
Project name
Design of Abu Da'ajan Road

By: Muhammad Abdulghaffar Alfakhori  Asem Mohammed Najeeb Seder
Tareq Othman Amro  Hussam Bassam Hasouneh

Supervisor:-
**ENG. Faydi Shabaneh**

# Abstract:

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

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

# عنوان المشروع
## تصميم طريق ابو دعجان

**مجموعة العمل :** محمد عبد الغفار الفاخوري عاصم "محمد نجيب" سدر

طارق عثمان عمرو حسام بسام حسونة

**المشرف:-**

م.فيضي شبانه

## الملخص :-

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

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

# فهرس المحتويات

## الصفحات التمهيدية


الغلاف : ..... I

شهادة تقديم المشروع : ..... II

الإهداء : ..... III

الشكر والتقدير : ..... IV

الملخص باللغة الانجليزية : ..... V

الملخص : ..... VI

فهرس المحتويات : ..... VII

قائمة الأشكال : ..... XII

قائمة الجداول : ..... XIV

قائمة الملاحق : ..... XVI

## الفصل الأول : المقدمة


1-1 نظرة عامة : ..... 1

2-1 لمحة عن مدينة الخليل : ..... 3

1-2-1 تاريخ المدينة : ..... 3

2-2-1 السكان والمناخ : ..... 3

3-1 فكرة المشروع : ..... 4

4-1 منطقة المشروع : ..... 4

5-1 هيكلية المشروع : ..... 4

6-1 أهداف وأهمية المشروع : ..... 5

7-1 طريقة البحث : ..... 5

8-1 الدراسات السابقة : ..... 6

9-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة : ..... 6

10-1 الجدول الزمني : ..... 7


## الفصل الثاني : الأعمال المساحية


1-2 مقدمة : ..... 9

2-2 دراسة المخططات : ..... 9

3-2 الأعمال الاستطلاعية : ..... 9

4-2 مرحلة الرفع التفصيلي : ..... 10

5-2 المضلعات (Traverses) : ..... 11

6-2 نظام تحديد الموقع بالاقمار الصناعية (GNSS) : ..... 11

1-6-2 مقدمة : ..... 11

2-6-2 اجزاء النظام : ..... 11

3-6-2 طرق الرصد : ..... 13

4-6-2 طريقة التصحيح : ..... 15

5-6-2 الاحداثيات المصححة : ..... 15

## الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطريق


3-1 مقدمة : ..... 16

3-2 أسس التصميم الهندسي للطريق : ..... 16

3-3 المنحنيات : ..... 24

3-3-1 المنحنيات الأفقية : ..... 25

3-3-2 المنحنيات الرأسية : ..... 28

3-4 القوة الطاردة المركزية : ..... 32

3-5 التعلية ( Super Elevation) : ..... 33

3-5-1 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق ( التعلية ) : ..... 34

3-6 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق : ..... 36

3-7 التقاطعات : ..... 37

3-8 طبقات الشارع ( الرصفات ) : ..... 38

3-8-1 أنواع الرصفات : ..... 38

3-8-1-1 الإسفلتية أو المرنة ( Flexible Pavements ) ..... 38

3-8-1-2 الخرسانية أو الصلدة ( Rigid Pavements ) ..... 38

3-8-1-3 المركبة أو المختلطة ( Composite Pavements ) ..... 39

3-8-2 عوامل التصميم (Design Factors): ..... 39

## الفصل الرابع : الفحوصات المخبرية


4-1 مقدمة : ..... 40

4-2 عينات التربة :..... 40

4-2-1 اماكن استخراج العينات : ..... 40

4-2-2 أخذ العينات : ..... 40

4-2-3 تعبئة العينات : ..... 41

4-2-4 نقل وتخزين العينات : ..... 42

4-3 التجارب المخبرية :..... 42

4-3-1 تجربة الكثافة العظمى (Proctor compaction test): ..... 42

4-3-2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR):..... 45


## الفصل الخامس : خدمات الطريق


5-1 مقدمة..... 50

5-2 علامات المرور على الطريق ( Traffic Marking):..... 50

5-2-1 أهداف علامات المرور : ..... 50

5-2-2 الشروط الواجب توافرها في العلامات : ..... 50

5-2-3 أنواع علامات المرور :..... 50

5-3 الإنارة على الشوارع والطرق : ..... 56

5-3-1 فوائد الانارة : ..... 56

5-3-2 مواصفات الإنارة :..... 56

5-4 المواقف:..... 58

5-4-1 أهمية المواقف: ..... 58

5-4-2 انواع المواقف:..... 58

5-4-3 تطوير المواقف:..... 59

## الفصل السادس : التصميم الانشائي


1-6 مقدمة : ..... 60

2-6 العناصر الإنشائية للرصفة المرنة : ..... 61

3-6 العوامل المؤثرة على التصميم ..... 61

4-6 خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو: ..... 62


## الفصل السابع : تصريف مياه الامطار


1-7 مقدمة: ..... 71

2-7 متطلبات صرف المياه من الطريق: ..... 72

3-7 أنواع صرف المياه: ..... 72

1-3-7 الصرف السطحي: ..... 72

1-1-3-7 تجميع المياه السطحية : ..... 72

2-3-7 الصرف المغطى : ..... 73

4-7 كمية مياه الأمطار : ..... 73

5-7 تصميم شبكة التصريف : ..... 75

1-5-7 أهم الامور التي تؤخذ عند التصميم ..... 75

6-7 مراحل التصميم : ..... 78


## الفصل الثامن : النتائج والتوصيات


1-8 مقدمة: ..... 79

2-8 النتائج: ..... 79

3-8 التوصيات: ..... 82

## قائمة الأشكال


شكل (2-1) : المحطات الارضية لنظام GPS الامريكي ..... 12

شكل (2-2) : عملية الرصد الثابت ..... 13

شكل (2-3) : نظام المحطة الافتراضية ..... 14

شكل (3-1) مقطع عرضي لطريق من حارتين ..... 18

شكل (3-2) الميول الطولية ..... 19

شكل (3-3) كتف الطريق ..... 20

شكل (3-4) الأطاريف ..... 21

شكل (3-5) الأرصفة ..... 22

شكل (3-6) الجزر الفاصلة ..... 23

شكل (3-7) الجدران الاستنادية ..... 24

شكل (3-8) عناصر المنحنى الدائري البسيط ..... 25

شكل (3-9) المنحنى الانتقالي ..... 28

شكل (3-10) المنحنى الرأسي المحدب ..... 28

شكل (3-11) المنحنى الرأسي المقعر ..... 29

شكل (3-12) عناصر المنحنى الرأسي ..... 29

شكل (3-13) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات ..... 32

شكل (3-14) تطبيق التعلية على المنحنيات ..... 34

شكل (3-15) الدوران حول المحور ..... 35

شكل (3-16) الدوران حول الحافة الداخلية ..... 35

شكل (3-17) الدوران حول الحافة الخارجية ..... 35

شكل (3-18) التقاطعات السطحية ..... 37

شكل (3-19) التقاطعات في مستويات مختلفة ..... 37

الشكل (4-1) العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة ..... 44

الشكل (4-2) اثناء القيام بتجربة الكثافة العظمى ..... 44

الشكل (4-3) جهاز فحص CBR ..... 47

الشكل (4-4) منحنى العلاقة بين الحمل و الغرز ..... 49

الشكل (4-5) أثناء القيام بتجربة ال CBR ..... 49
الشكل (5-1) انواع الخطوط في علامات المرور ..... 51
الشكل (5-2) مفهوم إشارات المرور ..... 53
الشكل (5-3) موقف موازي على الشارع ..... 59
شكل (6-1) طبقات الرصفة المرنة..... 61
شكل (6-2) توزيع المركبات في الشارع..... 64
شكل (6-3):S-soil support value..... 67
شكل (6-4) :قيمة المعامل SN..... 68
شكل (7-1) : كثافة الامطار ..... 75
شكل (7-2) : gutter inlet..... 76
شكل (7-3) :مكان وجود أنابيب الصرف ..... 77
شكل (8-1) القناة المفتوحة ..... 81
شكل (8-1) Inverted Siphon..... 82

## قائمة الجداول


جدول (1-1 ) الجدول الزمني لمقدمة المشروع ..... 7

جدول (1-2 ) الجدول الزمني المتوقع للمشروع ..... 8

جدول (1-2) احداثيات نقاط الضبط ..... 15

جدول (1-3) السرعة التصميمية للطرق الحضرية ..... 17

جدول (2-3) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق ..... 26

جدول (3-3) الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى ..... 27

جدول (4-3) قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية ..... 31

جدول (1-4) : قراءات تجربة الكثافة العظمى ..... 43

جدول (2-4) : قيم تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد ونظام الاشتو ..... 45

جدول (3-4) : المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن ..... 46

جدول (4-4) قراءات تجربة (CBR) ..... 48

جدول (1-5) العلاقة ما بين سرعة السيارة و المسافة بين الاشارة والتقاطع التي تدل عليه الاشارة ..... 53

جدول (2-5) إشارات المشروع ..... 54

جدول (3-5) الخطوط المستخدمة في المشروع ..... 55

جدول (4-5) توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق ..... 57

جدول ( 6-1) نسبة المركبات في المسرب الواحد ..... 62

جدول ( 6-2) معامل النمو (Growth factor ) ..... 63

جدول (6-3) عدد المركبات حسب النوع في ايام الاسبوع ..... 64

جدول (6-4) نسبة المركبات حسب النوع في ايام الاسبوع ..... 65

جدول (6-5): قيمة ال CBR لكل طبقة ..... 65

جدول (6-6) :قيمة المعامل المناخي ..... 66

جدول (6-7) :قيمة المعامل (a1) ..... 69

جدول (6-8): قيمة المعامل (a2) ..... 69

جدول (6-9): سماكة الطبقات ..... 70

جدول (7-1) :قيمة معامل الانسياب السطحي (C) ..... 74

جدول (8-1) ملخص سماكة الطبقات ..... 79

جدول (8-2) ملخص كميات المشروع ..... 80

جدول (8-3) Inlet Report ..... 80

**جدول (8-4) Pipe Report ..... 81**

**جدول (8-5) Open Chanel Report ..... 81**

**جدول (8-6) التكلفة التقديرية للمشروع ..... 82**

## قائمة الملاحق


**الملحق أ : الكتاب المقدم للبلدية : ..... 83**

**الملحق ب : تربيط نقاط الضبط : ..... 84**

**الملحق جـ : تصحيح احداثيات نقاط الضبط : ..... 93**

**الملحق د : نقاط الضبط : ..... 96**

**الملحق هـ : التعداد المروري : ..... 97**

**الملحق و : كميات الحفر والردم :..... 99**

**الملحق ز : المراجع : ..... 111**

# الفصل الأول : المقدمة

**1-1 نظرة عامة**

**2-1 لمحة عن مدينة الخليل**

**1-2-1 تاريخ المدينة**

**2-2-1 السكان والمناخ**

**3-1 فكرة المشروع**

**4-1 منطقة المشروع**

**5-1 هيكلية المشروع**

**6-1 أهداف وأهمية المشروع**

**7-1 طريقة البحث**

**8-1 الدراسات السابقة**

**9-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة**

**10-1 الجدول الزمني**

## 1-1 نظرة عامة [1]:

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

تبدأ عملية إنشاء أي طريق بعمل دراسة الجدوى التي تعني مدى الفائدة التي يقدمها الطريق المقترح مقارنة بالتكلفة . ولعمل هذه الدراسة نحتاج لتقدير عدد المركبات "تسمى بحجم المرور" التي يتوقع إن تستخدم الطريق ، حيث تستخدم عدة أساليب منها :

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

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

3- دراسات منزلية : وذلك بإعداد استبيانات منزلية في المناطق التي يتوقع ان تستفيد من الطريق المقترح لتقدير نسبة السيارات التي ستستخدم الطريق بالنسبة لعدد السكان الكلي "في المنطقة المجاورة للطريق".

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

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

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

[1] البسيط في تصميم وإنشاء الطرق/ روحي الشريف و الموقع الالكتروني : http://ar.wikipedia.org/wiki/هندسة_المرور , 15-6-2015

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

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

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

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

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

4- حجم التشبع : هو العدد الأقصى من المركبات التي يمكن إن يمر خلال نقطة معينة في وقت محدد ، وتتم مقارنة القيمة المقاسة من الطريق بـ 1800 مركبة\ساعة حيث يتوقع ان نقصان عدد المركبات عن 1800 في الساعة "للحارة الواحدة" يعني حدوث ازدحام وتأخير.

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

أ- أيام الأسبوع :

الذروة الصباحية : من 7:00 إلى 10:00

ما بين الذروات : من 10:00 إلى 1:00

الذروة المسائية: من 16:00 إلى 19:00

ما بعد الذروة المسائية : من 19:00 إلى 7:00

ب- أيام العطل ونهاية الأسبوع :

عادة ما يتم إجراء الدراسات في فترة زمنية واحدة ما بين الساعة 10:00 إلى 19:00 و قد تختلف هذه الأزمان قليلا حسب ظروف كل بلد ومواعيد الدوام والمدارس.

## 2-1 لمحة عن مدينة الخليل :

تقع مدينة الخليل على بعد حوالي 30 كم إلى الجنوب من مدينة القدس ويحدها من الشرق بلدة بني نعيم ومن الشمال بلدة حلحول، ومن الغرب بلدة تفوح ومدينة دورا ومن الجنوب مدينة يطا.

تقع مدينة الخليل على خط طول 35.8 شرقي غرينتش وعلى دائرة عرض 31.31 شمال خط الاستواء وترتفع المدينة ما معدله 950م فوق سطح البحر ( حوالي 1300 م فوق سطح البحر الميت )، ما يجعلها أعلى مدن المنطقة.

### 1-2-1 تاريخ المدينة [1]:

الخليل مدينة عريقة تُعد من أقدم مدن العالم ، فقد استمر وجودها - ولا يزال - أكثر من أربعة آلاف سنة، وتعتبر من المدن العربية الإسلامية القليلة التي حافظت على نسيجها العمراني التاريخي ، ارتبطت شهرة المدينة بأبي الأنبياء سيدنا إبراهيم الخليل عليه السلام الذي حط ترحاله فيها، وأثر على تطورها لتحمل اسمه بعد الفتوحات الإسلامية وحتى الآن ( خليل الرحمن ) أو ليختصر الاسم لاحقاً بالخليل، وقد حملت المدينة قبل ذلك أسماء عدة اختُلفَ في معانيها، منها كريات اربع؛ أي قرية الأربع والتي قد تعني القبائل أو التلال الأربعة، ومن ثم اشتهرت باسم (حبرى) و (حبرون) ، مشتقة على الأغلب من فعل (حبر) بمعنى ربط ووثق وصادق، أي صفة الصداقة (خليل الله ) التي تلقب بها سيدنا ابراهيم الخليل، ولقد ذكرت مصادر مختلفة تسميات أخرى وأصول واسباب إطلاق هذه المسميات على مدينة الخليل مثل : تربنتس ( رامة الخليل )، بثنيم ( بيت عينون ) ، وكذلك ما يتعلق بالحرم الابراهيمي مثل : " الطبلخانة ، الجاولية، مدرسة السلطان حسن، القلعة، إضافة إلى بلدات وقرى وخرب منطقة الخليل. و نزلت في ديار مدينة الخليل العديد من القبائل مثل : جذام، لخم، بنوجرم، الخوارزميون التركمان، والأنباط، ويكفي هذه المدينة إجلالاً لأن نبي الله إبراهيم قد اختارها لتكون مدفن زوجته سارة، ومدفنه من بعد، لتتبعه ذريته وهم سيدنا اسحق وسيدنا يعقوب وزوجاتهما، لتحاط هذه الجمهرة من القبور على يد هيرودوس الملك، أو على الأقل باستخدام أسلوبه المعروف ب (الهيروديانى) بسور شامخ عظيم البنيان قاوم الدهر والحروب والدمار حتى اليوم. [2]

### 2-2-1 السكان والمناخ :

تعتبر مدينة الخليل مركزاً لمحافظة الخليل، أكبر محافظات الضفة الغربية اليوم من حيث عدد السكان ,و بناءً على الإحصاء الذي قامت به السلطة الوطنية الفلسطينية 2007، فإن التعداد السكاني لمدينة الخليل حوالي 250 ألف نسمة [3].

يعتبر مناخ المدينة معتدل، حيث يبلغ المعدل السنوي 15- 16 درجة مئوية. والمعدل الشتوي هو 7 درجات، والصيفي 21 درجة ، ويبلغ المعدل السنوي للأمطار فيها حوالي 489 ملم [4].

[1] معهد الأبحاث التطبيقية – القدس . دليل مدينة الخليل , 2009 .
[2] الدباغ، مصطفى مراد. بلادنا فلسطين. جـ1، قسم 5، ص 12، (22-23)، 40، 52.
[3] الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني , التعداد العام للسكان والمساكن والمنشآت, 2007.
[4] الادارة العامة للأرصاد الجوية , كمية المطر السنوي في فلسطين حسب السنة وموقع المحطة، 2003-2013.

## 3-1 فكرة المشروع :

تشتمل فكرة المشروع على إنشاء وتصميم طريق (أبو دعجان) والذي يربط المدينة مع بلدة تفوح ,والذي يعتبر حلا لبعض المشاكل والحد من الأخطار الناجمة عن الشاحنات التي قد تمر من والى المحاجر في بلدة تفوح ,كما ويوفر الأمان لسكان المنطقة ,ويساعد في تخفيف الضغط عن الشوارع الرئيسية الأخرى.

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

## 4-1 منطقة المشروع :

يقع هذا الطريق في منطقة الغربية لمدينة الخليل – الجنوب الغربي لمستشفى الاهلي ,ويبلغ طوله حوالي 2025 متر.

## 5-1 هيكلية المشروع :

يشتمل بحث المشروع على عدة فصول يتم العمل عليها وهي :

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

## 6-1 أهداف وأهمية المشروع :

- خدمة المنطقة المار بها الطريق لجعل المنطقة أكثر حيوية ، وإعطاء طابع السلاسة في الحركة .
- معالجة مشكلة مياه الأمطار ، وذلك بتصميم الميول الجانبية للطريق وعمل قنوات التصريف على أسس هندسيه .
- معالجة مشكلة الأسفلت المتكسر والمتشقق.
- معالجة مشاكل المنحنيات من حيث التعلية ومقدار الكشف.
- مراعاة سبل الأمان ، بتوفير الارصفه وممرات المشاة والإنارة والإشارات المرورية في حال الحاجه اليها.

## 7-1 طريقة البحث :

- القيام بتحديد موضوع البحث (تصميم شارع ابو دعجان) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية الخليل وقد تم الحصول المواصفات التصميمية للطريق من بلدية الخليل - قسمي المساحة والطرق[1].
- تحديد منطقة العمل ومن ثم القيام بزيارة استطلاعية للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم والتنفيذ من أجل الحصول على أفضل وأدق النتائج.
- البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع.
- القيام بتنفيذ العمل الميداني عن طريق البدء بعمل نقاط الضبط بنظام تحديد الموقع بالاقمار الصناعية (GNSS) وذلك من أجل الحصول على أعلى دقة في العمل المساحي .
- القيام بزيارة لبلدية الخليل من اجل التعرف على القوانين المتبعة في التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والارتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.
- البدء بكتابة مقدمة المشروع مع مراعاة الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة و مراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.

[1] بلدية الخليل - قسم المساحة - المهندس عمار الجعبري و قسم الطرق – المهندس سامر العويوي

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

## 1-8 الدراسات السابقة :

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

إن الدراسات للطريق غير متوفرة بشكل كاف ، والمعلومات الموجودة هي ما تم الحصول عليه من بلدية الخليل وهو مخطط يبين المنطقة التي يمر بها الطريق وكذلك تم التوجه إلى المشرف الذي زودنا بالطرق الأساسية والتوجيهات اللازمة للقيام بالإعمال المساحية كما تم الرجوع إلى مكتبة الجامعة التي زودتنا بالكتب والمراجع اللازمة ، وسنعمل جاهدين على الاستفادة من هذه المصادر في تحسين تصميم هذه الطريق وفقاً لما تم ذكره في هذه المراجع ووفقاً للمواصفات والمقاييس لإنجاز هذا المشروع بنجاح.

## 1-9 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة :

1- أجهزة المحطة الشاملة (Total-Station) وما يلزم معها مثل (عواكس ، أجهزة لاسلكية ، شريط قياس مسافات ، علبة دهان لتعليم النقاط ، مسامير...الخ).
2- جهاز (GNSS Trimble R8 Receiver) واستخدم بطريقة Fast static.
3- برنامج (ESRI ArcGIS) .
4- برنامج (Autodesk Civil 3D) .
5- برنامج (Autodesk AutoCAD) .
6- برنامج ( Sewer Cad) .
7- برنامج (Autodesk 3D Max Design) .
8- برنامج (Trimble Business Center).

## 10-1 الجدول الزمني :

**جدول (1-1 )** الجدول الزمني لمقدمة المشروع

| الأسبوع / النشاط | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اختيار المشروع و جمع المعلومات | | | | | | | | |
| المساحة الاستطلاعية | | | | | | | | |
| العمل الميداني | | | | | | | | |
| العمل المكتبي | | | | | | | | |
| الرسم باستخدام الكمبيوتر | | | | | | | | |
| تجهيز التقرير الأولي لمقدمة المشروع | | | | | | | | |
| تجهيز التقرير النهائي لمقدمة المشروع | | | | | | | | |

| الأسبوع / النشاط | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الفحوصات المخبريه | | | | | | | | | | | | | | | |
| التصميم و الحسابات اللازامه | | | | | | | | | | | | | | | |
| تجهيز التقرير الأولي للمشروع | | | | | | | | | | | | | | | |
| التسليم الاولي للمشروع | | | | | | | | | | | | | | | |
| التسليم النهائي للمشروع | | | | | | | | | | | | | | | |
| طرح العطاء | | | | | | | | | | | | | | | |

**جدول (1-2 )** الجدول الزمني المتوقع للمشروع

# الفصل الثاني : الأعمال المساحية

**2 -1 مقدمة**

**2-2 دراسة المخططات**

**2-3 الأعمال الاستطلاعية**

**2-4 مرحلة الرفع التفصيلي**

**2-5 المضلعات (Traverses)**

**2-6 نظام تحديد الموقع بالاقمار الصناعية (GNSS)**

**2-6-1 مقدمة**

**2-6-2 اجزاء النظام**

**2-6-3 طرق الرصد**

**2-6-4 طريقة التصحيح**

**2-6-5 الاحداثيات المصححة**

## 2-1 مقدمة :

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

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

1- أن يكون الميل مناسبا قدر الإمكان.
2- أن تكون الإستفادة من الطريق اكبر ما يمكن.
3- أن تكون التكلفة اقل ما يمكن.

## 2-2 دراسة المخططات :

في أي مشروع يجب عمل دراسة ابتدائية لمخططات سابقة لهذا المشروع ، وذلك لفهم الطبيعة الموجودة قبل الانشاء وما يجب أن تكون عليه بعد عملية شق الطريق.ويتم الحصول على هذه المخططات من جهات رسمية مثل بلديات أو مكاتب معتمدة ، وقد تم الحصول عليها هنا في هذا المشروع من قسمي المساحة والطرق وقسم التخطيط في بلدية الخليل.

## 2-3 الأعمال الاستطلاعية :

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

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

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

## 4-2 مرحلة الرفع التفصيلي :

يتم الوصول إلى هذه المرحلة بعد عمل مجموعة خطوات :

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

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

3) المسح الإنشائي

1. تثبيت جميع أوتاد الطريق و تثبت على بعد 20 أو 25 متر على امتداد المحور الطولي للطريق مع تثبيت بداية المنحنى و نهاية ونقاط التقاطع والربط.
2. تثبيت أوتاد الميول الجانبية .

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

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

## 5-2 المضلعات (Traverses) :

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

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

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

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

## 6-2 نظام تحديد الموقع بالاقمار الصناعية (GNSS[1]) :

### 1-6-2 مقدمة :

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

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

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

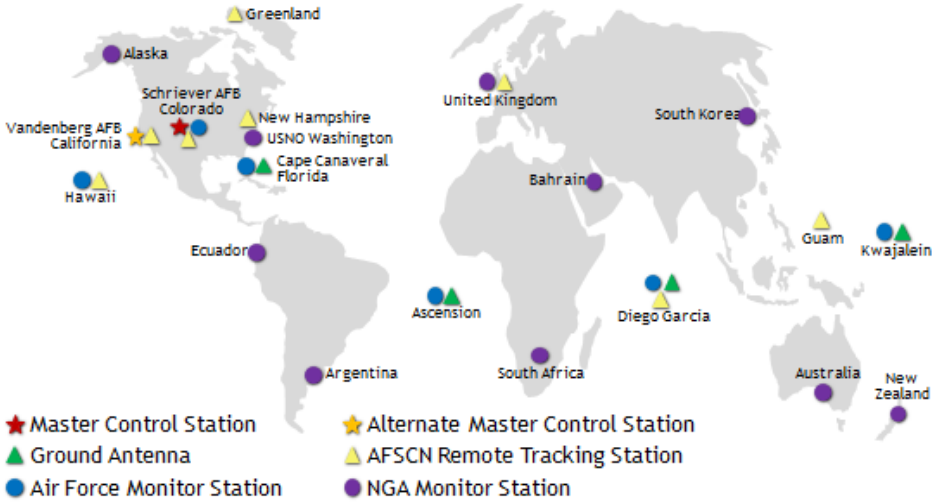
### 2-6-2 اجزاء النظام :

يتكون النظام من ثلاثة اجزاء رئيسية وهي :

- القمر الصناعي : وهو المسؤول عن ارسال الاشارات الى سطح الارض , وتدور الاقمار الصناعية في مدرات على ارتفاع 20,200 كيلومتر تقريبا.

[1] Global Navigation Satellite System (GNSS)

- المحطات الارضية : وتقوم بعملية رصد ومراقبة حركة الاقمار الصناعية وارسال التصحيحات للازمة لتعديل مسار القمر الصناعي . يوجد محطات ارضية رئيسية وثانوية, وموزعة حول العالم كما في الشكل.




**شكل (2-1) :** المحطات الارضية لنظام GPS الامريكي[1]

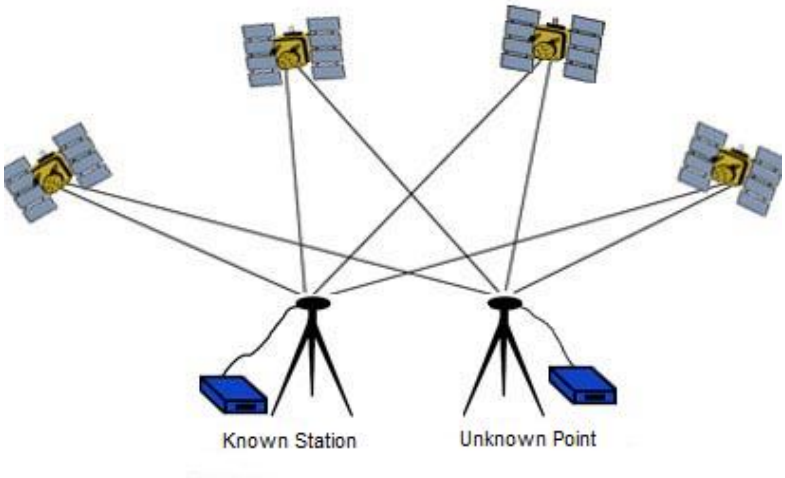
- جهاز المستخدم : وهو الجهاز الذي يقوم باستقبال الاشارات وتحليلها وقد يكون ذو استخدام عسكري او مدني . وتتفاوت دقة وتكلفة هذه الاجهزة مع التطبيق الذي تستخدم من اجله .

[1] الموقع الالكتروني : http://www.gps.gov , 3\10\2015.

**3-6-2 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 الاحداثيات ،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 الاحداثيات في المكتب(Post-Processing) كما في الشكل (2-2).




**شكل (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 نقاط الضبط للطريق.

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

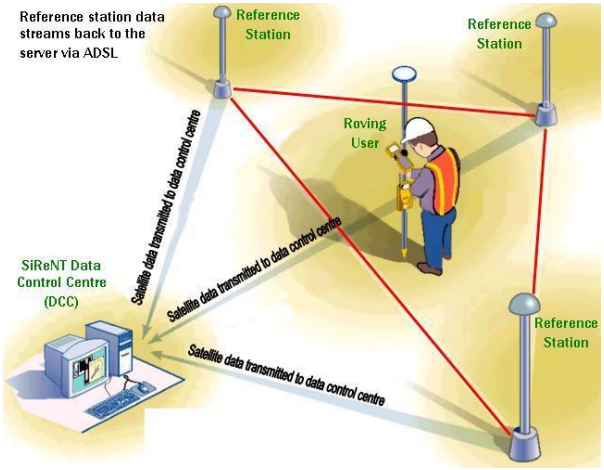
تمتاز هذه الطريقة بأنه يمكن الحصول على الاحداثيات في الموقع على شاشة معالج البيانات ، وتستخدم في المشاريع التي لا تحتاج دقة كبيرة (ضمن مدى 3 سم) ، وتستخدم عدة طرق لمعالجة البيانات لحظيا ومنها:

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

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

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

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




**شكل (2-3) :** نظام المحطة الافتراضية [1]

[1] الموقع الالكتروني : http://www.sirent.inlis.gov.sg/body/technology.php , 22-6-2015 .

### 4-6-2 طريقة التصحيح :

عند الرصد بطريقة الرصد الثابت السريع يلزم معالجة البيانات وتصحيح اخطاء القرائات للحصول على دقة عالية , وتتم عملية التصحيح بالاعتماد على مبدأ المربعات الصغرى Least squares هي طريقة احصاء تهدف إلى تقدير خط انحدار الذي يؤدي إلى تقليل مجموع الانحرافات الرئيسية أو الأخطاء الواردة في النقاط التي تمت ملاحظتها في خط الانحدار أي يتم التقليل من مجموع مربعات الفروق بين القيم الفعلية والقيم المحسوبة. ويمكن القول أيضا انها طريقة تقريب قياسية تستخدم لحل أنظمة المعادلات التي يكون فيها عدد المعادلات أكبر من عدد المتغيرات. "المربعات الصغري" تعني بأن الحل الكلي يتجه نحو تصغير قيمة مجموع مربعات الخطأ الناتج عن حل كل معادلة [1].

تتم عملية التصحيح بالاعتماد على المعادلات التالية :

$$X_B = X_A + \Delta_{XAB}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB}$$

$$Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB}$$

حيث ان النقطة A معلومة الاحداثيات والنقطة B يراد حساب احداثيات , و $\Delta_{AB}$ هي الفرق بين احداثيات النقطتين وهي قراءة جهاز تحديد الموقع .

### 5-6-2 الاحداثيات المصححة :

الجدول التالي يظهرالقراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الاحاثيات بطريقة الرصد الثابت (Fast static).

ويمثل هذا الجدول الاحداثيات بعد التصحيح باستخدام برنامج Trimble Business Center

**جدول ( 2-1)** احداثيات نقاط الضبط

| أحداثيات النقاط | | | |
|---|---|---|---|
| **رقم النقطة** | **Y=E (m)** | **X=N (m)** | **Elevation** |
| **100** | **156070.4** | **106234.1** | **894.181** |
| **200** | **156438.2** | **106258.4** | **923.375** |
| **300** | **156854.7** | **106420.3** | **952.92** |
| **400** | **157042.9** | **107323.8** | **954.929** |
| **500** | **157708.1** | **106852.4** | **968.798** |

[1] ويكيبيدا الموسوعة الحرة , https://ar.wikipedia.org , 5\10\2015.

# الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطريق

**3-1 مقدمة**

**3-2 أسس التصميم الهندسي للطريق**

**3-3 المنحنيات**

**3-3-1 المنحنيات الأفقية**

**3-3-2 المنحنيات الرأسية**

**3-4 القوة الطاردة المركزية**

**3-5 التعلية ( Super Elevation)**

**3-5-1 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق ( التعلية )**

**3-6 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق**

**3-7 التقاطعات**

**3-8 طبقات الشارع ( الرصفات )**

**3-8-1 أنواع الرصفات**

**3-8-1-1 الإسفلتية أو المرنة ( Flexible Pavements )**

**3-8-1-2 الخرسانية أو الصلدة ( Rigid Pavements )**

**3-8-1-3 المركبة أو المختلطة ( Composite Pavements )**

**3-8-2 عوامل التصميم (Design Factors)**

## 3-1 مقدمة :

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

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

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

عند التصميم الهندسي يجب مراعاة مجموعة أمور من أهمها:

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

## 3-2 أسس التصميم الهندسي للطريق :

من أهم أسس التصميم الهندسي للطريق ما يلي:

1) حجم المرور :

هو عدد المركبات التي تمر عند نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة.

2) تركيب المرور :

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

3) السرعة التصميمية :

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

**جدول (3-1)** السرعة التصميمية للطرق الحضرية[1]

| 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 |

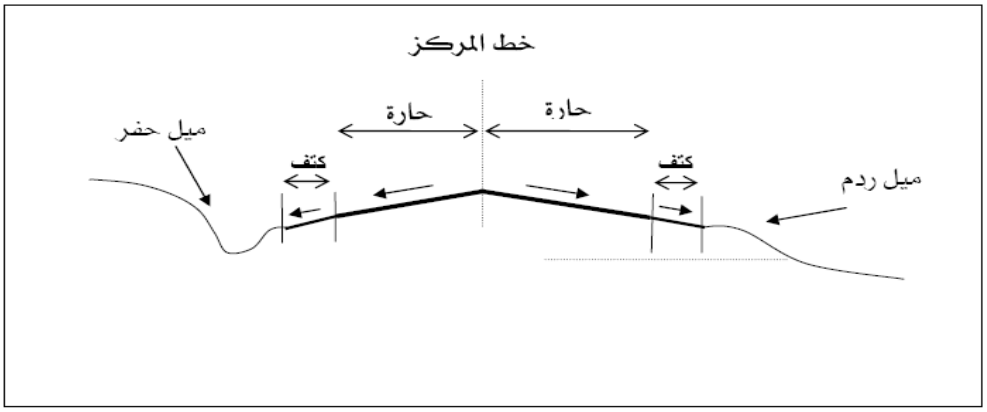
إن تحديد سرعة التصميم يعتبر ذات أهمية كبيرة في التصميم حيث يتم تحديد الانحدار و الصعود و أنصاف أقطار المنحنيات و أطوالها و مسافة الرؤية اللازمة للوقوف و للتجاوز و عدد المسارب و سعة كل مسرب، و بناءا على ذلك فإنه كلما زادت سرعة التصميم زاد استيعاب الطريق للسيارات و أصبحت منحنياتها واسعة و أنصاف أقطارها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

4) قطاع الطريق :

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

1 Highway engineering.

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.




**شكل (3-1)** مقطع عرضي لطريق من حارتين

5) عرض المسارب و الطريق :

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

1. مسرب التسارع: هو مسرب جانبي تقوم السيارات بالتسارع فيه قبل الدخول إلى الطريق الرئيسي بحيث تصبح سرعتها فيه مماثلة لسرعة السيارات في الطريق.
2. مسرب التباطؤ: هو مسرب جانبي تسلكه السيارات أثناء مغادرتها الطريق الرئيسي لتتمكن فيها من تخفيض سرعتها بدون أن تعرقل سير السيارات الموجودة على الطريق.
3. مسرب الصعود: هو مسرب إضافي في الطريق يخصص للشاحنات التي تسير ببطء أثناء صعودها حتى تفسح المجال للسيارات التي خلفها لتجاوزها.
4. مسرب الوقوف: هو المسرب الأوسط اللازم للانعطاف يسارا أو لتجاوز السيارات ، و هناك المسرب المساعد و هو مجاور للمسرب الرئيسي و يساعد على تصريف السير.

6) الميول العرضية :

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

7) الميول الطولية :

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

**شكل (3-2)** الميول الطولية

8) اكتاف الطريق:

إن الطرق الخلوية تزود بأكتاف جانبية تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ و كذلك للمحافظة على طبيعة الأساس و الأسطح الخاصة بالطريق، و الحاجة للأكتاف و نوعها يتوقف على نوع الطريق و جسم و سرعة العربات و تركيب المرور و طبيعة المنطقة التي يمر فيها الطريق، و يتراوح عرض الكتف بين (1.25-3.6م) للطرق السريعة و ( 2.5-3.6م ) للطرق التي يزيد حجم المرور الساعي التصميمي فيها عن (100) عربة، و يجب أن تزود الأكتاف بميول عرضيه كافية لتصريف المياه من الطريق، و لكن يجب أن لا

يزيد هذا الميل عن الحد الذي قد يسبب خطورة على المركبات التي تتوقف على الطريق، حيث يوجد عدة أنواع من أكتاف الطريق فمنها أكتاف ترابية أو مصبوبة أو اسفلتيه و يختلف نوع سطحها حسب سطح الطريق الرئيسي.

**شكل (3-3)** كتف الطريق

**فوائد الأكتاف للطريق:-**

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

9) الأطاريف :

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

**شكل (3-4)** الأطاريف[1]

أما أنواعها فهي:

1- الأطـاريف الحـاجزة :هـي ذات وجـه جـانبي حـاد الميـل ومرتفـع نسـبيا وهـي مصـممة لمنـع المركبـات مـن الخـروج عـن الرصـف ، ويكـون ارتفاعهـا (15-23)سـم ، وتسـتخدم فـي الطـرق التـي تكـون سـرعة المركبـات فيهـا قليلـة لحمايـة المشـاة ومنـع اصـطدام المركبـات بالمنشـآت المجـاورة للشـارع فـي حـال خروجها عن مسارها.

2- الأطـاريف الغاطسـة:وهي مصـممة بحيـث يسـهل علـى المركبـات تجاوزهـا دون ارتجـاج أو إخـلال بالقيـادة ، ويكـون ارتفاعهـا (10-15)سـم وميـل الوجـه 1:1 أو 1:2 ، وتسـتخدم فـي الغالـب فـي الجـزر الوسطية وفي التقسيم القنواتي في التقاطعات.

[1] الوكالة الأمريكية للتنمية البشرية , صفحة الفيس بوك .

10) الأرصفة :

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

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

**شكل (3-5)** الأرصفة[1]

11) الجزر الفاصلة :

يتم عمل الجزر الفاصلة لفصل الحركة بالاتجاه المعاكس وذلك لتقليل الأخطار وإمكانية حصول الحوادث ، وتقليل تأثير الضوء المنبعث من الاتجاه الآخر ليلاً. ومن الواضح أن معظم الطرق في أيامنا هذه تحتوي على جزر فاصلة ، ويكون عرضها متر فما أكثر.

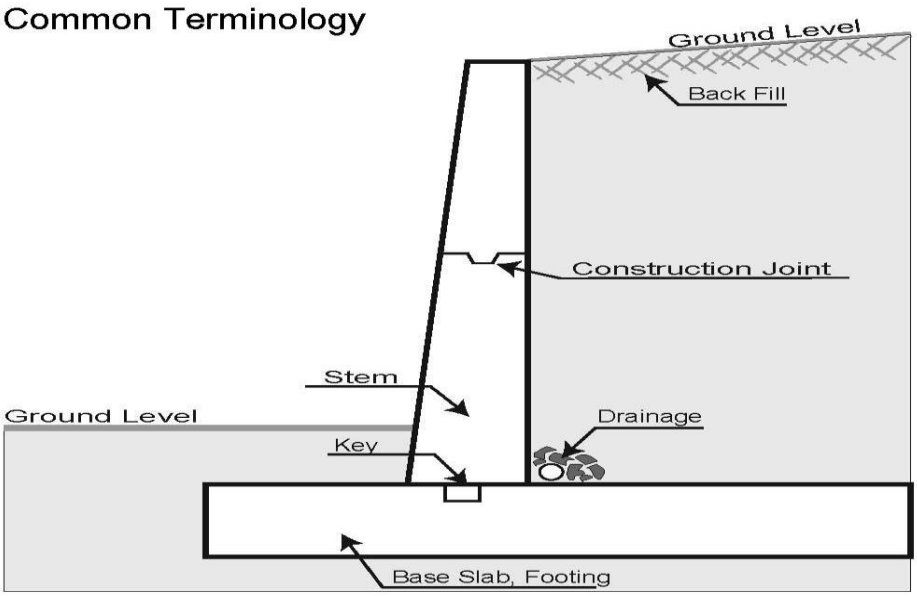
[1] الوكالة الأمريكية للتنمية البشرية , صفحة الفيس بوك .

**شكل (3-6)** الجزر الفاصلة[1]

12) الجدر الاستنادية :

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

[1] الوكالة الأمريكية للتنمية البشرية , صفحة الفيس بوك .




**شكل (3-7)** الجدران الاستنادية[1]

## 3-3 المنحنيات :

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

من الممكن أن تكون المنحنيات منقسمة إلى:

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

حيث يكون لكل نوع منهما حاجة وظروف لاستخدامه.

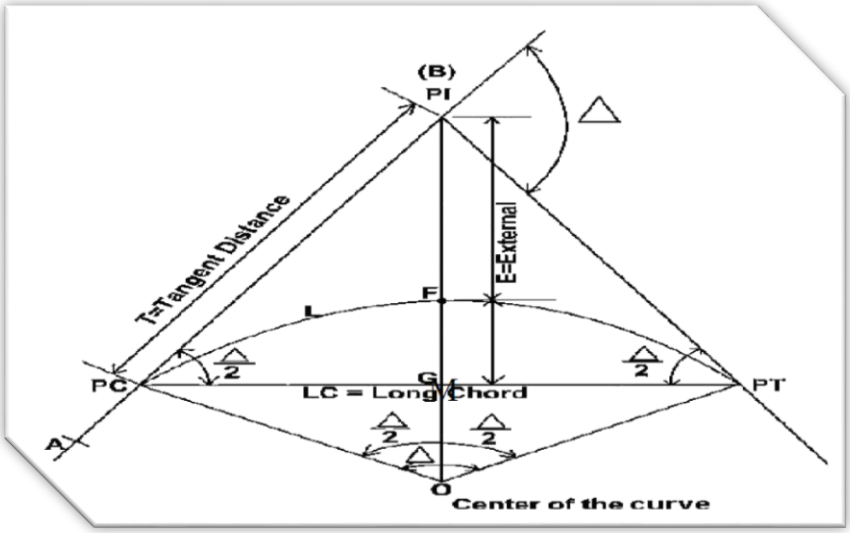
[1] شبكة المهندسين العرب , الموقع الالكتروني : http://www.arab-eng.org.

### 1-3-3 المنحنيات الأفقية :

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

1) المنحنى الدائري البسيط:

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط




**شكل (3-8)** عناصر المنحنى الدائري البسيط[1]

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

[1] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات .

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

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

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

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

$$LC = 2R\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad \text{.....3.4}$$

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

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب (AASHTO 2004):

**جدول (3-2)** أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق[1]

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

[1] AASHTO (2004).

أما الحد الأدنى لأنصاف الأقطار فهي:

**جدول (3-3)** الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى[1]

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

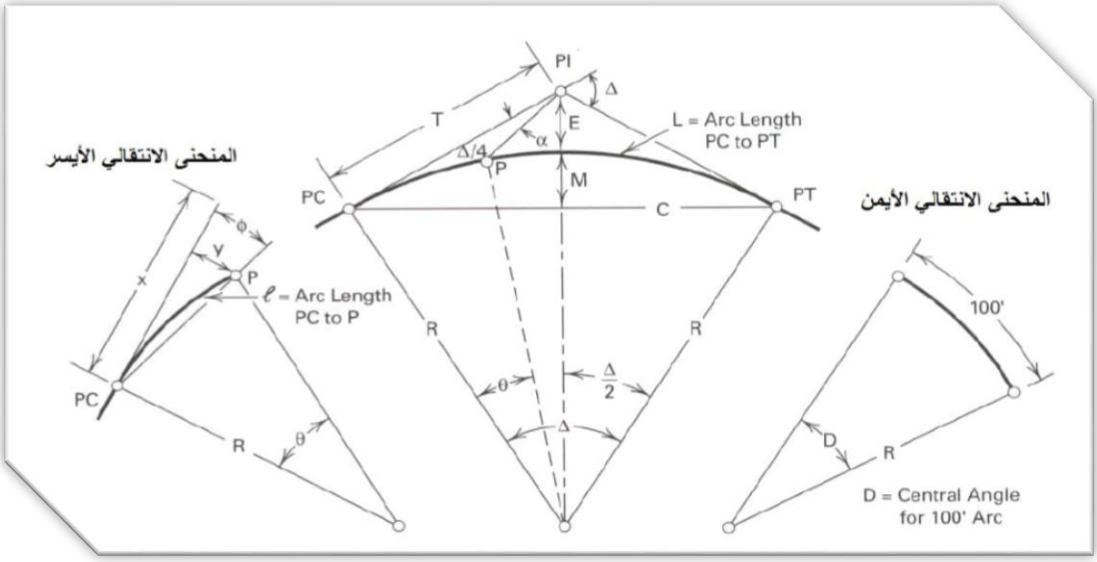
2) المنحنى الانتقالي:

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

أما طوله فيحسب:

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

[1] AASHTO (2004).



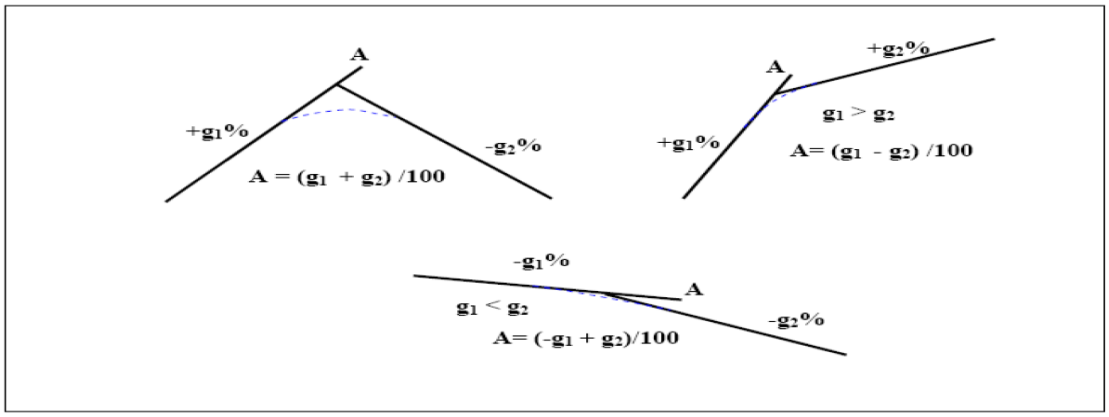

**شكل (3-9)** المنحنى الانتقالي[1]

### 3-3-2 المنحنيات الرأسية :

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

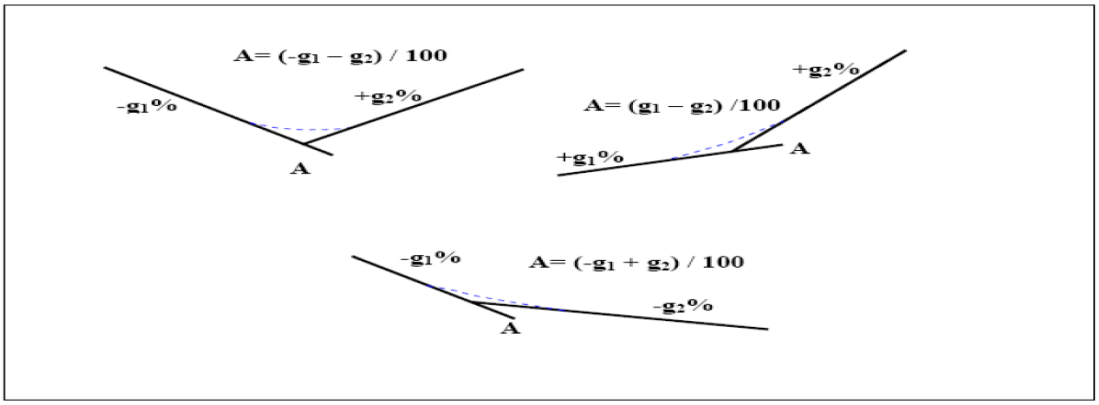
1- تحقيق شرط الرؤية ، بحيث يستطيع السائق رؤية السيارات أو العوائق التي أمامه.
2- أن يكون تدريجياً وسهلاً.

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



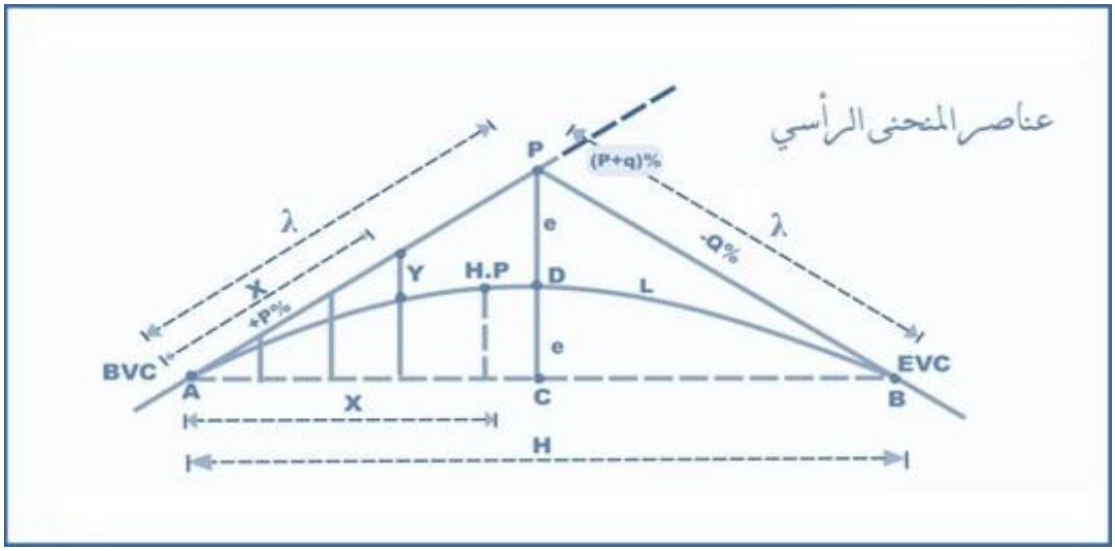

**شكل (3-10)** المنحنى الرأسي المحدب[2]

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




**شكل (3-11)** المنحنى الرأسي المقعر[1]

أما بالنسبة لأجزاء وعناصر المنحنى الرأسي:




**شكل (3-12)** عناصر المنحنى الرأسي[2]

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

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

معادلات القطع المكافئ:

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

$L=l_1+ l_2$……..3.7

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

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

AB = H = 2*l = L……3.8

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

$y = ax^2$……..3.9

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين:

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

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد:

$a = \frac{p-q}{400\,l}x^2$……3.11

أما بدلالة e :

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين:

$e = \frac{p+q}{400}\,l$…….…..3.12

عندما يكون المماس في اتجاه واحد:

$e = \frac{p-q}{400}l$……3.13

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

**جدول (3-4)** قيمة الثابت k في المنحنيات الرأسية[1]

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

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

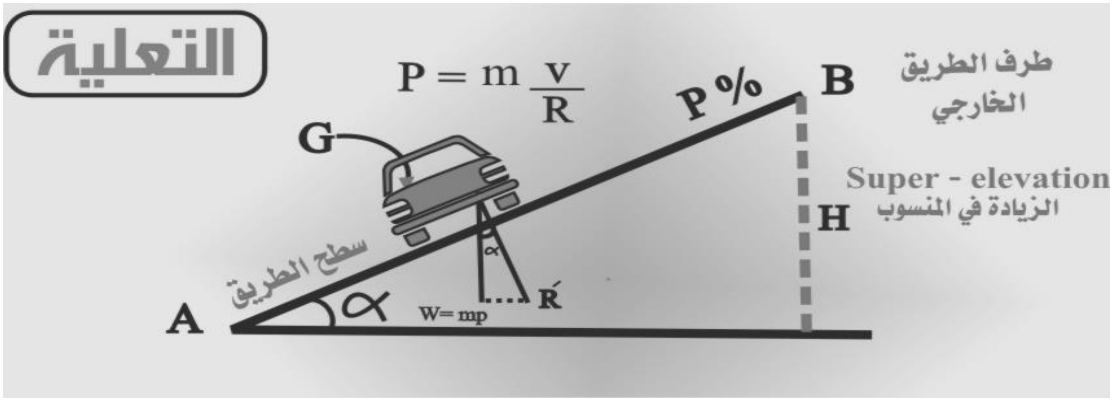
وهذه النسبة تقريبية ولكن عمليا يؤخذ بها في تصميم الطرق السريعة والحضرية ، وهي تعبر عن مدى انحناء المنحني الرأسي ،فكلما زادت قيمة K يصبح المنحنى الرأسي اقرب إلى الانبساط بمعرفة قيمة الانحناء الأمامي أو الميل الأمامي والخلفي يتم حساب طول المنحنى الرأسي من العلاقة (3.15) .

[1] AASHTO (2004)

## 4-3 القوة الطاردة المركزية :

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

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من اللانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر، انظر العلاقة (3.16)، ولمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات المتدرجة لتشكل حلقة وصل بين الجزء المستقيم والمنحنى الدائري، وبالتالي تعمل على امتصاص القوة الطاردة المركزية بشكل تدريجي.




**شكل (13-3)** تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

حيث أن :-

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

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

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

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:-

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

حيث أن:-

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه.

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

α : الزاوية الراسية[1]

## 5-3 التعلية ( Super Elevation) :

التعلية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية، وذلك من أجل تفادي القوة الطاردة المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبة وقد تؤدي إلى انقلابها،وقيمة هذا الميل الجانبي للطريق تتراوح من 4% - 8% وقد تصل إلى 12% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله .

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات :

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

حيث أن:

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

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

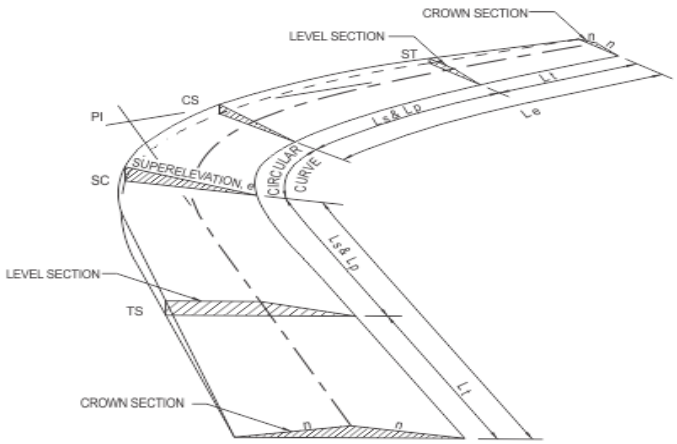
e : أقصى معدل رفع جانبي بالمتر ( ارتفاع ظهر المنحنى ).

[1] يوسف صيام , المساحة وتخطيط المنحنيات , صفحة 161 .

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

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

والشكل التالي يظهر تطبيق التعلية على المنحنيات:



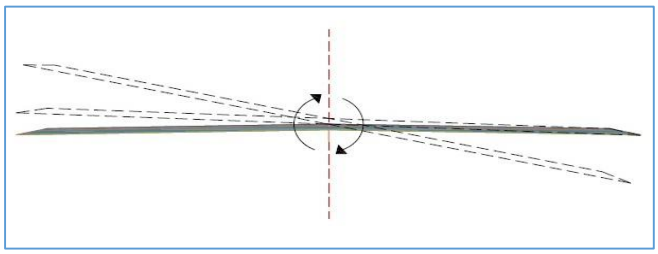

**شكل (3-14)** تطبيق التعلية على المنحنيات[1].

### 3-5-1 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق ( التعلية ) :

- **الطريقة الأولى :**

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

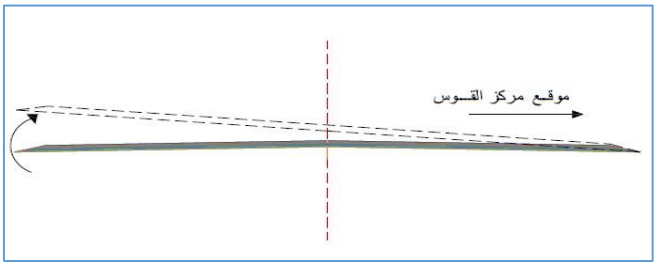
[1] شبكة المهندسين العرب , الموقع الالكتروني : http://www.arab-eng.org



**شكل (3-15)** الدوران حول المحور.[1]

- **الطريقة الثانية :**

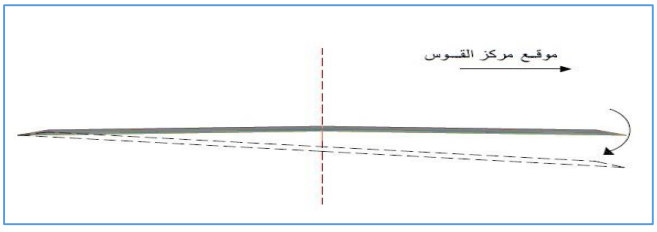
في هذه الطريقة يبقى احد جانبي الطريق ثابتا وليس المحور ، حيث يتم تثبيت احد جانبي الطريق ونعمل على رفع الجانب الآخر من الطريق حتى يساوي ارتفاع الجانب الأول من الطريق وبعد ذلك نستمر في رفع جانبي الطريق للوصول إلى الميلان المطلوب .




**شكل (3-16)** الدوران حول الحافة الداخلية[2]

- **الطريقة الثالثة :**

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




**شكل (3-17)** الدوران حول الحافة الخارجية[3]

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

- **التخطيط الرأسي للطريق :**

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

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

## 6-3 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق :

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

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

- **أهمية تصريف المياه :**

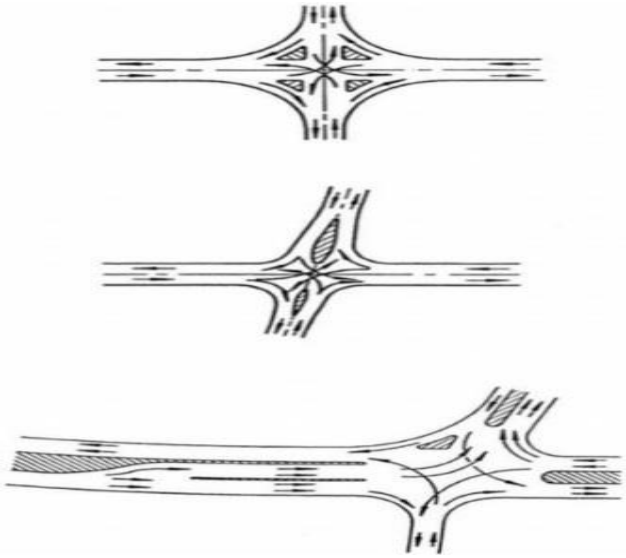
إن بقاء الماء فوق سطح الطريق يسبب خطرا كبيرا سواء على حياة الناس (حيث يؤدي إلى حوادث بسبب عدم السيطرة على السيارات)أو على بنية الطرق (حيث إن بقاء الماء على سطح الطريق سيؤدي إلى تفكك جزيئات الإسفلت وتصبح سهلة الاقتلاع و مع مرور المركبات فوق هذا السطح سيؤدي ذلك إلى اقتلاع الإسفلت ، وتعمل التربة على امتصاص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

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

## 7-3 التقاطعات :

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

1- التقاطعات السطحية : وهي التقاطعات في المستوى نفسه ،حيث يكون التقاطع جزء من كل طريق ، وهذا النوع الذي يتواجد في مشروعنا حيث يوجد 3 تقاطعات.



**شكل (3-18)** التقاطعات السطحية[1]

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

**شكل (3-19)** التقاطعات في مستويات مختلفة[2]

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

## 8-3 طبقات الشارع ( الرصفات ) :

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

### 1-8-3 أنواع الرصفات :

#### 1-1-8-3 الإسفلتية أو المرنة ( Flexible Pavements )

يوجد ثلاثة أساليب لإنشاء هذا النوع من الرصفات:

1. الرصفات الإسفلتية التقليدية ( Conventional Flexible Pavement )

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

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

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

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

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

ومن مميزاتها :

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

#### 2-1-8-3 الخرسانية أو الصلدة ( Rigid Pavements )

يتكون هذا النوع من بلاطة خرسانية يتم إنشاؤها مباشرة على التربة الطبيعية أو يوضع تحتها طبقة أساس حصوية والعامل المهم في التصميم هي قدرة الأرض الطبيعية على التحمل ، ينتشر هذا النوع من الرصفات

فـي المنـاطق البـاردة (أوروبـا وروسـيا وأمريكـا الشـمالية) حيـث تقـاوم الفواصـل الموجـودة بـين بلاطـات الرصـفة التغيرات الحرارية الكبيرة بين الصيف والشتاء أو بين الليل والنهار.

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

### 3-1-8-3 المركبة أو المختلطة ( Composite Pavements )

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

كطبقـة إكسـاء (Overlay) بغيـة إعـادة تأهيـل أو إصـلاح الرصـفة، تسـتخدم الرصـفات المركبـة عنـد إعـادة الإنشـاء لمقاومة الحمولات المرورية العالية في الطرق الإستراتيجية.

### 2-8-3 عوامل التصميم (Design Factors):

أ- الحجوم والحمولات المرورية (Traffic and Loading).

- تقدير الحمولات المحورية يتم باستخدام الحمل المحوري القياسي المساوي وهذا يستلزم معرفة أنواع وعدد المركبات المتوقع مرورها على الطريق خلال العمر التصميمي .
- عند تصميم رصفة الطريق يلزم معرفة مساحة منطقة التماس بين عجلات المركبة وسطح الرصفة .
- يقـل تـأثير حمولـة المركبـات علـى رصـفة الطريـق بازديـاد السـرعة ولـذلك تزيـد سـماكة الرصـفة فـي مواقف الشاحنات والتقاطعات.

ب- البيئة المحيطة (Environment).

أهم العوامل البيئية التي تؤثر على تصميم الرصفات:

- تغير درجات الحرارة الذي يسبب حصول التشققات.
- زيـادة معـدل هطـول المطـر وتـراكم الثلـوج ترفـع نسـبة الرطوبـة فـي طبقـات الرصـفة السـفلية وتعمـل علـى ارتفاع مستوى المياه الجوفية التي يجب أن تبقى على عمق 90سم على الأقل من سطح الرصفة.

ت- مواد الرصفة (Pavement Materials).

يجب توفر الخصائص التالية في المواد المكونة لطبقات الرصفة المرنة:

- يجب أن تتحمل الخلطات الإسفلتية التغير في درجات الحرارة.
- تناسـب مـواد الرصـفة مـع متطلبـات التصـميم مـثلاً تكـون مقاومـة للتشـققات أو تكـون الطبقـات السـفلية للرصفة تقاوم التشوه الثابت الناتج عن زيادة الحمولات المحورية.
- دراسة إمكانية تحسين خصائص التربة الطبيعية عن طريق معالجتها بالإسمنت أو الجير أو أية مثبتات أخرى .

# الفصل الرابع : الفحوصات المخبرية

**4-1 مقدمة**

**4-2 عينات التربة**

**4-2-1 اماكن استخراج العينات**

**4-2-2 أخذ العينات**

**4-2-3 تعبئة العينات**

**4-2-4 نقل وتخزين العينات**

**4-3 التجارب المخبرية**

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

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

## 4-1 مقدمة :

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

## 4-2 عينات التربة :

### 4-2-1 اماكن استخراج العينات :

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

### 4-2-2 أخذ العينات :

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

1- عينات التربة المفككة : Cohesionless Soil Sampling

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

2- العينات المقلقلة Disturbed Sampling

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

3- العينات الغير مقلقلة Undisturbed Sampling

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

4- عينات التربة من الأكوام وأماكن التخزين Stockpiles Sampling

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

5- عينات الصخور Rock Sampling

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

**3-2-4 تعبئة العينات :**

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

**4-2-4 نقل وتخزين العينات :**

في جميع الأحوال يجب تسجيل البيانات التالية عند أخذ العينات:

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

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

## 3-4 التجارب المخبرية :

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

تهدف التجربة الى 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. وتم عمل التجربة في تاريخ: 2015/9/8

خطوات العمل

1- بعد احضار العينة تم تنخليها على منخل 4/3 للتخلص من الحصى الكبير .
2- تم توزين 5 كغم من العينة .
3- تم اضافة 5 % من وزن العينة ماء .
4- تم خلط الماء في العينة بشكل جيد .
5- تم تحضير القالب وتجهيزه .

6- تم وضع الطبقات من العينة واحدة تلو الاخرى وضربها بمطرقة قياسية 25 ضربة لكل طبقة ومن ثم تسوية السطح واستخراج العينة ووزنها داخل جفنة معلومة الوزن في كل محاولة.

7- بعد تحضير الجفنات وملؤها في كل محاولة تم وضعها في الفرن الحراري لمدة 24 ساعة .

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

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

الحسابات والنتائج

تم استخدام القوانين التالية في عملية الحسابات:

نسبة الرطوبة = وزن الماء/وزن العينة جافة.

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

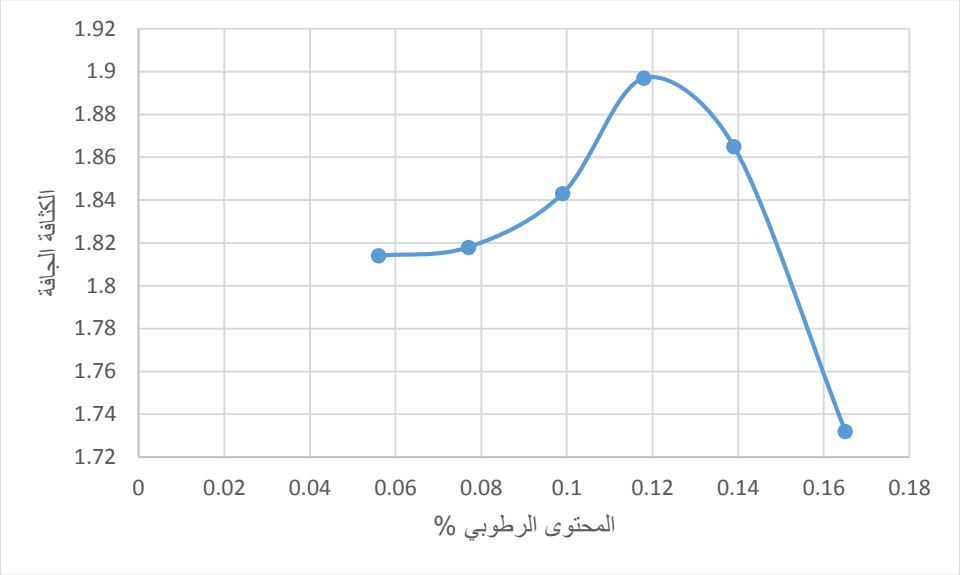
وزن العينة جافة= وزن الجفنة مع العينة( جافة) – وزن الجفنة.

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

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

**جدول (4-1) :** قراءات تجربة الكثافة العظمى

| المحاولات | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نسبة الماء | %5 | %7 | %9 | %11 | %13 | %15 |
| وزن القالب فارغ W1(غم) | 3390 | 3390 | 3390 | 3390 | 3390 | 3390 |
| وزن القالب مملوء بالتربة الرطبة (غم)W2 | 5199 | 5240 | 5301 | 5392.3 | 5396 | 5295 |
| وزن التربة الرطبة (W2-W1) (غم) | 1809 | 1850 | 1911 | 2002.3 | 2006 | 1905 |
| كثافة التربة الرطبة(غم /سم $^3$) | 1.916 | 1.959 | 2.024 | 2.121 | 2.125 | 2.018 |
| رقم الجفنة | 2 | 1 | 21 | 5 | حد اللدونة | 4 |
| وزن الجفنة فارغ W3 | 30.9 | 25.9 | 30.7 | 25.7 | 31.6 | 29.8 |
| وزن الجفنة وعينة التربة الرطبة (غم)W4 | 241.6 | 234.6 | 242.4 | 187.5 | 210.1 | 274.3 |
| وزن الجفنة وعينة التربة الجافة W5 (غم) | 230.4 | 219.7 | 223.4 | 170.4 | 188.2 | 239.6 |
| **المحتوى الرطوبي (WC)** | %5.6 | %7.7 | %9.8 | %11.8 | 13.9 % | %16.5 |
| **كثافة التربة الجافة** (غم /سم $^3$) | 1.814 | 1.818 | 1.843 | 1.897 | 1.865 | 1.732 |




**الشكل (4-1)** العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة .

نسبة الماء المثالية = 12%

الكثافة الجافة = 1.91

**الصورة (4-2)** اثناء القيام بتجربة الكثافة العظمى

### 2-3-4 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 أنش مربع ) مسافة معينة داخل عينة مدموكة من التربة لها رطوبة وكثافة معينتين , وبين الأحمال القياسية اللازمة لغرز المكبس نفس العمق في عينة قياسية من الأحجار المكسرة ( crushed stone) أي ان:

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

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

**جدول (4-2) :** قيم تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد ونظام الاشتو

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

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

**جدول (4-3) :** المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن

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

تهدف التجربة الى معرفة مقدار تحمل عينة من التربة للضغط الناتج من مكبس قياسي بالنسبة لعينة تربة قياسية. وتم عمل التجربة بتاريخ **2015/9/16.**

خطوات العمل :

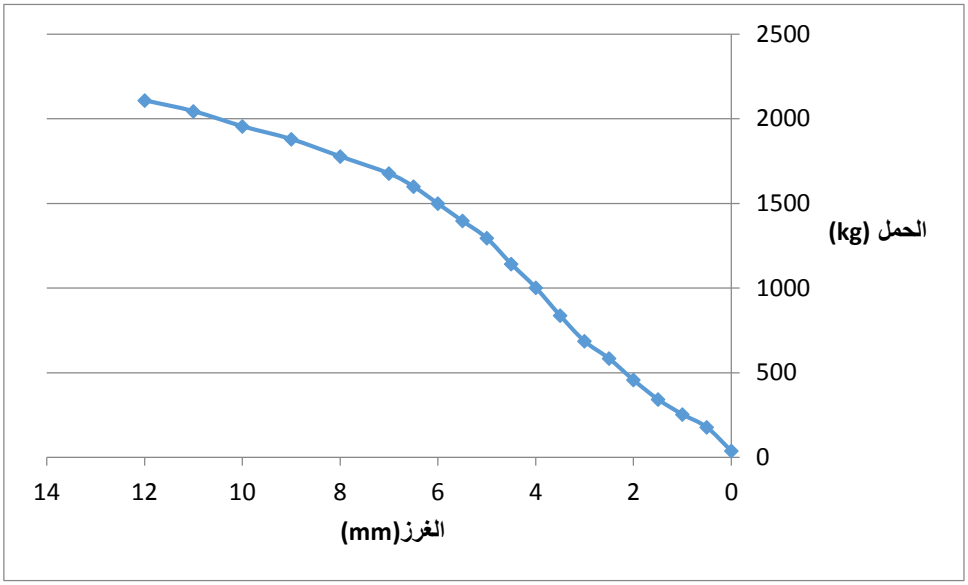
1- تم اضافة المحتوى الرطوبي من الماء والذي تم الحصول عليه من التجربة السابقة الى العينة والذي يساوي 11.8 % من وزن العينة.
2- تم خلط الماء بالعينة ومن ثم تجهيز القالب لوضع الطبقات داخله .
3- تم اضافة الطبقات من العينة مع الضرب ب 56ضربة بالمطرقة المعدلة لكل طبقة ومن ثم تسوية السطح .
4- ثم وضـــع القالب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

**الشكل (4-3)** جهاز فحص CBR .

ويتم تشـــغيل الجهاز وقراءة مقدار القوة عند مجموعة من قيم الغرز ، ثم يتم تقســـيم القوة عند الغرز 2.5 ملم و5 ملم على القيمة القياسية فتنتج قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا.

**جدول (4-4)** قراءات تجربة (CBR)

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




**الشكل (4-4)** منحنى العلاقة بين الحمل و الغرز .

**الشكل (4-5)** أثناء القيام بتجربة ال CBR

# الفصل الخامس : خدمات الطريق

**1-5 مقدمة**

**2-5 علامات المرور على الطريق ( Traffic Marking)**

**1-2-5 أهداف علامات المرور**

**2-2-5 الشروط الواجب توافرها في العلامات**

**3-2-5 أنواع علامات المرور**

**3-5 الإنارة على الشوارع والطرق**

**1-3-5 فوائد الانارة**

**2-3-5 مواصفات الإنارة**

**4-5 المواقف**

**1-4-5 أهمية المواقف**

**2-4-5 انواع المواقف**

**3-4-5 تطوير المواقف**

## 1-5 مقدمة

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

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

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

## 2-5 علامات المرور على الطريق ( Traffic Marking):

### 1-2-5 أهداف علامات المرور :

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

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

### 2-2-5 الشروط الواجب توافرها في العلامات :

1- ان هذه العلامات تنظم حركة السير للسائق والمشاة وتنقل التعليمات لهم , هذا ويراعى في هذه العلامات ما يلي :
2- ان تكون صالحة للرؤية في الليل والنهار,وواضحة في كافة الاوقات والظروف.
3- ان تتوافق فيها الالوان .
4- ان تكون من مواد تعمر طويلا وتقاوم التزحلق.
5- ان تكون تعليماتها سهلة الفهم ومرئية من مسافة كافية.

### 3-2-5 أنواع علامات المرور :

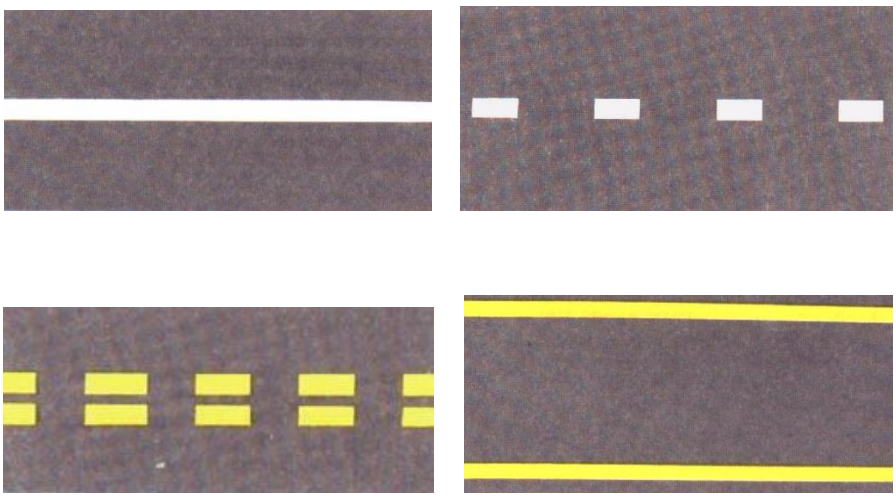
#### 1-3-2-5 الخطوط:

تكون الخطوط بعرض 10 سم وهي اما متصلة امو متقطعة , اما المتقطعة فتستعمل لتقسيم المسارب وفصل السير في الاتجاهين , اما المتصلة فتستعمل لفصل السير ومنع التجاوز في ان واحد . فاذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب

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

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

.



**الشكل (5-1)** انواع الخطوط في علامات المرور

**5-2-3-2 الكلمات :**

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

**5-2-3-3 الاسهم :**

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

**5-2-3-4 اللون :**

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

**5-2-3-5 المواد العاكسة :**

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

### 5-3-2-5 الاشارات :

#### 1-5-3-2-5 الهدف من الاشارات :

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

#### 2-5-3-2-5 أنواع الاشارات :

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

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

2- اشارات الاوامر : كاشارة قف وتكون مستديرة .

3- اشارات المنع : كاشارة ممنوع المرور وتكون مستديرة.

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

#### 3-5-3-2-5 مواصفات الاشارات :

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

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

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

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

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

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

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

6 - الموقع :

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

**جدول (5-1)** العلاقة ما بين سرعة السيارة و المسافة بين الاشارة والتقاطع التي تدل عليه الاشارة[1]

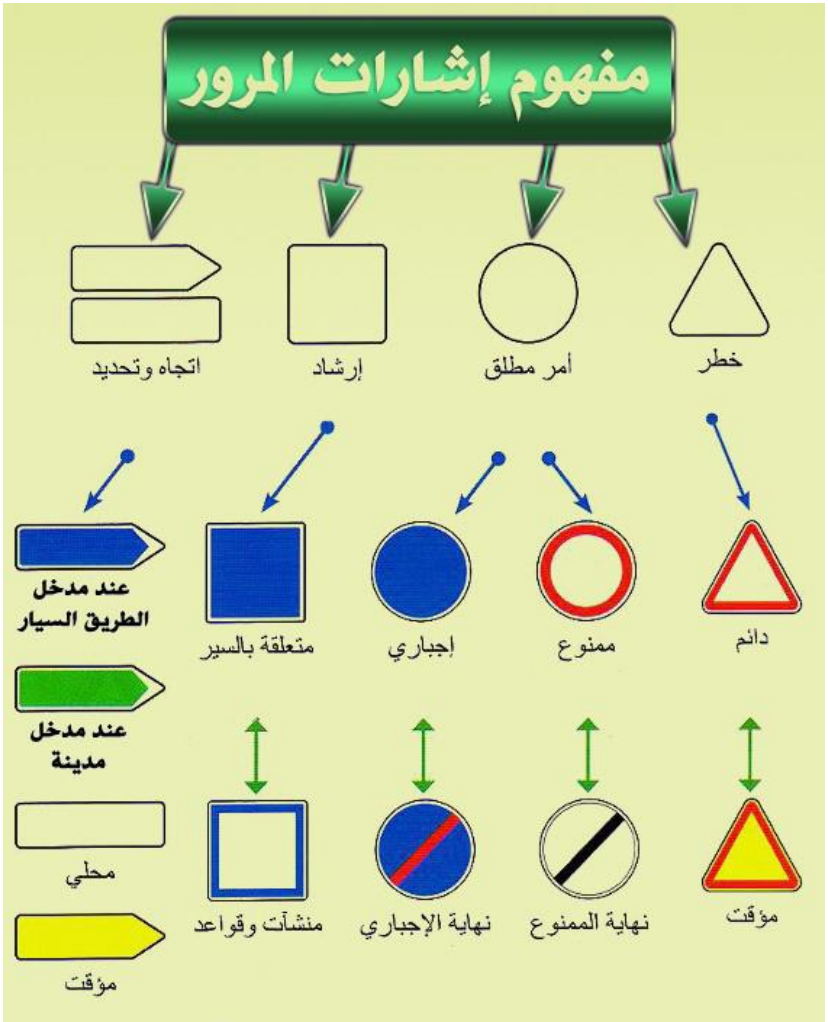
| سرعة السيارة كم/ساعة | 50 | 65 | 80 | 95 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|
| المسافة بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة (م) | 45 | 90 | 150 | 220 | 300 |

7 – الرؤية في الليل :

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

8- اشارات الطوارىء :

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




**الشكل (5-2)** مفهوم إشارات المرور[2]

[1] حسب القانون الفلسطيني ولائحته التنفيذية
[2] حسب القانون الفلسطيني ولائحته التنفيذية

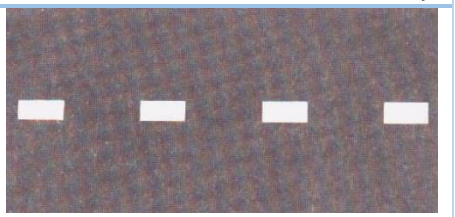
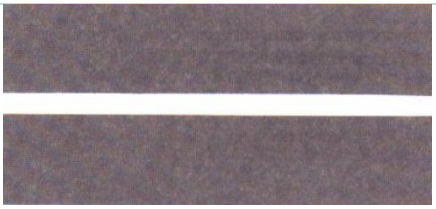
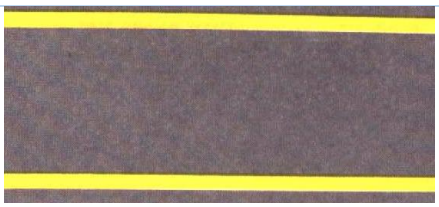
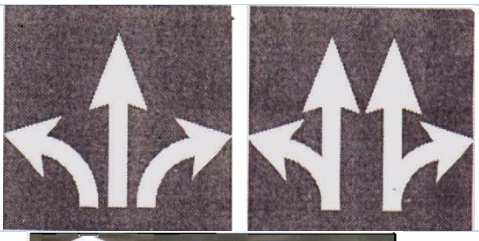
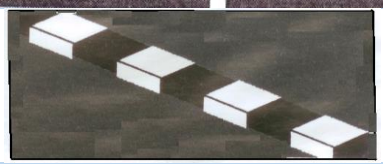
أما بالنسبة لبعض الإشارات التي سيتم استخدامها في شارع أبو دعجان حسب قانون المرور الفلسطيني ولائحته التنفيذية فهي كالتالي :

**جدول (5-2)** إشارات المشروع

| الإشارة | المدلول |
|---|---|
| | أولاد بالقرب من المكان |
| | انعطاف حاد نحو اليسار |
| | مفترق تقاطع طرق |
| | مفترق تقاطع طرق لليسار |
| | مفترق تقاطع طرق لليسار |
| | أعط حق الأولوية لحركة السير أمامك |
| | ممنوع التجاوز |
| | ممنوع التجاوز بالنسبة للشاحنات التي تزيد عن 4 طن |
| | يوجد ممر مشاة بالقرب من المكان |
| | ممر مشاة |

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

**جدول (5-3)** الخطوط المستخدمة في المشروع

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

## 5-3 الإنارة على الشوارع والطرق :

### 5-3-1 فوائد الانارة :

إن إضـاءة الشـوارع تخفض من حوادث الطرق كما تسـاعد الاضـاءة السـائق على قيادة سـيارته في الليلة بنفس السـرعة التي يقود بها نهارا , مما يقلل من وقت الرحلة . والاضـاءة مفيدة للمشـاة حيث تجنبهم الاخطاء وتمكنهم من رؤية الطريق بوضوح بالاضافة الى انها ضرورية من النواحي الامنية .

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

### 5-3-2 مواصفات الإنارة :

ان انارة الطريق عمل يتطلب دراسـة وافية ومواصـفات محددة مبنية على تجارب وابحاث سـابقة . ولذلك يجب مراعاة ما يلي :

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

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

3- الاهتمام بنوع المصـابيح المسـتعملة , حيث ان لكل نوع مزاياه ونواقصـه , فبعض المصـابيح يتأثر بالامطار والرياح والضباب وبعضها يحتاج الى صيانة مستمرة .

4- دراسـة نوع سـطح الطريق ومدى قدرته على عكس الاضـاءة حيث ان نوع المصـابيح وتوزيع الاعمدة وغير ذلك من الامور التي تتاثر بنوع سطح الطريق ومقدرته على عكس الضوء .

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

والخلاصـة انه لا بد من دراسـة كافة هذه الامور عند المباشـرة في ايصـال التيار الكهربائي للطريق بالاضـافة الى دراسـة الجدوى الاقتصادية حتى تحقق النتائج المطلوبة والفوائد المرجوة .

### 5-3-2-1 ارتفاع أعمدة الإنارة:

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

### 5-3-2-2 المسافة بين أعمدة الإنارة:

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

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

**جدول (5-4)** توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق.[1]

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

حيث:

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

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

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

وبما أن عرض الشارع الذي نقوم بتصميمه حوالي 14 مترا، وتم اختيار ارتفاع العمود 10.69م ويقع الطريق ضمن المجموعة A2،وبناء على ما سبق فإن المسافة بين كل عامود إنارة والآخر ستكون 39.6 م (35 متر للتقريب) والمسافة من مركز المصباح إلى جانب الطريق2.59متر.

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

## 5-4 المواقف:

### 5-4-1 أهمية المواقف:

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

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

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

### 5-4-2 انواع المواقف:

#### 5-4-2-1 مواقف على الشارع:

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

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

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

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

ان للوقوف على جانبي الشـارع مزايا منها انه يسـهل على المواطنين حركتهم وقضـاء مصـالحهم ولا يتسبب ذلك في اضرار اذا توفرت الشروط التالية :

1- اذا كان الشارع عريض.
2- اذا كان عدد السيارات الذي تستعمله قليل.
3- اذا كان السير باتجاه واحد.
4- اذا كان الوقوف على جانب واحد من الطريق فقط وهو الجانب الاقل كثافة من حيث حركة السير .
5- اذا كانت حركة المشاة على الطريق قليلة .
6- اذا سمح بالوقوف في اوقات وايام محددة تكون فيها حركة السير قليلة .

#### 5-4-2-2 المواقف خارج الشارع :

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

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

### 3-4-5 تطوير المواقف:

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

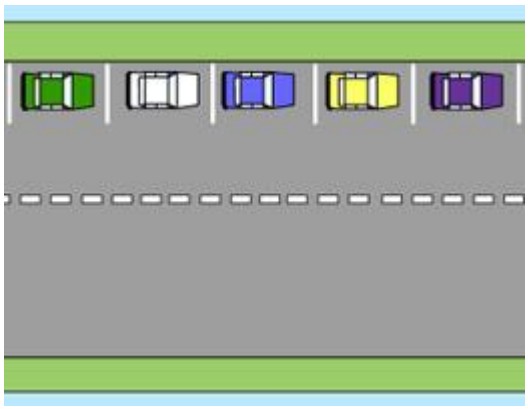
1- موقع الموقف: يجب ان يكون الموقف في مركز المنطقة التي تم انشـــاؤه فيها الا انه يجب ان لا يقع الموقف في منطقة حركة السيارات حتى لا يعيق حركتها وحركة المشاة ويشكل خطرا عليها .

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

3- التحميل والتنزيل: تسبب الشاحنات إعاقة للسير وتعرض السيارات للخطر اثناء التحميل والتنزيل امام المخازن حيث لم يهيأ لها المكان المناسـب , وعليه فان التحميل والتنزيل يجب ان يكون خارج الشـارع وفي اماكن خاصـة للمخازن خاصـة الشاحنات الكبيرة والتي تكون حركتها صعبة .

اما بالنسبة للمواقف التي سيتم عملها في المشروع هي من النوع الذي يكون على جانب الطريق بعرض يبلغ 2م على كل جانب.

اما في المشـروع فتم اسـتخدام مواقف موازية على الشـارع كما في الشكل, حيث ان عرض الشـارع وحركة السير تسـمح بذلك .



**الشكل (3-5)** موقف موازي على الشارع [1]

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

# الفصل السادس : التصميم الانشائي

**6- 1 مقدمة**

**6-2 العناصر الإنشائية للرصفة المرنة**

**6-3 العوامل المؤثرة على التصميم**

**6-4 خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو**

## 1-6 مقدمة :

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

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

هناك نوعان رئيسيان للرصفة :

1- الرصفة المرنة ( Flexible Pavement ) :

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

أ- رصفة تلفورد :

وذلك بحيث تحدد الرصفة وتبنى اطاريف باحجار تسمى حجارة الشك يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة 20 سم وتعبأ الفراغات بحصى صغيرة ترش طبقة صغيرة من الحصمى الفولية لتعبئة الفراغات يرش اسفلت بدرجة غرز 80 % بمعدل 4 كيلو على المتر المربع.

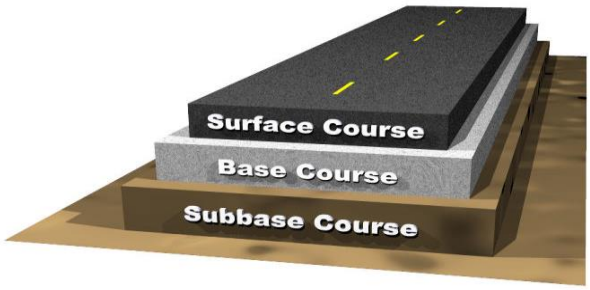
ب- رصفة الفرشيات :

وقد انتشر استخدام هذه الطريقة في منتصف الخمسينيات , حيث يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصف بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البيسكورس وفرشها بالسمك المطلوب , وتفرد هذه الطبقة بحيث لا تتجاوز كل طبقة 20 سم .

2- الرصفة القاسية :

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

## 2-6 العناصر الإنشائية للرصفة المرنة :




**شكل (6-1)** طبقات الرصفة المرنة

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

1. القاعدة الترابية (sub grade): و هي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله او من المواد التي تم قصها من مكان اخر ، وتدمك هذه الطبقة حتى تصل إلى القوة المطلوبة .
2. 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 .
3. طبقة الأساس (base course) وهي مجموعة من الحصى المتدرجة متوسطة الخشونة و تكون حجارة مكسرة يتم احضارها حاليا من الكسارات، وهو ما يعرف في بلادنا بالبسكورس .
4. الطبقة السطحية الإسفلتية (surface course) : وهي خلطة إسفلتية توضع فوق طبقة الأساس بعد رش طبقة تشريب (Prime coal) .

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

## 3-6 العوامل المؤثرة على التصميم:

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

1- الحجم المروري.

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

3- خصائص التربة وفحوصاتها.

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

وفي المشروع سيتم الاعتماد على هذه العوامل جميعها في التصميم.

## 4-6 خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو :

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

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

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

حيث أن :

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

ويتم الحصول على قيمة $f_d$ من الجدول:

**جدول ( 6-1)** نسبة المركبات في المسرب الواحد ( Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane )

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

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على مسربين (أي مسرب واحد في كل اتجاه وكل مسرب بعرض 3.125متر) فتؤخذ قيمة $f_d$ المقابلة للرقم 2 من الجدول وهي 50%.

أما قيمة growth factor ( $G_f$ ) فيتم الحصول عليه من الجدول (6-2) :

**جدول ( 6-2)** معامل النمو (Growth factor )

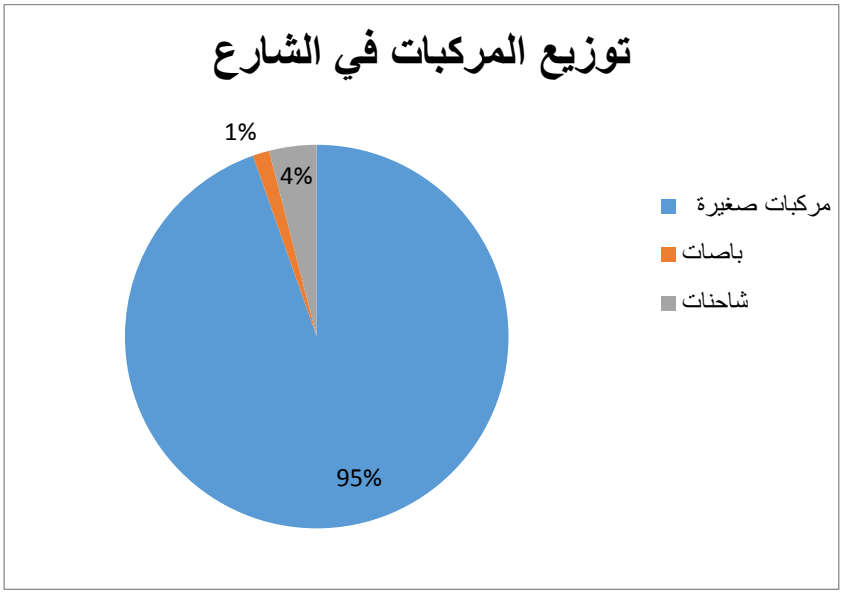
| Design period years | Annual Growth Rate (%) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. growth | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 |
| 1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 2 | 2.0 | 2.02 | 2.04 | 2.05 | 2.06 | 2.07 | 2.08 | 2.10 |
| 3 | 3.0 | 3.06 | 3.12 | 3.15 | 3.18 |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

عند تصميم الطرق عادة يتم اعتبار ان صلاحية الطريق 20 عاما مستقبليلا , وتوقع نسبة الزيادة السنوية 4 % فتكون قيمة $G_f$ = 29.78.

معدل المرور اليومي سنة 2010 (AADT) = 1783 سيارة /يوم

معدل المرور اليومي سنة 2015 (AADT) = 1783*5.42 %+1783 = 1880 سيارة /يوم .

اما بالنسبة ل معدل المرور اليومي المتوقع لمدة التصميم وهي 20 عام = 1880*29.78 +1880 = 2440 سيارة / يوم وسوف يتم اعتماد الرقم 2500 سيارة / يوم في التصميم .




**شكل (6-2)** توزيع المركبات في الشارع

**جدول (6-3)** عدد المركبات حسب النوع في ايام الاسبوع

| الايام | سيارة | باص | شحن |
|---|---|---|---|
| **السبت** | 57 | 0 | 3 |
| **الاحد** | 64 | 1 | 4 |
| **الاثنين** | 53 | 1 | 5 |
| **الثلاثاء** | 53 | 1 | 2 |
| **الاربعاء** | 53 | 1 | 3 |
| **الخميس** | 44 | 1 | 2 |
| **الجمعة** | 98 | 2 | 1 |

**جدول (6-4)** نسبة المركبات حسب النوع في ايام الاسبوع

| الايام | سيارة | باص | شحن |
|---|---|---|---|
| **السبت** | 95% | 0% | 5% |
| **الاحد** | 92.3% | 1.50% | 6.20% |
| **الاثنين** | 93.8% | 1.70% | 4.40% |
| **الثلاثاء** | 94.6% | 1.80% | 3.60% |
| **الاربعاء** | 92.8% | 1.80% | 4.40% |
| **الخميس** | 92.7% | 2.10% | 5.20% |
| **الجمعة** | 97.7% | 1.20% | 1% |

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

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

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

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

وبالتالي فإن قيمة ال(ESAL):

$ESAL(car) = 0.5 * 29.78 * 365 * 2500 * 0.95 * 2 * 0.0003135 = 0.08093171 * 10^6$

$ESAL(buss) = 0.5 * 29.78 * 365 * 2500 * 0.01 * 2 * 0.198089 = 0.538292 * 10^6$

$ESAL(truck) = 0.5 * 29.78 * 365 * 2500 * 0.04 * 2 * 0.29419 = 3.197757 * 10^6$

$TOTAL\ ESAL = 3.82 * 10^6$

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

**جدول (6-5)**[1]: قيمة ال CBR لكل طبقة

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

[1] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

ولحساب المعامل المناخي نستخدم المعادلات التالية :

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

حيث أن :

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

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

**جدول (6-6)[1] :**قيمة المعامل المناخي

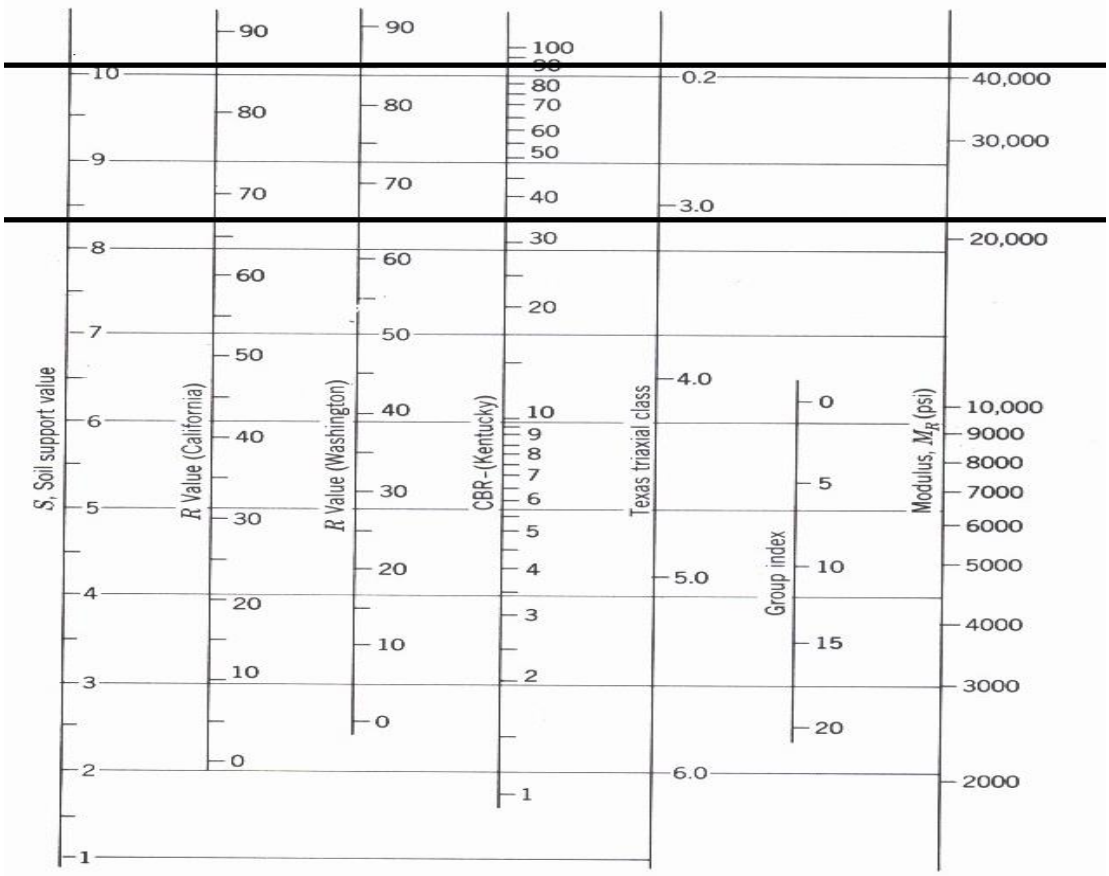
| case | Suggested Regional Factor |
|---|---|
| Roadbed soil frozen 5in or more | 0.2 –1.0 |
| Roadbed soils dry | 0.3 – 1.5 |
| Roadbed soils saturated | 4.0 – 5.0 |

وبأخذ بعين الإعتبار أن منطقة الخليل يكون فيها 4 أشهر رطبة و 8 أشهر جافة (بشكل تقريبي حسب الدراسات):

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

[1] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

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



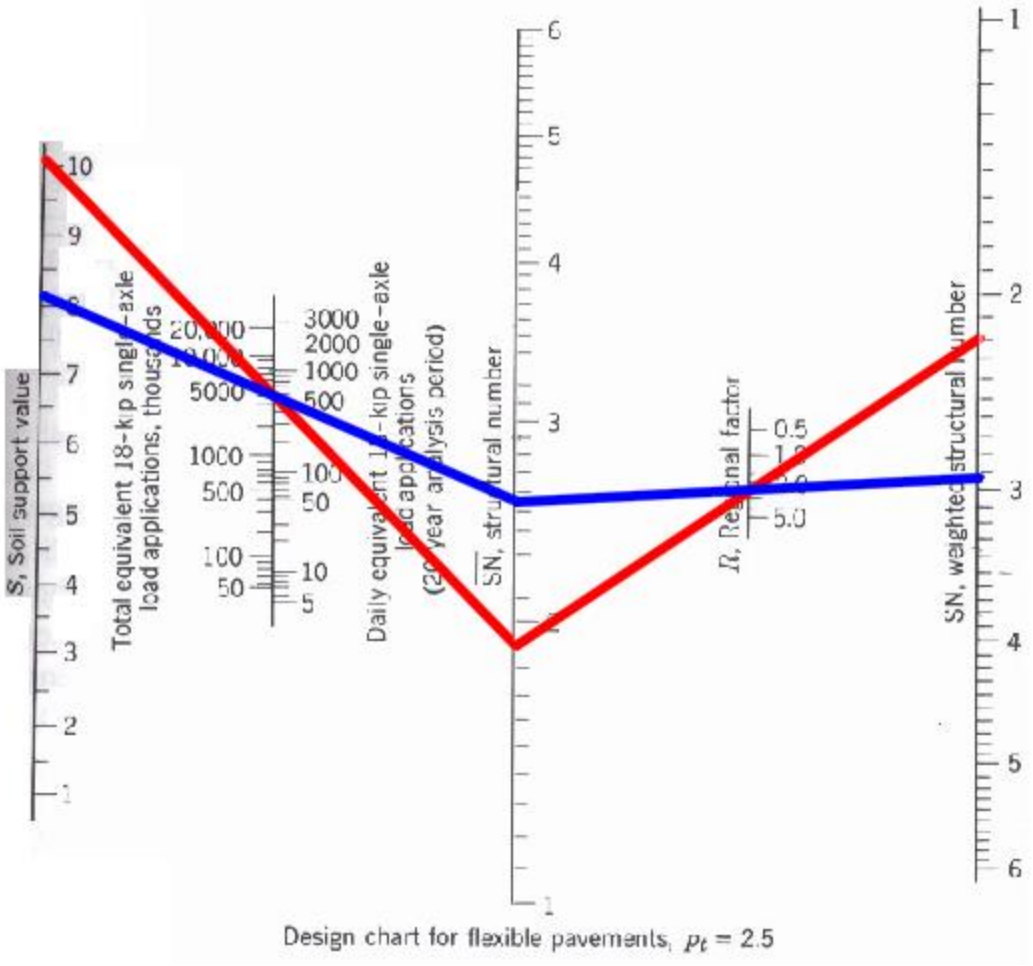

**شكل (3-6)**:S-soil support value

وبالتالي فإن :

(S1-soil support value) = 10.1

(S2-soil support value) = 8.3

بعد ذلك سيتم حساب قيمة ال SN وذلك حسب الشكل:




**شكل (4-6)** :قيمة المعامل SN

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

بعد ذلك يتم حساب سمك كل طبقة وذلك حسب المعادلة :

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

حيث أن:

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

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

1) قيمة المعامل a1

**جدول (6-7)**[1] :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 (6-8)**[1]: قيمة المعامل (a2)

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

*وكما تم الاسلاف فإن قيمة a2=0.14.

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

وبالتالي فإن سمك الطبقات :

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

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

[1] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

وبالتالي فإن سماكة الطبقات تكون كالتالي :

**جدول (6-9)**[1]: سماكة الطبقات

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

بالنسبة لطبقة الأسفلت (Binder Course) تكون بحجم حبيبي 1 انش وطبقة الاسفلت (Wearing Course) بحجم حبيبي 3\4 انش .

وبالنسبة لمواد الردم فيجب استخدام مواد مختارة قريبة من تكوين طبقة الاساس عبارة عن مزيج من الصخور خالية من التربة العضوية (الحمراء) ولا تقل نسبة تحمل كاليفورنيا لها عن 35.

# الفصل السابع : تصريف مياه الامطار

**7-1 مقدمة**

**7-2 متطلبات صرف المياه من الطريق**

**7-3 أنواع صرف المياه**

**7-3-1 الصرف السطحي**

**7-3-1-1 تجميع المياه السطحية**

**7-3-2 الصرف المغطى**

**7-4 كمية مياه الأمطار**

**7-5 تصميم شبكة التصريف**

**7-5-1 أهم الامور التي تؤخذ عند التصميم**

**7-6 مراحل التصميم**

## 1-7 مقدمة:

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

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

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

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

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

## 2-7 متطلبات صرف المياه من الطريق:

1. تصريف الماء عن سطح الطريق وذلك بعمل ميلان في سطح الطريق (Cross Slope) و تكون نسبة الميلان عادة 2% وتزداد كلما كان السطح خشنا، أما ميلان سطح الطريق عند المنعطفات ( التعلية – Super Elevation)، فيكون باتجاه واحد.
2. قطع الطريق أمام المياه السطحية المتجهة من الأراضي المحيطة إلى حرم الطريق.
3. تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الانحدار الكافي لتصريف المياه.
4. 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.
5. يجب أن يكون قطاع المصارف الجانبية المكشوفة ذات سعة وانحدار طولي مناسبين لصرف المياه المتجمعة.
6. يجب أن لا تتسبب المياه السطحية المارة على سطح الطريق وعلى الميول الجانبية في تكوين حفر عرضية أو نحر بالتربة.
7. 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 .
8. منع وصول المياه للطريق من التلال و المساحات القريبة من المنطقة، وذلك بعمل أفنية طولية موازية للطريق تتجمع فيها المياه وتنقلها بعيدا عن الطريق.
9. بناء الاطاريف و البالوعات اللازمة في جمع وتصريف المياه.

## 3-7 أنواع صرف المياه:

### 1-3-7 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.

### 1-1-3-7 تجميع المياه السطحية :

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

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

**2-3-7 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.

## 4-7 كمية مياه الأمطار :

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

$$Q = C\ I\ A$$

حيث ان :

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

C: run off coefficient. (معامل الانسياب السطحي)

A: area (المساحة) (hectare).

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

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

توزيع الأمطار متساوي في كل المنطقة التي سيتم العمل عليها.

شدة الهطول متوزعة بشكل متساوي في كل فترة الهطول.

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

$$tc = ti + tf$$

حيث ان :

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

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

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

**جدول (7-1)**[1] :قيمة معامل الانسياب السطحي (C)

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

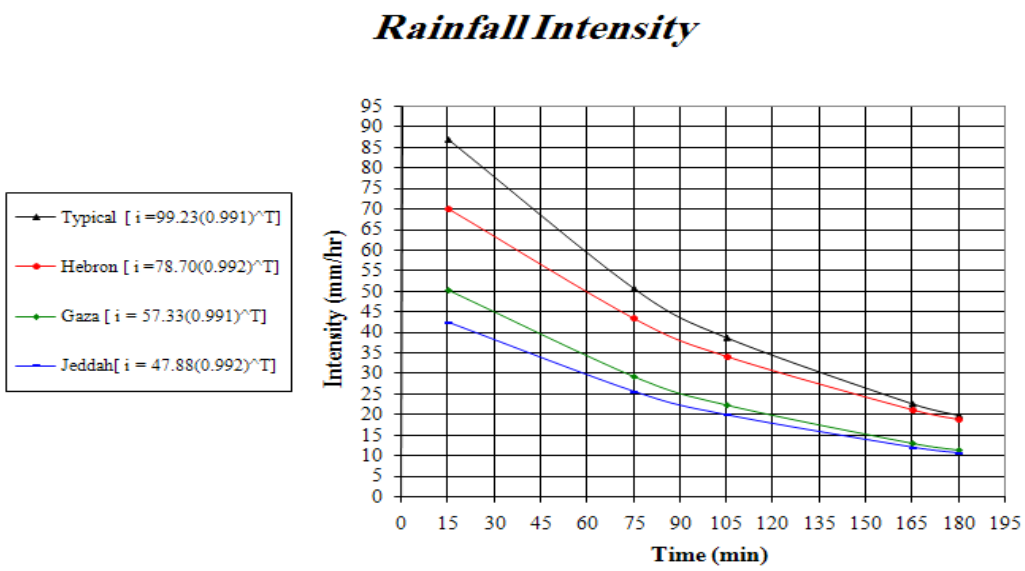
في بلادنا يتم اعتماده عادة 0.7 .

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

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

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

[1] تصميم شارع الماجور




**شكل (7-1)**[1]: كثافة الأمطار

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

## 7-5 تصميم شبكة التصريف :

### 7-5-1 أهم الامور التي تؤخذ عند التصميم

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

1) Layout

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

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

2) Inlets

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

1. عند تغير الميل.
2. عند تغير الاتجاه (حيث يجب أن تكون زاوية التغير أكبر من 90 درجة).

[1] تصميم شارع الماجور

3. عند تغير قطر الـ (pipe).
4. اذا كانت المسافة (120_180) متر.

وفي مشروعنا فقد تم استخدام (gutter inlet).

**شكل (7-2) :** gutter inlet[1]

3) Pipe diameter

وهو قطر الانبوب الذي سيتم استعماله في الشبكة.

$D_{min}$ = 10 inch = 250 mm.

4) Velocity

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

$V_{min}$ = 1 m/s.

$V_{max}$ = 5 m/s.

5) Slope

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

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

[1] http://www.maxq.com.au

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

حيث ان :

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

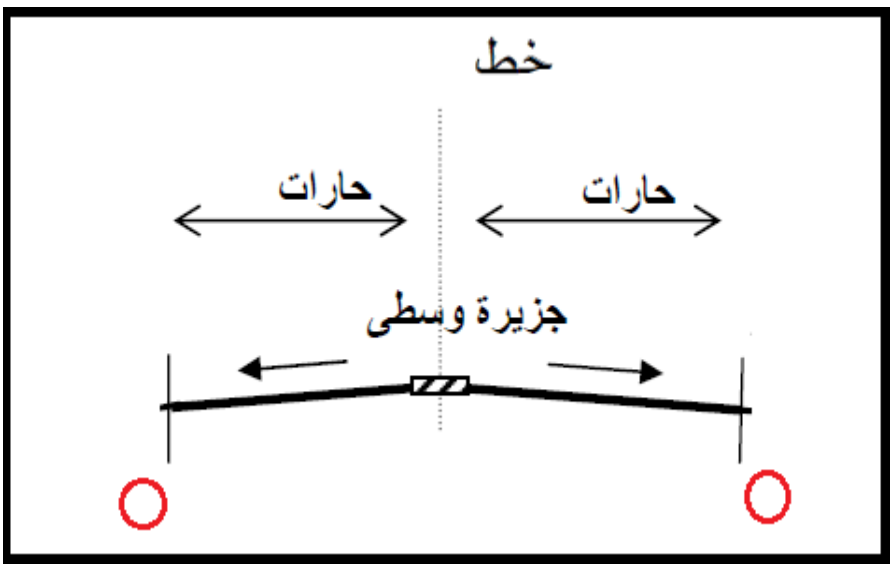
6) Depth of sewer ($d_{min}$)

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

7) location of sewer pipes in road section

يتم وضع انابيب التصريف للمياه بإتجاه ميول المقطع العرضي للطريق.

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




**شكل (7-3)**: مكان وجود أنابيب الصرف

## 6-7 مراحل التصميم :

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

وفي مشروعنا تم تصميم انابيب تصريف مياة امطار في الجانب الايسر للطريق وتم استخدام قناة مفتوحة في الجانب الايمن تنقل الكمية التي تجمعها الى الانابيب عبر Inverted Siphon.

وتم تجهييز كافة المخططات وارفاقها في اللوحات المرفقة .

# الفصل الثامن: النتائج والتوصيات

**8-1 مقدمة**

**8-2 النتائج**

**8-3 التوصيات**

## 1-8 مقدمة:

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

## 2-8 النتائج:

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

1. هذا الطريق له اهمية في ربط مدينة الخليل وقرية تفوح وفي خدمة المنطقة وجعلها اكثر حيوية.
2. كانت النتيجة تصميم هندسي بالاعتماد على مواصفات AASHTO 2011 بسرعة تصميمية تساوي 60 كم/ساعة وبانصاف اقطار صغرى مقدارها 135 متر لمراعاة سبل الامان والراحة على الطريق.
3. كانت نتيجة التصميم بعد القيام بكافة الحسابات اللازمة مع الاخذ بعين الاعتبار الزيادة السكانية المتوقعة وفترة عمر للطريق تساوي 20 عام :

**جدول (8-1)** ملخص سماكة الطبقات

| الرصفة | السمك (سم) |
|---|---|
| أسفلت (Wearing Course) | 6 |
| اسفلت (Binder Course) | 7 |
| الاساس (Base Cource) | 20 |

بالنسبة لطبقة الأسفلت (Binder Course) تكون بحجم حبيبي 1 انش وطبقة الاسفلت (Wearing Course) بحجم حبيبي 3\4 انش .

وبالنسبة لمواد الردم فيجب استخدام مواد مختارة قريبة من تكوين طبقة الاساس عبارة عن مزيج من الصخور والتربة غير العضوية (الحمراء) ولا تقل نسبة تحمل كاليفورنيا لها عن 35.

4. تم حساب الكميات التقديرية للمشروع باستخدام برنامج Autodesk Civil 3D بستخدام طريقة متوسط المساحة النهاية (Average End Area) وكانت الكميات :

**جدول (8-2)** ملخص كميات المشروع

| الصنف | الكمية | الوحدة |
|---|---|---|
| حفر | 17800 | متر مكعب |
| ردم | 49200 | متر مكعب |
| أسفلت (طبقتين) | 22000 | متر مربع |
| طبقة الاساس (مدموك) | 4380 | متر مكعب |
| طبقة الاساس (غير مدموك) | 5300 | متر مكعب |
| جبهه | 3900 | متر طولي |
| ارصفة | 5200 | متر مربع |

5. تم تصميم الانابيب والقناة المفتوحة اللازمة لتصريف مياه الامطار عن سطح الطريق باستخدام برنامج SewerCad وتم تجهيز المخططات في المرفقات وكانت النتائج كما يلي :

**جدول (8-3)** Inlet Report

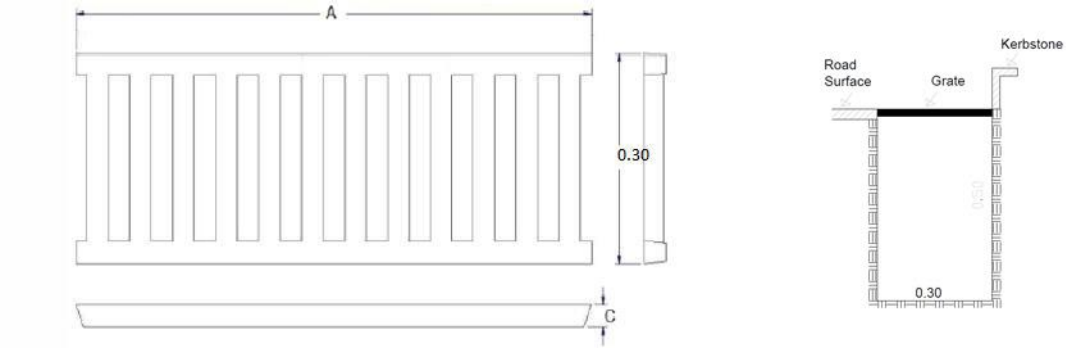
| Inlet Report | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Label | Ground Elevation (m) | Sump Elevation (m) | Rim Elevation (m) | Manhole Diameter (m) | Manhole Depth (m) |
| MH-1 | 968.18 | 967.03 | 968.18 | 1.2 | 1.15 |
| MH-2 | 959.47 | 958.32 | 959.47 | 1.2 | 1.15 |
| MH-3 | 953.66 | 952.4 | 953.66 | 1.2 | 1.26 |
| MH-4 | 953.03 | 951.67 | 953.03 | 1.2 | 1.36 |
| MH-5 | 953.03 | 950.95 | 953.03 | 1.2 | 2.08 |
| MH-6 | 953 | 950.55 | 953 | 1.2 | 2.45 |
| MH-7 | 951.86 | 949.64 | 951.86 | 1.2 | 2.22 |
| MH-8 | 950.53 | 948.92 | 950.53 | 1.2 | 1.61 |
| MH-9 | 948.14 | 946.53 | 948.14 | 1.2 | 1.61 |
| MH-10 | 946.51 | 944.9 | 946.51 | 1.2 | 1.61 |
| MH-11 | 944.72 | 943.11 | 944.72 | 1.2 | 1.61 |
| MH-12 | 940.81 | 939.05 | 940.81 | 1.2 | 1.76 |
| MH-13 | 939 | 937.09 | 939 | 1.2 | 1.91 |
| MH-14 | 938.25 | 936.18 | 938.25 | 1.2 | 2.07 |
| MH-15 | 937 | 934.93 | 937 | 1.2 | 2.07 |
| MH-16 | 935.43 | 933.36 | 935.43 | 1.2 | 2.07 |
| MH-17 | 930.46 | 928.39 | 930.46 | 1.2 | 2.07 |
| MH-18 | 921.71 | 919.65 | 921.71 | 1.2 | 2.06 |
| MH-19 | 911.53 | 909.46 | 911.53 | 1.2 | 2.07 |
| MH-20 | 900.9 | 898.83 | 900.9 | 1.2 | 2.07 |
| MH-21 | 890.71 | 888.65 | 890.71 | 1.2 | 2.06 |

جدول (8-4) Pipe Report

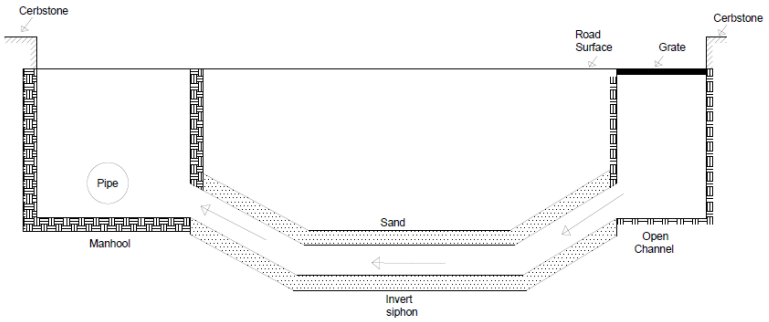
| Pipe Report | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Label | Upstream Manhole | Downstream Manhole | Length (m) | Section Shape | Section Size (mm) | Total Flow (l/s) | Average Velocity (m/s) | Constructed Slope (m/m) | Average Pipe Cover | Material |
| P-1 | MH-1 | MH-2 | 113 | Circular | 250 mm | 19.99 | 1.28 | 0.077 | 1 | PVC |
| P-2 | MH-2 | MH-3 | 107.5 | Circular | 250 mm | 38.53 | 1.48 | 0.055 | 1.05 | PVC |
| P-3 | MH-3 | MH-4 | 47 | Circular | 250 mm | 66.58 | 1.7 | 0.016 | 1.05 | PVC |
| P-4 | MH-4 | MH-5 | 96 | Circular | 300 mm | 105.84 | 1.77 | 0.008 | 1.41 | PVC |
| P-5 | MH-5 | MH-6 | 54 | Circular | 375 mm | 168.72 | 2.02 | 0.008 | 1.88 | PVC |
| P-6 | MH-6 | MH-7 | 120.5 | Circular | 450 mm | 296.83 | 2.3 | 0.008 | 1.87 | PVC |
| P-7 | MH-7 | MH-8 | 52 | Circular | 450 mm | 431.57 | 2.77 | 0.014 | 1.45 | PVC |
| P-8 | MH-8 | MH-9 | 60 | Circular | 450 mm | 640.74 | 3.01 | 0.040 | 1.15 | PVC |
| P-9 | MH-9 | MH-10 | 63.5 | Circular | 600 mm | 845.05 | 3.27 | 0.026 | 1 | PVC |
| P-10 | MH-10 | MH-11 | 50 | Circular | 600 mm | 1,133.50 | 3.48 | 0.036 | 1 | PVC |
| P-11 | MH-11 | MH-12 | 120 | Circular | 600 mm | 1,476.27 | 3.75 | 0.034 | 1.08 | PVC |
| P-12 | MH-12 | MH-13 | 120 | Circular | 750 mm | 1,844.15 | 3.93 | 0.016 | 1.08 | PVC |
| P-13 | MH-13 | MH-14 | 83 | Circular | 900 mm | 2,210.49 | 4.04 | 0.011 | 1.08 | PVC |
| P-14 | MH-14 | MH-15 | 119 | Circular | 1050 mm | 2,612.34 | 4.31 | 0.011 | 1 | PVC |
| P-15 | MH-15 | MH-16 | 117.5 | Circular | 1050 mm | 3,014.59 | 4.42 | 0.013 | 1 | PVC |
| P-16 | MH-16 | MH-17 | 118.5 | Circular | 1050 mm | 3,420.86 | 4.48 | 0.042 | 1 | PVC |
| P-17 | MH-17 | MH-18 | 120 | Circular | 1050 mm | 3,827.42 | 4.73 | 0.073 | 1 | PVC |
| P-18 | MH-18 | MH-19 | 120 | Circular | 1050 mm | 4,237.61 | 4.82 | 0.085 | 1 | PVC |
| P-19 | MH-19 | MH-20 | 120 | Circular | 1050 mm | 4,647.63 | 4.88 | 0.089 | 1 | PVC |
| P-20 | MH-20 | MH-21 | 119 | Circular | 1050 mm | 5,061.51 | 5.08 | 0.086 | 1 | PVC |
| P-21 | MH-21 | O-1 | 57 | Circular | 1050 mm | 5,473.32 | 5.16 | 0.100 | 1 | PVC |

جدول (8-5) Open Chanel Report

| Open Chanel Report | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Label | Ground Elevation (m) | Sump Elevation (m) | Rim Elevation (m) | Label | Upstrem | Downstream | Length (m) | Hydrulic Radius(m) | Slope (m/m) | Kstr | Average Velocity (m/s) | Area (m2) | Total Flow (l/s) | Section Shape | Section Dimention (cm) |
| 1 | 968.18 | 967.68 | 968.18 | P1 | 1 | 2 | 416.66 | 0.07 | 0.03 | 0.75 | 0.02 | 2983.00 | 35.53 | Open Culvert | (30*50) |
| 2 | 953.00 | 952.50 | 953.00 | P2 | 2 | 3 | 669.66 | 0.07 | 0.02 | 0.75 | 0.02 | 4728.00 | 48.46 | Open Culvert | (30*50) |
| 3 | 938.25 | 937.75 | 938.25 | P3 | 3 | o3 | 890.94 | 0.07 | 0.06 | 0.75 | 0.03 | 6229.00 | 43.39 | Open Culvert | (30*50) |




شكل (8-1) القناة المفتوحة



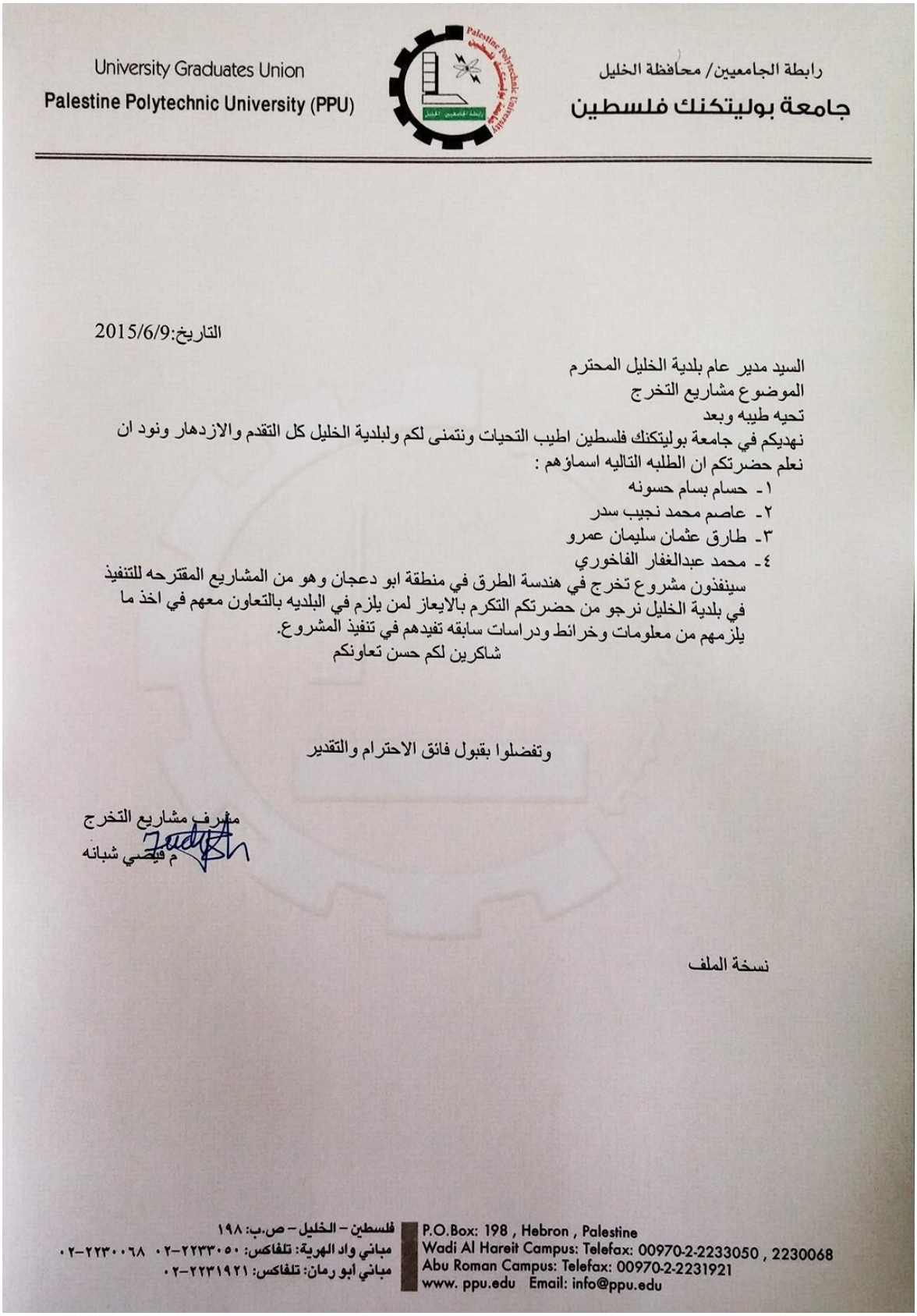

**شكل (1-8)** Inverted Siphon

6. تم وضع جميع الاشارات المرورية وفي موقعها المناسب ، ووضع الاضاءة السليمة في الشارع.
7. تم حساب التكلفة التقديرية للمشروع وكانت :

## 3-8 التوصيات:

1. يجب اخذ جميع اجرائات الامن والسلامة طوال فترة تنفيذ المشروع .
2. يجب ان يتم توريد مواد الردم حسب المواصفات سابقة الذكر والمتبعة في عملية التصميم.
3. يجب استخدام الجدران الساندة الخرسانة عند الحاجة , وتصمم حسب تعليمات المهندس الانشائي.
4. يجب ان يتم دمك طبقة الاساس جيداً.
5. يجب رش مادة البيتومين (Prime Coat) فوق طبقة الاساس وقبل وضع الطبقة الاولى من الاسفلت.
6. يجب رش مادة البيتومين (Tack Coat) فوق طبقة الاسفلت الاولى وقبل وضع الطبقة الثانية من الاسفلت.
7. التواصل مع بلدية الخليل أثناء تنفيذ المشروع لأي استشارة تطلبها.

# الملحق أ : الكتاب المقدم للبلدية



University Graduates Union
Palestine Polytechnic University (PPU)

رابطة الجامعيين/ محافظة الخليل
جامعة بوليتكنك فلسطين

التاريخ:2015/6/9

السيد مدير عام بلدية الخليل المحترم
الموضوع مشاريع التخرج
تحيه طيبه وبعد
نهديكم في جامعة بوليتكنك فلسطين اطيب التحيات ونتمنى لكم ولبلدية الخليل كل التقدم والازدهار ونود ان نعلم حضرتكم ان الطلبه التاليه اسماؤهم :

١- حسام بسام حسونه
٢- عاصم محمد نجيب سدر
٣- طارق عثمان سليمان عمرو
٤- محمد عبدالغفار الفاخوري

سينفذون مشروع تخرج في هندسة الطرق في منطقة ابو دعجان وهو من المشاريع المقترحه للتنفيذ في بلدية الخليل نرجو من حضرتكم التكرم بالايعاز لمن يلزم في البلديه بالتعاون معهم في اخذ ما يلزمهم من معلومات وخرائط ودراسات سابقه تفيدهم في تنفيذ المشروع.
شاكرين لكم حسن تعاونكم

وتفضلوا بقبول فائق الاحترام والتقدير

مشرف مشاريع التخرج
م فيصل شبانه

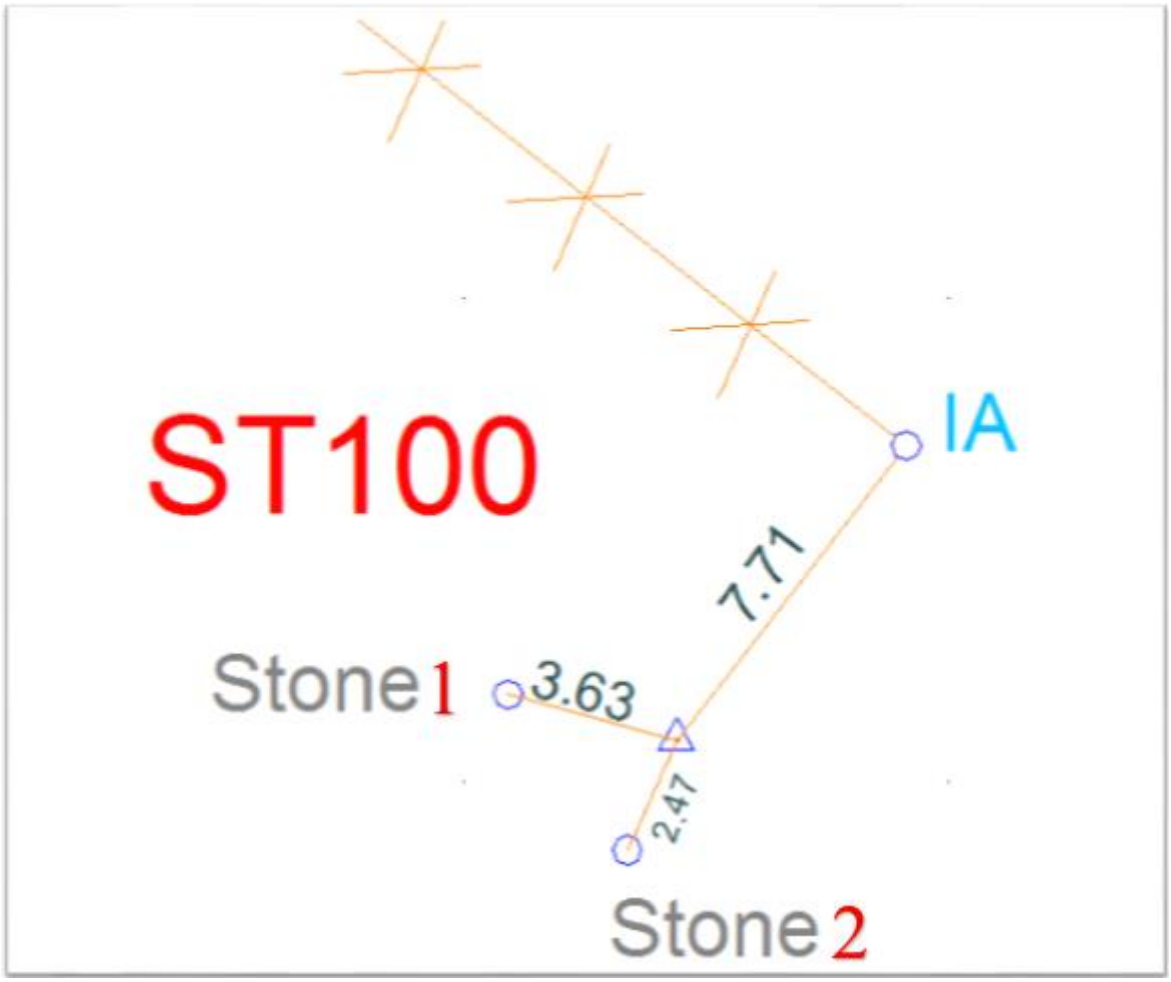
نسخة الملف

فلسطين – الخليل – ص.ب: ١٩٨
مباني واد الهرية: تلفاكس: ٠٢-٢٢٣٣٠٥٠ ٠٢-٢٢٣٠٠٦٨
مباني أبو رمان: تلفاكس: ٠٢-٢٢٣١٩٢١

P.O.Box: 198 , Hebron , Palestine
Wadi Al Hareit Campus: Telefax: 00970-2-2233050 , 2230068
Abu Roman Campus: Telefax: 00970-2-2231921
www. ppu.edu Email: info@ppu.edu

# الملحق ب : تربيط النقاط

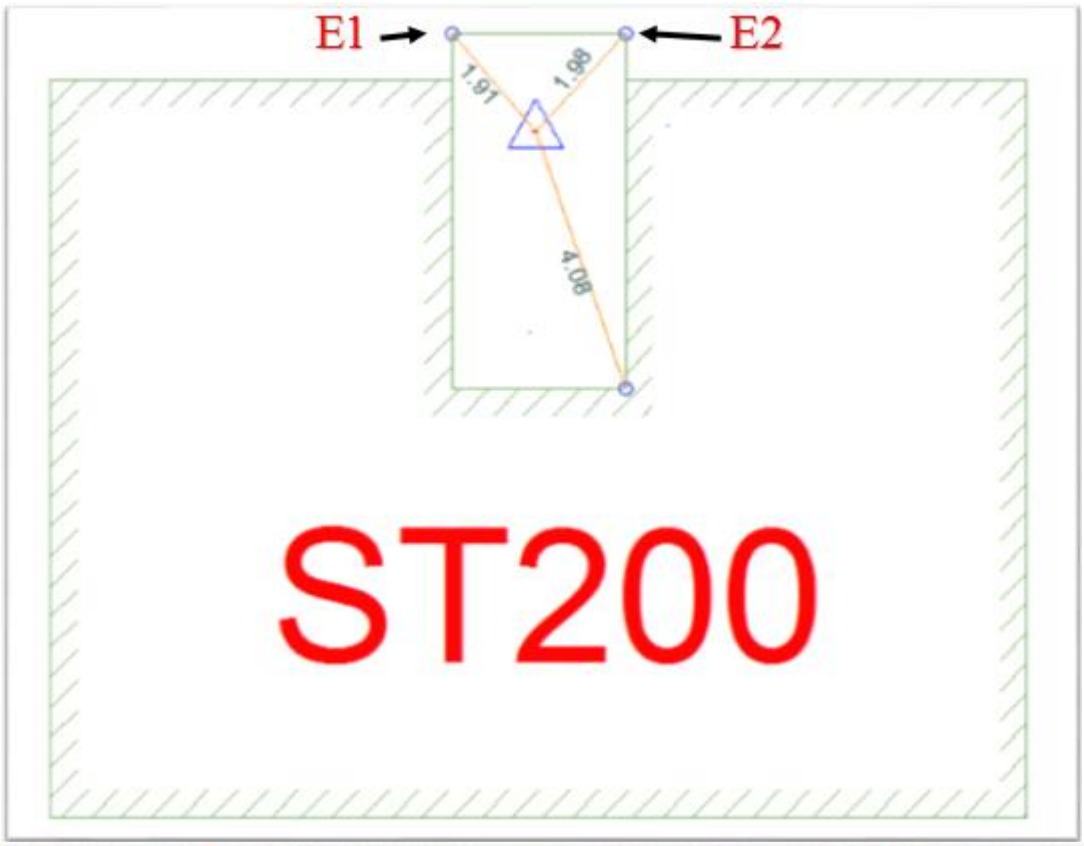
1 ) تربيط النقطة رقم 100



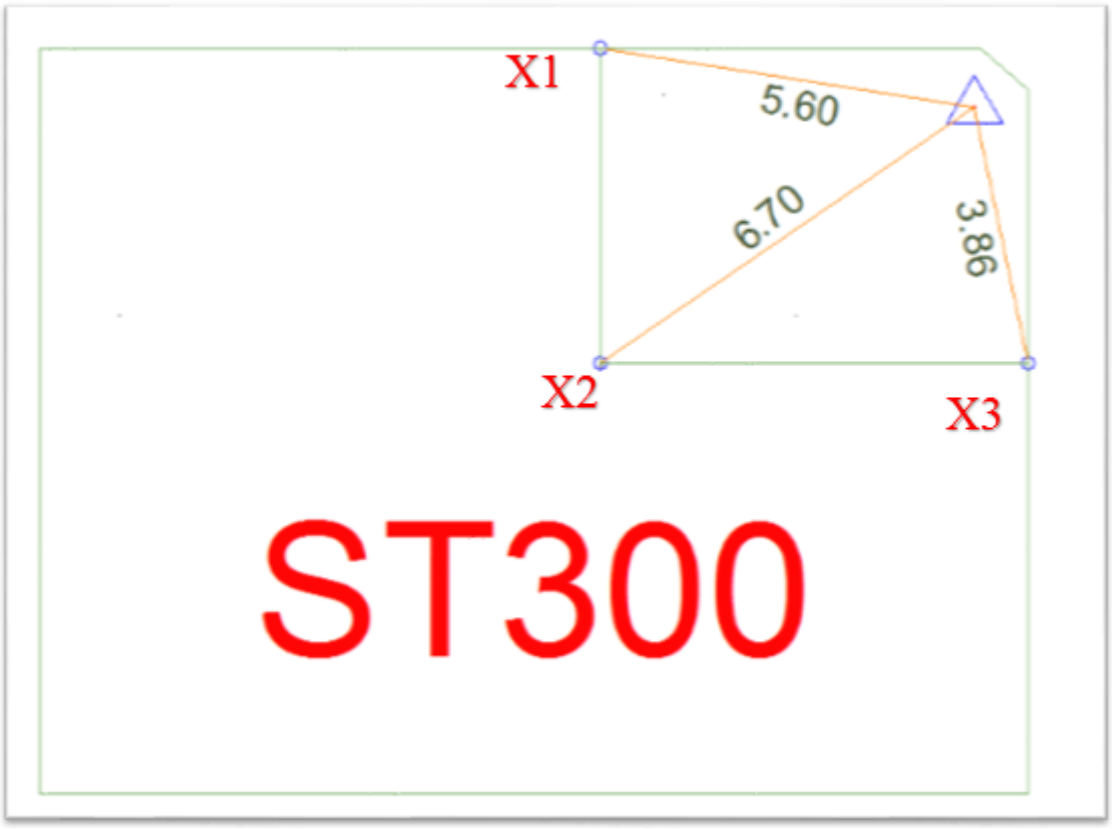
ST100

Stone 1
Stone 2

2 ) تربيط النقطة رقم 200

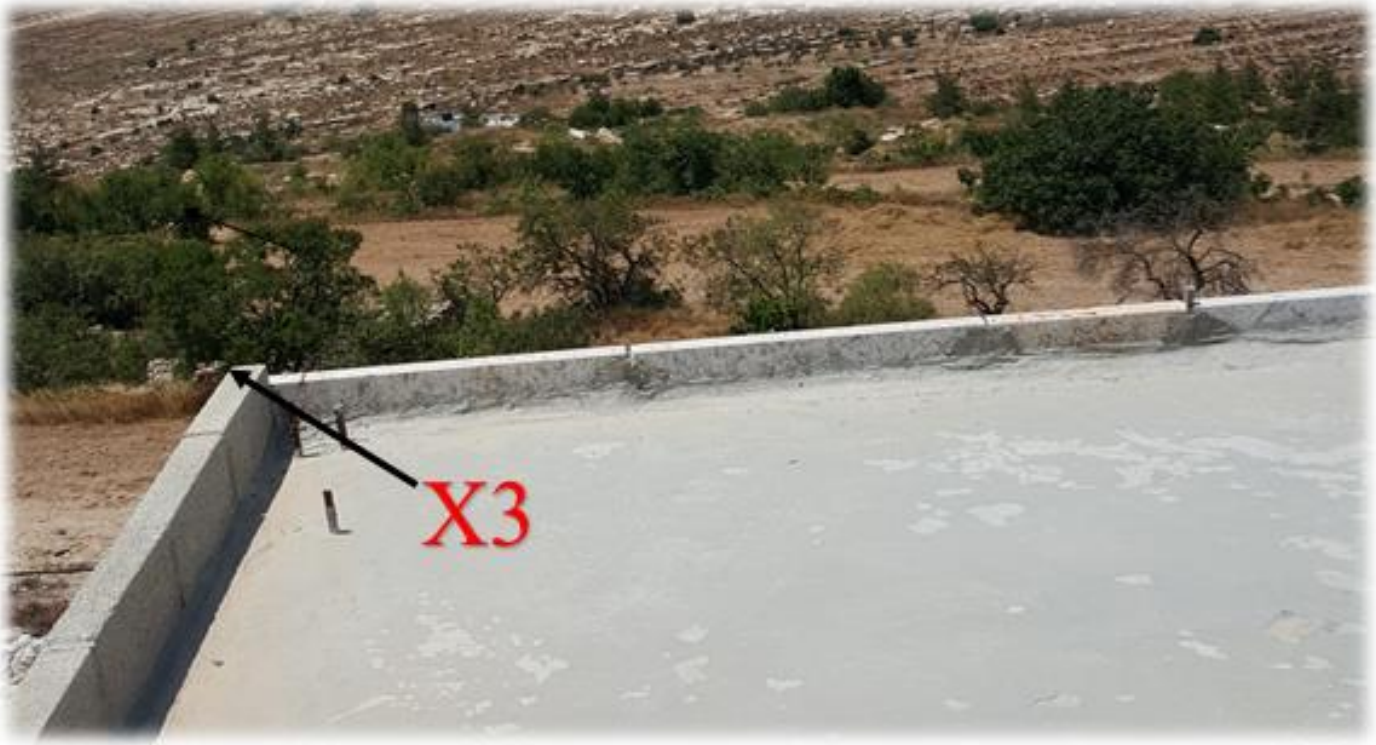


3 ) تربيط النقطة رقم 300

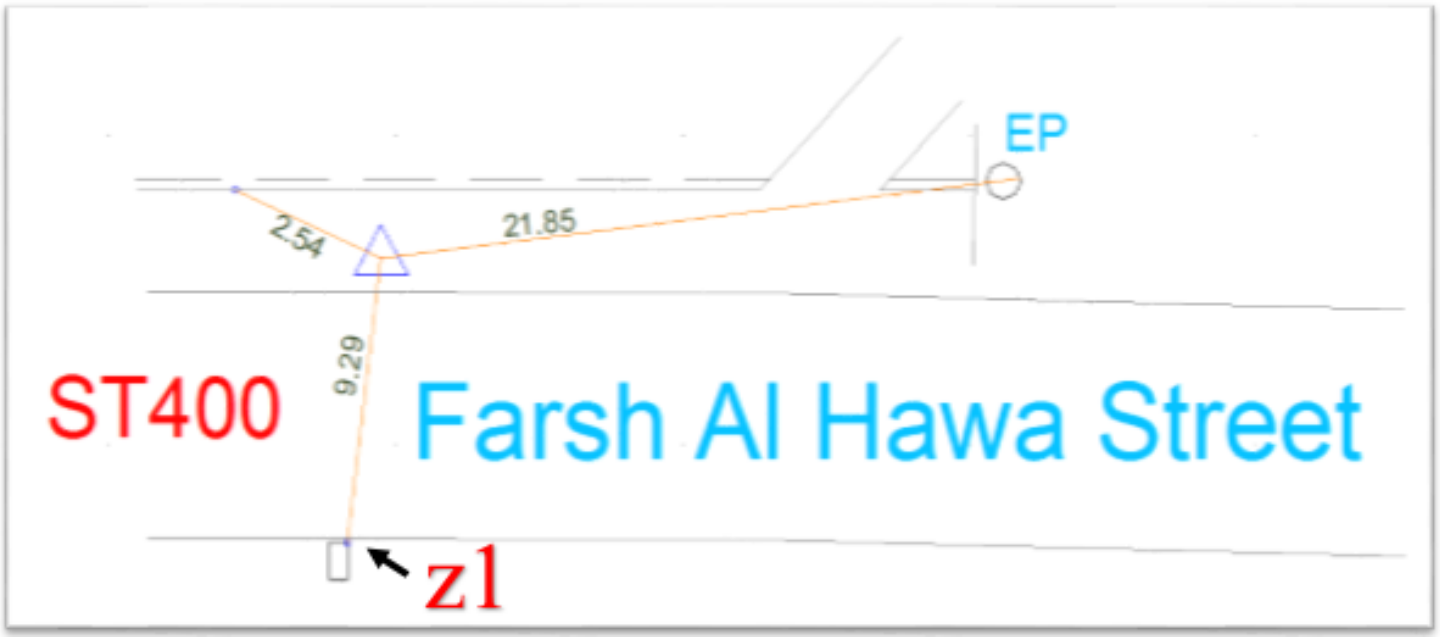


X1

X2


X3

4) تربيط النقطة رقم 400

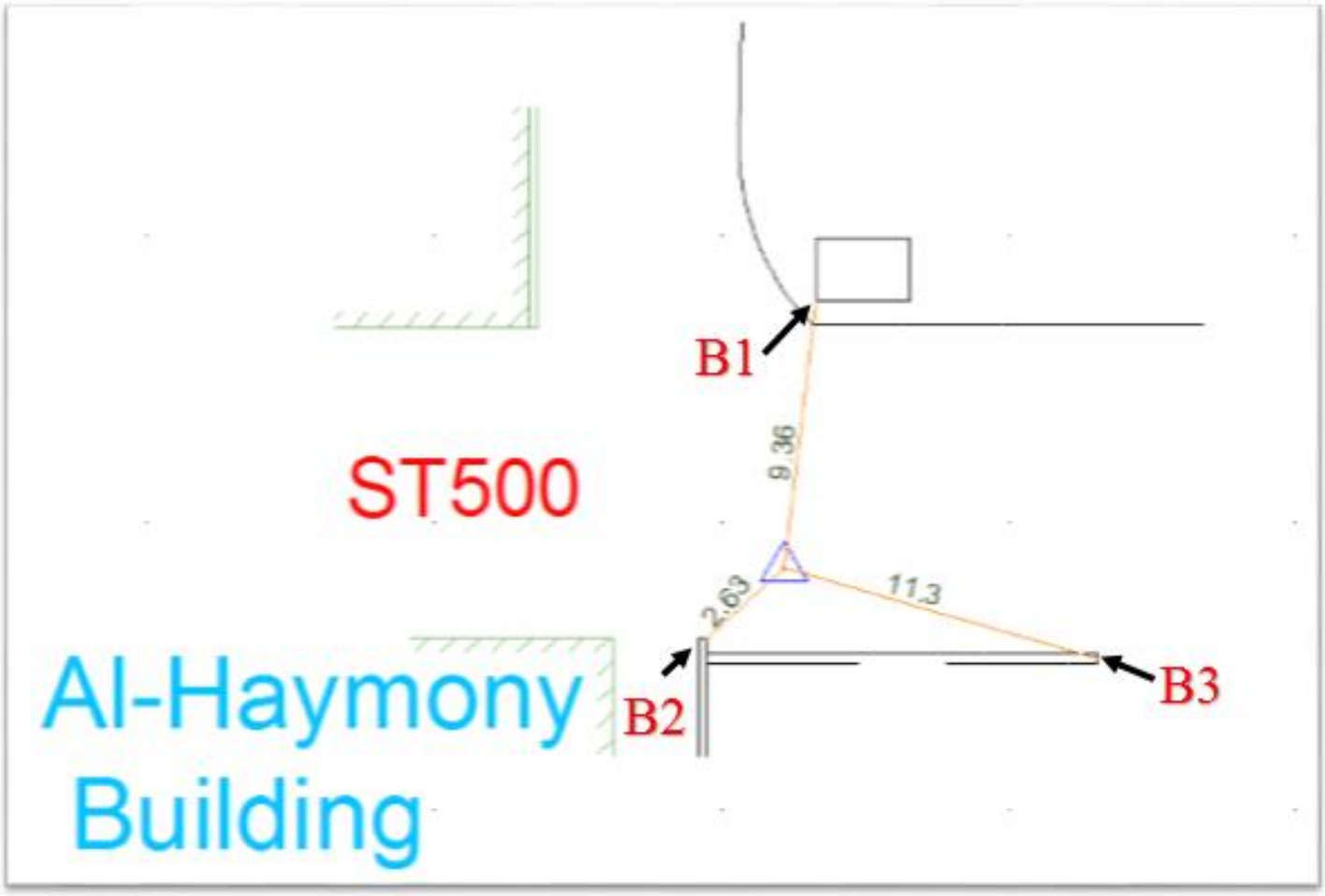


z1

EP

`

5 ) تربيط النقطة رقم 500



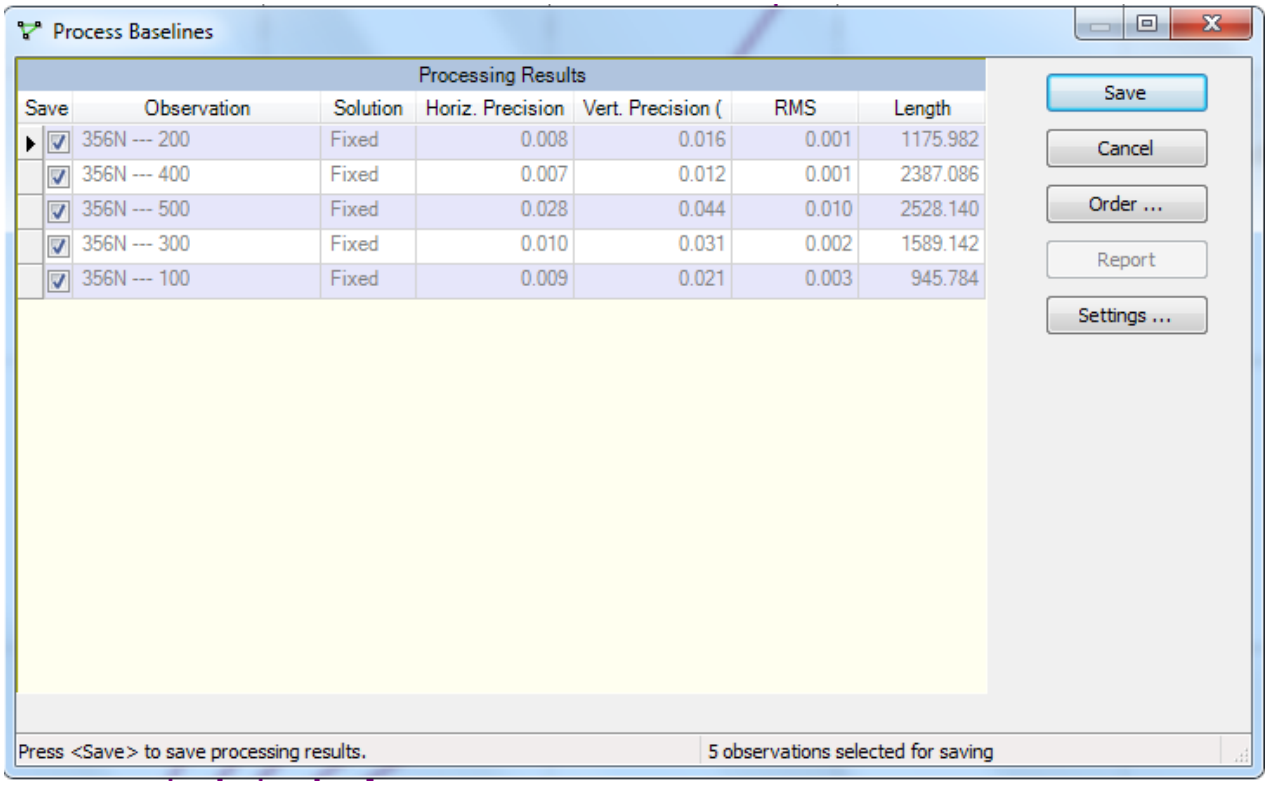
B1

B2

B3

# الملحق جـ : تصحيح الاحداثيات

تم تصحيح احداثيات نقاط الضبط باستخدام برنامج Trimble Tusiness Center (TBC) وكانت النتائج كما يلي :



ملخص تقرير تصحيح النقاط

| Project information | | Coordinate System | |
|---|---|---|---|
| Name: | E:\Project\project.vce | Name: | Israel Map Grid |
| Size: | 237 KB | Datum: | Israel Old Grid (IOG) |
| Modified: | 09/24/2015 11:46:12 AM (UTC:3) | Zone: | Israel Old Grid (IOG) |
| Time zone: | Jerusalem Standard Time | Geoid: | |
| Reference number: | | Vertical datum: | |
| Description: | | | |

## Baseline Processing Report

### Processing Summary

| Observation | From | To | Solution Type | H. Prec. (Meter) | V. Prec. (Meter) | Geodetic Az. | Ellipsoid Dist. (Meter) | Δ Height (Meter) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 356N --- 500 (B7) | 356N | 500 | Fixed | 0.028 | 0.044 | 54°27'25" | 2525.325 | 109.320 |
| 356N --- 400 (B8) | 356N | 400 | Fixed | 0.007 | 0.012 | 35°37'20" | 2384.755 | 95.434 |
| 356N --- 200 (B9) | 356N | 200 | Fixed | 0.008 | 0.016 | 42°00'53" | 1173.973 | 63.835 |
| 356N --- 300 (B10) | 356N | 300 | Fixed | 0.010 | 0.029 | 49°16'37" | 1586.052 | 93.394 |
| 356N --- 100 (B11) | 356N | 100 | Fixed | 0.009 | 0.021 | 26°15'16" | 944.944 | 34.628 |

### Acceptance Summary

| Processed | Passed | Flag | Fail |
|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 0 | 0 |

قائمة النقاط

| Project information | | Coordinate System | |
|---|---|---|---|
| Name: | E:\Project\project.vce | Name: | Israel Map Grid |
| Size: | 215 KB | Datum: | Israel Old Grid (IOG) |
| Modified: | 09/24/2015 11:46:12 AM (UTC:3) | Zone: | Israel Old Grid (IOG) |
| Time zone: | Jerusalem Standard Time | Geoid: | |
| Reference number: | | Vertical datum: | |
| Description: | | | |

## Point List

| ID | Easting (Meter) | Northing (Meter) | Elevation (Meter) | Feature Code |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 156070.425 | 106234.074 | 894.181 | ST |
| 200 | 156438.226 | 106258.350 | 923.375 | st |
| 300 | 156854.704 | 106420.309 | 952.920 | ST |
| 356N | 155651.287 | 105387.160 | 859.583 | |
| 400 | 157042.858 | 107323.837 | 954.929 | ST |
| 500 | 157708.067 | 106852.447 | 968.798 | ST |

# الملحق هـ : التعداد المروري

العد المروري لمدخل طريق ابو دعجان بالاعتماد على مشـــروع تخرج بعنوان "اعادة تصـــميم وتاهيل طريق ابو دعجان" , صفوت مجاهد و احمد عيسى عمرو , 2010 .

حيث يعني المشـــروع باعادة تاهيل مدخل طريق ابو دعجان قبل اقتراح توســـعة الطريق المقررة من بلدية الخليل وبالاعتماد على كود تصميمي AASHTO 2004.

تاريخ بدأ العد 2010-10-16

**جدول 1 :** التعداد المروري اليومي لمدة اسبوع

| اليوم | الفترة الزمنية | | نوع المركبات | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | الزمن | عدد المركبات | سيارات صغيرة | باصات | شاحنات |
| السبت | 7 - 10 | 70 | 68 | 0 | 2 |
| | 10-2 | 50 | 47 | 0 | 3 |
| | 2-5 | 40 | 38 | 0 | 2 |
| | 5-10 | 80 | 75 | 0 | 5 |
| الاحد | 7-10 | 70 | 60 | 2 | 8 |
| | 10-2 | 70 | 65 | 2 | 3 |
| | 2-5 | 60 | 57 | 0 | 3 |
| | 5-10 | 75 | 72 | 0 | 3 |
| الاثنين | 7-10 | 75 | 70 | 2 | 3 |
| | 10-2 | 50 | 46 | 2 | 2 |
| | 2-5 | 35 | 32 | 0 | 3 |
| | 5-10 | 66 | 64 | 0 | 2 |
| الثلاثاء | 7-10 | 68 | 64 | 2 | 2 |
| | 10-2 | 64 | 59 | 2 | 3 |
| | 2-5 | 37 | 35 | 0 | 2 |
| | 5-10 | 54 | 53 | 0 | 1 |
| الاربعاء | 7-10 | 62 | 58 | 2 | 2 |
| | 10-2 | 55 | 50 | 2 | 3 |
| | 2-5 | 43 | 41 | 0 | 2 |
| | 5-10 | 67 | 64 | 0 | 3 |
| الخميس | 7-10 | 62 | 58 | 2 | 2 |
| | 10-2 | 47 | 40 | 2 | 5 |
| | 2-5 | 37 | 35 | 0 | 2 |
| | 5-10 | 45 | 44 | 0 | 1 |
| الجمعة | 7-10 | 9 | 9 | 0 | 0 |
| | 10-2 | 33 | 33 | 0 | 0 |
| | 2-5 | 200 | 195 | 3 | 2 |
| | 5-10 | 159 | 155 | 2 | 2 |

**جدول 2** : مجموع التعداد المروري لكل يوم

| الايام | سيارة | باص | شحن |
|---|---|---|---|
| السبت | 57 | 0 | 3 |
| الاحد | 64 | 1 | 4 |
| الاثنين | 53 | 1 | 5 |
| الثلاثاء | 53 | 1 | 2 |
| الاربعاء | 53 | 1 | 3 |
| الخميس | 44 | 1 | 2 |
| الجمعة | 98 | 2 | 1 |

**جدول 3** : نسبة وانواع المركبات

| الايام | سيارة | باص | شحن |
|---|---|---|---|
| السبت | 95% | 0% | 5% |
| الاحد | 92.3% | 1.50% | 6.20% |
| الاثنين | 93.8% | 1.70% | 4.40% |
| الثلاثاء | 94.6% | 1.80% | 3.60% |
| الاربعاء | 92.8% | 1.80% | 4.40% |
| الخميس | 92.7% | 2.10% | 5.20% |
| الجمعة | 97.7% | 1.20% | 1% |

معدل المرور اليومي سنة (AADT) = 1783 سيارة /يوم

# الملحق و : كميات الحفر والردم

## Cut and Fill Report

| Station | Cut Area (Sq.m.) | Cut Volume (Cu.m.) | Reusable Volume (Cu.m.) | Fill Area (Sq.m.) | Fill Volume (Cu.m.) | Cum. Cut Vol. (Cu.m.) | Cum. Reusable Vol. (Cu.m.) | Cum. Fill Vol. (Cu.m.) | Cum. Net Vol. (Cu.m.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+000.000 | 4.69 | 0 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0+005.000 | 2.71 | 18.51 | 18.51 | 0.94 | 2.46 | 18.51 | 18.51 | 2.46 | 16.05 |
| 0+010.000 | 1.32 | 10.09 | 10.09 | 2.82 | 9.41 | 28.6 | 28.6 | 11.87 | 16.73 |
| 0+015.000 | 0.3 | 4.04 | 4.04 | 5.18 | 19.99 | 32.64 | 32.64 | 31.86 | 0.78 |
| 0+020.000 | 0 | 0.74 | 0.74 | 8.31 | 33.71 | 33.39 | 33.39 | 65.57 | -32.19 |
| 0+025.000 | 0 | 0 | 0 | 11.57 | 49.68 | 33.39 | 33.39 | 115.26 | -81.87 |
| 0+030.000 | 0 | 0 | 0 | 13.52 | 62.71 | 33.39 | 33.39 | 177.97 | -144.58 |
| 0+035.000 | 0 | 0 | 0 | 14.05 | 68.92 | 33.39 | 33.39 | 246.89 | -213.51 |
| 0+040.000 | 0 | 0 | 0 | 13.28 | 68.33 | 33.39 | 33.39 | 315.22 | -281.84 |
| 0+045.000 | 0 | 0 | 0 | 18.77 | 80.12 | 33.39 | 33.39 | 395.34 | -361.95 |
| 0+050.000 | 0 | 0 | 0 | 20.35 | 97.79 | 33.39 | 33.39 | 493.13 | -459.74 |
| 0+055.000 | 0 | 0 | 0 | 20.87 | 103.04 | 33.39 | 33.39 | 596.16 | -562.78 |
| 0+060.000 | 0 | 0 | 0 | 21.55 | 106.06 | 33.39 | 33.39 | 702.22 | -668.83 |
| 0+065.000 | 0 | 0 | 0 | 22.27 | 109.56 | 33.39 | 33.39 | 811.78 | -778.39 |
| 0+070.000 | 0 | 0 | 0 | 22.98 | 113.13 | 33.39 | 33.39 | 924.9 | -891.52 |
| 0+073.076 | 0 | 0 | 0 | 23.42 | 71.35 | 33.39 | 33.39 | 996.25 | -962.87 |
| 0+075.000 | 0 | 0 | 0 | 23.69 | 45.33 | 33.39 | 33.39 | 1041.58 | -1008.19 |
| 0+080.000 | 0 | 0 | 0 | 24.43 | 120.29 | 33.39 | 33.39 | 1161.86 | -1128.48 |
| 0+085.000 | 0 | 0 | 0 | 25.25 | 124.18 | 33.39 | 33.39 | 1286.05 | -1252.66 |
| 0+085.076 | 0 | 0 | 0 | 25.26 | 1.91 | 33.39 | 33.39 | 1287.95 | -1254.57 |
| 0+090.000 | 0 | 0 | 0 | 26.18 | 126.65 | 33.39 | 33.39 | 1414.6 | -1381.22 |
| 0+095.000 | 0 | 0 | 0 | 27.23 | 133.52 | 33.39 | 33.39 | 1548.12 | -1514.73 |
| 0+097.076 | 0 | 0 | 0 | 27.7 | 57 | 33.39 | 33.39 | 1605.12 | -1571.73 |
| 0+100.000 | 0 | 0 | 0 | 28.4 | 82.04 | 33.39 | 33.39 | 1687.16 | -1653.77 |
| 0+101.076 | 0 | 0 | 0 | 28.57 | 30.66 | 33.39 | 33.39 | 1717.82 | -1684.43 |
| 0+105.000 | 0 | 0 | 0 | 29.47 | 113.18 | 33.39 | 33.39 | 1831 | -1797.61 |
| 0+109.076 | 0 | 0 | 0 | 30.52 | 121.68 | 33.39 | 33.39 | 1952.68 | -1919.29 |
| 0+110.000 | 0 | 0 | 0 | 30.66 | 28.28 | 33.39 | 33.39 | 1980.96 | -1947.57 |
| 0+115.000 | 0 | 0 | 0 | 31.34 | 154.59 | 33.39 | 33.39 | 2135.55 | -2102.17 |
| 0+120.000 | 0 | 0 | 0 | 30.64 | 154.8 | 33.39 | 33.39 | 2290.36 | -2256.97 |
| 0+123.175 | 0 | 0 | 0 | 29.36 | 95.21 | 33.39 | 33.39 | 2385.57 | -2352.18 |
| 0+125.000 | 0 | 0 | 0 | 28.41 | 52.72 | 33.39 | 33.39 | 2438.28 | -2404.9 |
| 0+130.000 | 0 | 0 | 0 | 25.29 | 134.13 | 33.39 | 33.39 | 2572.41 | -2539.03 |
| 0+135.000 | 0 | 0 | 0 | 22.04 | 118.07 | 33.39 | 33.39 | 2690.48 | -2657.1 |
| 0+137.274 | 0 | 0 | 0 | 20.59 | 48.47 | 33.39 | 33.39 | 2738.96 | -2705.57 |
| 0+140.000 | 0 | 0 | 0 | 18.85 | 53.53 | 33.39 | 33.39 | 2792.48 | -2759.1 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+145.000 | 0 | 0 | 0 | 15.81 | 86.17 | 33.39 | 33.39 | 2878.66 | -2845.27 |
| 0+145.273 | 0 | 0 | 0 | 15.66 | 4.3 | 33.39 | 33.39 | 2882.96 | -2849.57 |
| 0+150.000 | 0 | 0 | 0 | 12.9 | 67.49 | 33.39 | 33.39 | 2950.44 | -2917.06 |
| 0+155.000 | 0 | 0 | 0 | 9.98 | 57.21 | 33.39 | 33.39 | 3007.65 | -2974.27 |
| 0+160.000 | 0 | 0 | 0 | 7.25 | 43.08 | 33.39 | 33.39 | 3050.74 | -3017.35 |
| 0+165.000 | 0 | 0 | 0 | 7.05 | 35.76 | 33.39 | 33.39 | 3086.49 | -3053.11 |
| 0+170.000 | 0 | 0 | 0 | 9.24 | 40.74 | 33.39 | 33.39 | 3127.23 | -3093.84 |
| 0+175.000 | 0 | 0 | 0 | 11.62 | 52.15 | 33.39 | 33.39 | 3179.38 | -3145.99 |
| 0+180.000 | 0 | 0 | 0 | 14.09 | 64.28 | 33.39 | 33.39 | 3243.66 | -3210.27 |
| 0+185.000 | 0 | 0 | 0 | 16.62 | 76.77 | 33.39 | 33.39 | 3320.42 | -3287.04 |
| 0+190.000 | 0 | 0 | 0 | 19.19 | 89.52 | 33.39 | 33.39 | 3409.94 | -3376.56 |
| 0+195.000 | 0 | 0 | 0 | 21.82 | 102.54 | 33.39 | 33.39 | 3512.48 | -3479.1 |
| 0+200.000 | 0 | 0 | 0 | 24.5 | 115.81 | 33.39 | 33.39 | 3628.29 | -3594.91 |
| 0+200.078 | 0 | 0 | 0 | 24.54 | 1.91 | 33.39 | 33.39 | 3630.2 | -3596.81 |
| 0+205.000 | 0 | 0 | 0 | 27.27 | 127.4 | 33.39 | 33.39 | 3757.6 | -3724.21 |
| 0+208.077 | 0 | 0 | 0 | 29.09 | 86.64 | 33.39 | 33.39 | 3844.23 | -3810.85 |
| 0+210.000 | 0 | 0 | 0 | 30.23 | 57.03 | 33.39 | 33.39 | 3901.27 | -3867.88 |
| 0+215.000 | 0 | 0 | 0 | 33.36 | 158.95 | 33.39 | 33.39 | 4060.21 | -4026.83 |
| 0+220.000 | 0 | 0 | 0 | 36.62 | 174.99 | 33.39 | 33.39 | 4235.21 | -4201.82 |
| 0+225.000 | 0 | 0 | 0 | 39.7 | 190.9 | 33.39 | 33.39 | 4426.11 | -4392.72 |
| 0+230.000 | 0 | 0 | 0 | 43.03 | 207.02 | 33.39 | 33.39 | 4633.13 | -4599.74 |
| 0+235.000 | 0 | 0 | 0 | 46.29 | 223.62 | 33.39 | 33.39 | 4856.75 | -4823.36 |
| 0+240.000 | 0 | 0 | 0 | 49.38 | 239.61 | 33.39 | 33.39 | 5096.36 | -5062.97 |
| 0+242.914 | 0 | 0 | 0 | 50.97 | 146.54 | 33.39 | 33.39 | 5242.9 | -5209.51 |
| 0+245.000 | 0 | 0 | 0 | 51.99 | 107.36 | 33.39 | 33.39 | 5350.26 | -5316.87 |
| 0+250.000 | 0 | 0 | 0 | 53.87 | 265.28 | 33.39 | 33.39 | 5615.54 | -5582.15 |
| 0+255.000 | 0 | 0 | 0 | 55.47 | 274 | 33.39 | 33.39 | 5889.53 | -5856.15 |
| 0+260.000 | 0 | 0 | 0 | 57.09 | 282.09 | 33.39 | 33.39 | 6171.62 | -6138.24 |
| 0+270.000 | 0 | 0 | 0 | 59.09 | 582.53 | 33.39 | 33.39 | 6754.15 | -6720.77 |
| 0+275.000 | 0 | 0 | 0 | 59.81 | 298.18 | 33.39 | 33.39 | 7052.34 | -7018.95 |
| 0+277.752 | 0 | 0 | 0 | 60.12 | 165.54 | 33.39 | 33.39 | 7217.87 | -7184.49 |
| 0+280.000 | 0 | 0 | 0 | 60.31 | 135.37 | 33.39 | 33.39 | 7353.24 | -7319.86 |
| 0+285.000 | 0 | 0 | 0 | 60.53 | 303.04 | 33.39 | 33.39 | 7656.28 | -7622.9 |
| 0+285.751 | 0 | 0 | 0 | 60.49 | 45.45 | 33.39 | 33.39 | 7701.73 | -7668.35 |
| 0+289.752 | 0 | 0 | 0 | 60.33 | 241.69 | 33.39 | 33.39 | 7943.43 | -7910.04 |
| 0+290.000 | 0 | 0 | 0 | 60.32 | 14.96 | 33.39 | 33.39 | 7958.39 | -7925.01 |
| 0+295.000 | 0 | 0 | 0 | 60.02 | 300.84 | 33.39 | 33.39 | 8259.23 | -8225.85 |
| 0+300.000 | 0 | 0 | 0 | 59.63 | 299.12 | 33.39 | 33.39 | 8558.35 | -8524.96 |
| 0+301.752 | 0 | 0 | 0 | 59.43 | 104.29 | 33.39 | 33.39 | 8662.64 | -8629.25 |
| 0+305.000 | 0 | 0 | 0 | 58.99 | 192.31 | 33.39 | 33.39 | 8854.95 | -8821.56 |
| 0+310.000 | 0 | 0 | 0 | 58.11 | 292.75 | 33.39 | 33.39 | 9147.7 | -9114.31 |
| 0+313.752 | 0 | 0 | 0 | 57.3 | 216.5 | 33.39 | 33.39 | 9364.2 | -9330.82 |
| 0+315.000 | 0 | 0 | 0 | 57 | 71.32 | 33.39 | 33.39 | 9435.53 | -9402.14 |
| 0+325.000 | 0 | 0 | 0 | 51.74 | 543.69 | 33.39 | 33.39 | 9979.21 | -9945.83 |
| 0+330.000 | 0 | 0 | 0 | 46.97 | 246.78 | 33.39 | 33.39 | 10225.99 | -10192.61 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+335.000 | 0 | 0 | 0 | 42.25 | 223.06 | 33.39 | 33.39 | 10449.05 | -10415.67 |
| 0+340.000 | 0 | 0 | 0 | 36.78 | 197.58 | 33.39 | 33.39 | 10646.63 | -10613.24 |
| 0+345.000 | 0 | 0 | 0 | 30.79 | 168.93 | 33.39 | 33.39 | 10815.56 | -10782.17 |
| 0+350.000 | 0 | 0 | 0 | 24.46 | 138.12 | 33.39 | 33.39 | 10953.68 | -10920.3 |
| 0+355.000 | 0 | 0 | 0 | 18 | 106.14 | 33.39 | 33.39 | 11059.83 | -11026.44 |
| 0+360.000 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 11.64 | 74.1 | 33.42 | 33.42 | 11133.93 | -11100.51 |
| 0+363.834 | 1.22 | 2.38 | 2.38 | 8.02 | 37.69 | 35.8 | 35.8 | 11171.62 | -11135.82 |
| 0+365.000 | 1.86 | 1.79 | 1.79 | 7.19 | 8.86 | 37.59 | 37.59 | 11180.49 | -11142.89 |
| 0+370.000 | 5.06 | 17.29 | 17.29 | 4.19 | 28.46 | 54.89 | 54.89 | 11208.94 | -11154.06 |
| 0+375.000 | 9.12 | 35.44 | 35.44 | 2.12 | 15.78 | 90.33 | 90.33 | 11224.72 | -11134.39 |
| 0+376.057 | 10.11 | 10.16 | 10.16 | 1.79 | 2.07 | 100.49 | 100.49 | 11226.79 | -11126.3 |
| 0+380.000 | 14.16 | 47.85 | 47.85 | 0.95 | 5.4 | 148.34 | 148.34 | 11232.19 | -11083.85 |
| 0+385.000 | 19.64 | 84.5 | 84.5 | 0.36 | 3.27 | 232.84 | 232.84 | 11235.47 | -11002.63 |
| 0+388.279 | 23.24 | 70.31 | 70.31 | 0.06 | 0.69 | 303.14 | 303.14 | 11236.16 | -10933.01 |
| 0+390.000 | 25.21 | 41.7 | 41.7 | 0 | 0.05 | 344.84 | 344.84 | 11236.21 | -10891.37 |
| 0+390.724 | 26.05 | 18.56 | 18.56 | 0 | 0 | 363.4 | 363.4 | 11236.21 | -10872.82 |
| 0+395.000 | 30.99 | 121.95 | 121.95 | 0 | 0 | 485.35 | 485.35 | 11236.21 | -10750.87 |
| 0+400.000 | 37.34 | 169.78 | 169.78 | 0 | 0 | 655.12 | 655.12 | 11236.21 | -10581.09 |
| 0+405.000 | 43.97 | 202.24 | 202.24 | 0 | 0 | 857.36 | 857.36 | 11236.21 | -10378.85 |
| 0+410.000 | 50.87 | 236.07 | 236.07 | 0 | 0 | 1093.44 | 1093.44 | 11236.21 | -10142.77 |
| 0+415.000 | 58.04 | 271.26 | 271.26 | 0 | 0 | 1364.7 | 1364.7 | 11236.21 | -9871.51 |
| 0+416.713 | 60.59 | 101.59 | 101.59 | 0 | 0 | 1466.29 | 1466.29 | 11236.21 | -9769.92 |
| 0+420.000 | 65.3 | 206.92 | 206.92 | 0 | 0 | 1673.2 | 1673.2 | 11236.21 | -9563.01 |
| 0+425.000 | 65.43 | 325.7 | 325.7 | 0 | 0 | 1998.9 | 1998.9 | 11236.21 | -9237.31 |
| 0+430.000 | 63.44 | 320.95 | 320.95 | 0 | 0 | 2319.85 | 2319.85 | 11236.21 | -8916.37 |
| 0+435.000 | 61.79 | 311.85 | 311.85 | 0 | 0 | 2631.7 | 2631.7 | 11236.21 | -8604.52 |
| 0+435.369 | 61.69 | 22.77 | 22.77 | 0 | 0 | 2654.46 | 2654.46 | 11236.21 | -8581.75 |
| 0+440.000 | 60.58 | 282.04 | 282.04 | 0 | 0 | 2936.51 | 2936.51 | 11236.21 | -8299.7 |
| 0+442.701 | 60.26 | 163.21 | 163.21 | 0 | 0 | 3099.72 | 3099.72 | 11236.21 | -8136.49 |
| 0+445.000 | 59.91 | 138.11 | 138.11 | 0 | 0 | 3237.83 | 3237.83 | 11236.21 | -7998.38 |
| 0+445.147 | 59.9 | 8.78 | 8.78 | 0 | 0 | 3246.6 | 3246.6 | 11236.21 | -7989.61 |
| 0+450.000 | 59.69 | 290.22 | 290.22 | 0 | 0 | 3536.82 | 3536.82 | 11236.21 | -7699.39 |
| 0+455.000 | 59.71 | 298.5 | 298.5 | 0 | 0 | 3835.32 | 3835.32 | 11236.21 | -7400.89 |
| 0+457.369 | 59.83 | 141.59 | 141.59 | 0 | 0 | 3976.91 | 3976.91 | 11236.21 | -7259.31 |
| 0+460.000 | 59.96 | 157.61 | 157.61 | 0 | 0 | 4134.52 | 4134.52 | 11236.21 | -7101.7 |
| 0+465.000 | 60.39 | 300.89 | 300.89 | 0 | 0 | 4435.4 | 4435.4 | 11236.21 | -6800.81 |
| 0+469.591 | 60.85 | 278.3 | 278.3 | 0 | 0 | 4713.7 | 4713.7 | 11236.21 | -6522.51 |
| 0+470.000 | 60.85 | 24.89 | 24.89 | 0 | 0 | 4738.59 | 4738.59 | 11236.21 | -6497.62 |
| 0+475.000 | 60.42 | 303.19 | 303.19 | 0 | 0 | 5041.78 | 5041.78 | 11236.21 | -6194.43 |
| 0+480.000 | 59.13 | 298.89 | 298.89 | 0 | 0 | 5340.67 | 5340.67 | 11236.21 | -5895.54 |
| 0+485.000 | 56.99 | 290.31 | 290.31 | 0 | 0 | 5630.99 | 5630.99 | 11236.21 | -5605.23 |
| 0+490.000 | 54.26 | 278.13 | 278.13 | 0 | 0 | 5909.11 | 5909.11 | 11236.21 | -5327.1 |
| 0+495.000 | 51.54 | 264.49 | 264.49 | 0 | 0 | 6173.6 | 6173.6 | 11236.21 | -5062.61 |
| 0+496.065 | 50.91 | 54.57 | 54.57 | 0 | 0 | 6228.17 | 6228.17 | 11236.21 | -5008.04 |
| 0+500.000 | 48.69 | 195.95 | 195.95 | 0 | 0 | 6424.12 | 6424.12 | 11236.21 | -4812.09 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+505.000 | 45.83 | 236.3 | 236.3 | 0 | 0 | 6660.42 | 6660.42 | 11236.21 | -4575.79 |
| 0+508.065 | 44.07 | 137.79 | 137.79 | 0 | 0 | 6798.21 | 6798.21 | 11236.21 | -4438 |
| 0+510.000 | 43 | 84.23 | 84.23 | 0 | 0 | 6882.44 | 6882.44 | 11236.21 | -4353.77 |
| 0+515.000 | 40.21 | 208.03 | 208.03 | 0 | 0 | 7090.47 | 7090.47 | 11236.21 | -4145.74 |
| 0+520.000 | 37.44 | 194.12 | 194.12 | 0 | 0 | 7284.59 | 7284.59 | 11236.21 | -3951.62 |
| 0+520.065 | 37.41 | 2.44 | 2.44 | 0 | 0 | 7287.03 | 7287.03 | 11236.21 | -3949.18 |
| 0+524.066 | 35.41 | 145.68 | 145.68 | 0 | 0 | 7432.71 | 7432.71 | 11236.21 | -3803.5 |
| 0+525.000 | 34.88 | 32.83 | 32.83 | 0 | 0 | 7465.54 | 7465.54 | 11236.21 | -3770.67 |
| 0+530.000 | 32.37 | 166.69 | 166.69 | 0 | 0 | 7632.23 | 7632.23 | 11236.21 | -3603.99 |
| 0+532.065 | 31.52 | 65.98 | 65.98 | 0.03 | 0.03 | 7698.2 | 7698.2 | 11236.24 | -3538.04 |
| 0+535.000 | 30.34 | 89.83 | 89.83 | 0.12 | 0.22 | 7788.04 | 7788.04 | 11236.47 | -3448.43 |
| 0+540.000 | 28.89 | 146.45 | 146.45 | 0.24 | 0.94 | 7934.48 | 7934.48 | 11237.4 | -3302.92 |
| 0+545.000 | 27.95 | 140.46 | 140.46 | 0.22 | 1.21 | 8074.94 | 8074.94 | 11238.61 | -3163.67 |
| 0+550.000 | 27.51 | 137.02 | 137.02 | 0.09 | 0.81 | 8211.96 | 8211.96 | 11239.42 | -3027.46 |
| 0+560.000 | 27.86 | 273.57 | 273.57 | 0 | 0.46 | 8485.54 | 8485.54 | 11239.88 | -2754.35 |
| 0+565.000 | 28.64 | 139.63 | 139.63 | 0 | 0 | 8625.17 | 8625.17 | 11239.88 | -2614.71 |
| 0+570.000 | 26.21 | 135.47 | 135.47 | 0 | 0 | 8760.64 | 8760.64 | 11239.88 | -2479.24 |
| 0+575.000 | 18.12 | 109.17 | 109.17 | 0.56 | 1.46 | 8869.81 | 8869.81 | 11241.34 | -2371.53 |
| 0+580.000 | 11.38 | 72.27 | 72.27 | 2.29 | 7.41 | 8942.08 | 8942.08 | 11248.76 | -2306.68 |
| 0+580.259 | 11.09 | 2.91 | 2.91 | 2.42 | 0.61 | 8944.99 | 8944.99 | 11249.36 | -2304.38 |
| 0+585.000 | 6.48 | 40.57 | 40.57 | 5.64 | 19.82 | 8985.56 | 8985.56 | 11269.19 | -2283.63 |
| 0+590.000 | 3.11 | 23.22 | 23.22 | 10.15 | 40.79 | 9008.78 | 9008.78 | 11309.98 | -2301.2 |
| 0+595.000 | 0.98 | 9.85 | 9.85 | 15.39 | 65.73 | 9018.63 | 9018.63 | 11375.7 | -2357.07 |
| 0+600.000 | 0.01 | 2.38 | 2.38 | 21.2 | 93.77 | 9021.01 | 9021.01 | 11469.48 | -2448.46 |
| 0+605.000 | 0 | 0.04 | 0.04 | 27.27 | 123.67 | 9021.05 | 9021.05 | 11593.15 | -2572.1 |
| 0+610.000 | 0 | 0 | 0 | 32.62 | 152.29 | 9021.05 | 9021.05 | 11745.43 | -2724.38 |
| 0+615.000 | 0 | 0 | 0 | 37.2 | 177.13 | 9021.05 | 9021.05 | 11922.56 | -2901.51 |
| 0+620.000 | 0 | 0 | 0 | 41 | 198.08 | 9021.05 | 9021.05 | 12120.64 | -3099.59 |
| 0+625.000 | 0 | 0 | 0 | 44.08 | 215.22 | 9021.05 | 9021.05 | 12335.86 | -3314.81 |
| 0+628.452 | 0 | 0 | 0 | 45.81 | 156.85 | 9021.05 | 9021.05 | 12492.7 | -3471.65 |
| 0+630.000 | 0 | 0 | 0 | 46.63 | 71.53 | 9021.05 | 9021.05 | 12564.23 | -3543.18 |
| 0+635.000 | 0 | 0 | 0 | 48.82 | 240.88 | 9021.05 | 9021.05 | 12805.11 | -3784.06 |
| 0+636.452 | 0 | 0 | 0 | 49.36 | 71.26 | 9021.05 | 9021.05 | 12876.37 | -3855.32 |
| 0+640.000 | 0 | 0 | 0 | 50.33 | 176.88 | 9021.05 | 9021.05 | 13053.25 | -4032.2 |
| 0+645.000 | 0 | 0 | 0 | 50.83 | 252.91 | 9021.05 | 9021.05 | 13306.16 | -4285.11 |
| 0+650.000 | 0 | 0 | 0 | 51.03 | 254.66 | 9021.05 | 9021.05 | 13560.82 | -4539.77 |
| 0+655.000 | 0 | 0 | 0 | 50.81 | 254.59 | 9021.05 | 9021.05 | 13815.41 | -4794.36 |
| 0+660.000 | 0 | 0 | 0 | 50.15 | 252.39 | 9021.05 | 9021.05 | 14067.8 | -5046.75 |
| 0+665.000 | 0 | 0 | 0 | 49.17 | 248.31 | 9021.05 | 9021.05 | 14316.11 | -5295.06 |
| 0+670.000 | 0 | 0 | 0 | 48.24 | 243.54 | 9021.05 | 9021.05 | 14559.65 | -5538.6 |
| 0+675.000 | 0 | 0 | 0 | 47.38 | 239.05 | 9021.05 | 9021.05 | 14798.7 | -5777.65 |
| 0+680.000 | 0 | 0 | 0 | 46.47 | 234.63 | 9021.05 | 9021.05 | 15033.33 | -6012.28 |
| 0+680.733 | 0 | 0 | 0 | 46.35 | 34.01 | 9021.05 | 9021.05 | 15067.34 | -6046.29 |
| 0+685.000 | 0 | 0 | 0 | 45.67 | 198.13 | 9021.05 | 9021.05 | 15265.48 | -6244.43 |
| 0+688.732 | 0 | 0 | 0 | 44.6 | 170.07 | 9021.05 | 9021.05 | 15435.55 | -6414.5 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+690.000 | 0 | 0 | 0 | 44.25 | 56.33 | 9021.05 | 9021.05 | 15491.87 | -6470.82 |
| 0+695.000 | 0 | 0 | 0 | 42.29 | 218.59 | 9021.05 | 9021.05 | 15710.47 | -6689.42 |
| 0+700.000 | 0 | 0 | 0 | 39.77 | 207.41 | 9021.05 | 9021.05 | 15917.88 | -6896.83 |
| 0+705.000 | 0 | 0 | 0 | 36.68 | 193.38 | 9021.05 | 9021.05 | 16111.26 | -7090.21 |
| 0+710.000 | 0 | 0 | 0 | 33.01 | 176.47 | 9021.05 | 9021.05 | 16287.73 | -7266.68 |
| 0+714.940 | 0 | 0 | 0 | 28.83 | 154.95 | 9021.05 | 9021.05 | 16442.68 | -7421.63 |
| 0+715.000 | 0 | 0 | 0 | 28.78 | 1.73 | 9021.05 | 9021.05 | 16444.42 | -7423.37 |
| 0+720.000 | 0 | 0 | 0 | 24.53 | 135.52 | 9021.05 | 9021.05 | 16579.93 | -7558.89 |
| 0+725.000 | 0 | 0 | 0 | 20.57 | 115 | 9021.05 | 9021.05 | 16694.94 | -7673.89 |
| 0+725.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9021.05 | 9021.05 | 16694.94 | -7673.89 |
| 0+725.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9021.05 | 9021.05 | 16694.94 | -7673.89 |
| 0+730.000 | 0.02 | 0.06 | 0.06 | 16.92 | 43.39 | 9021.11 | 9021.11 | 16738.33 | -7717.22 |
| 0+735.000 | 0.13 | 0.38 | 0.38 | 17.67 | 88.68 | 9021.49 | 9021.49 | 16827.02 | -7805.53 |
| 0+735.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9021.49 | 9021.49 | 16827.02 | -7805.53 |
| 0+740.000 | 0 | 0 | 0 | 20.09 | 51.3 | 9021.49 | 9021.49 | 16878.31 | -7856.82 |
| 0+741.148 | 0 | 0 | 0 | 20.63 | 23.37 | 9021.49 | 9021.49 | 16901.68 | -7880.19 |
| 0+745.000 | 0 | 0 | 0 | 22.6 | 84.8 | 9021.49 | 9021.49 | 16986.47 | -7964.99 |
| 0+749.147 | 0 | 0 | 0 | 24.41 | 98.92 | 9021.49 | 9021.49 | 17085.4 | -8063.91 |
| 0+750.000 | 0 | 0 | 0 | 24.93 | 21.05 | 9021.49 | 9021.49 | 17106.44 | -8084.96 |
| 0+752.793 | 0 | 0 | 0 | 26.18 | 71.39 | 9021.49 | 9021.49 | 17177.83 | -8156.34 |
| 0+755.000 | 0 | 0 | 0 | 27.55 | 59.28 | 9021.49 | 9021.49 | 17237.11 | -8215.62 |
| 0+760.000 | 0 | 0 | 0 | 30.9 | 144.9 | 9021.49 | 9021.49 | 17382.01 | -8360.53 |
| 0+760.793 | 0 | 0 | 0 | 31.49 | 24.73 | 9021.49 | 9021.49 | 17406.74 | -8385.25 |
| 0+765.000 | 0 | 0 | 0 | 34.63 | 138.14 | 9021.49 | 9021.49 | 17544.88 | -8523.39 |
| 0+770.000 | 0 | 0 | 0 | 38.6 | 181.96 | 9021.49 | 9021.49 | 17726.84 | -8705.35 |
| 0+775.000 | 0 | 0 | 0 | 42.86 | 202.54 | 9021.49 | 9021.49 | 17929.37 | -8907.88 |
| 0+780.000 | 0 | 0 | 0 | 47.43 | 224.62 | 9021.49 | 9021.49 | 18153.99 | -9132.5 |
| 0+785.000 | 0 | 0 | 0 | 52.41 | 248.51 | 9021.49 | 9021.49 | 18402.5 | -9381.01 |
| 0+787.873 | 0 | 0 | 0 | 55.5 | 154.4 | 9021.49 | 9021.49 | 18556.9 | -9535.41 |
| 0+790.000 | 0 | 0 | 0 | 57.11 | 119.74 | 9021.49 | 9021.49 | 18676.64 | -9655.15 |
| 0+795.000 | 0 | 0 | 0 | 53.93 | 276.52 | 9021.49 | 9021.49 | 18953.16 | -9931.67 |
| 0+800.000 | 0 | 0 | 0 | 51.25 | 261.87 | 9021.49 | 9021.49 | 19215.02 | -10193.54 |
| 0+805.000 | 0 | 0 | 0 | 48.87 | 249.23 | 9021.49 | 9021.49 | 19464.26 | -10442.77 |
| 0+810.000 | 0 | 0 | 0 | 46.46 | 237.32 | 9021.49 | 9021.49 | 19701.58 | -10680.09 |
| 0+814.954 | 0 | 0 | 0 | 43.94 | 223.05 | 9021.49 | 9021.49 | 19924.64 | -10903.15 |
| 0+815.000 | 0 | 0 | 0 | 43.92 | 2.02 | 9021.49 | 9021.49 | 19926.66 | -10905.17 |
| 0+820.000 | 0 | 0 | 0 | 41.12 | 211.8 | 9021.49 | 9021.49 | 20138.46 | -11116.97 |
| 0+822.953 | 0 | 0 | 0 | 39.25 | 118.19 | 9021.49 | 9021.49 | 20256.65 | -11235.16 |
| 0+825.000 | 0 | 0 | 0 | 38.06 | 79.12 | 9021.49 | 9021.49 | 20335.77 | -11314.28 |
| 0+826.954 | 0 | 0 | 0 | 36.85 | 73.18 | 9021.49 | 9021.49 | 20408.95 | -11387.46 |
| 0+830.000 | 0 | 0 | 0 | 34.98 | 109.41 | 9021.49 | 9021.49 | 20518.36 | -11496.87 |
| 0+835.000 | 0 | 0 | 0 | 31.97 | 167.38 | 9021.49 | 9021.49 | 20685.73 | -11664.24 |
| 0+838.954 | 0 | 0 | 0 | 29.62 | 121.75 | 9021.49 | 9021.49 | 20807.48 | -11785.99 |
| 0+840.000 | 0 | 0 | 0 | 29 | 30.66 | 9021.49 | 9021.49 | 20838.14 | -11816.65 |
| 0+845.000 | 0 | 0 | 0 | 26.09 | 137.73 | 9021.49 | 9021.49 | 20975.86 | -11954.38 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+850.000 | 0 | 0 | 0 | 23.23 | 123.31 | 9021.49 | 9021.49 | 21099.18 | -12077.69 |
| 0+850.954 | 0 | 0 | 0 | 22.7 | 21.91 | 9021.49 | 9021.49 | 21121.09 | -12099.6 |
| 0+855.000 | 0 | 0 | 0 | 20.44 | 87.27 | 9021.49 | 9021.49 | 21208.36 | -12186.87 |
| 0+860.000 | 0 | 0 | 0 | 17.64 | 95.21 | 9021.49 | 9021.49 | 21303.57 | -12282.08 |
| 0+865.000 | 0 | 0 | 0 | 14.85 | 81.24 | 9021.49 | 9021.49 | 21384.81 | -12363.32 |
| 0+870.000 | 0 | 0 | 0 | 12.06 | 67.28 | 9021.49 | 9021.49 | 21452.09 | -12430.6 |
| 0+875.000 | 0.09 | 0.22 | 0.22 | 9.37 | 53.57 | 9021.71 | 9021.71 | 21505.66 | -12483.95 |
| 0+880.000 | 0.41 | 1.24 | 1.24 | 7.09 | 41.15 | 9022.96 | 9022.96 | 21546.8 | -12523.85 |
| 0+885.000 | 0.87 | 3.2 | 3.2 | 5.25 | 30.86 | 9026.16 | 9026.16 | 21577.66 | -12551.5 |
| 0+890.000 | 1.45 | 5.8 | 5.8 | 3.81 | 22.65 | 9031.96 | 9031.96 | 21600.31 | -12568.35 |
| 0+895.000 | 2.13 | 8.94 | 8.94 | 2.76 | 16.42 | 9040.9 | 9040.9 | 21616.74 | -12575.84 |
| 0+900.000 | 2.91 | 12.59 | 12.59 | 2.02 | 11.95 | 9053.48 | 9053.48 | 21628.69 | -12575.2 |
| 0+905.000 | 3.8 | 16.78 | 16.78 | 1.46 | 8.71 | 9070.27 | 9070.27 | 21637.4 | -12567.13 |
| 0+910.000 | 4.76 | 21.4 | 21.4 | 1.06 | 6.3 | 9091.67 | 9091.67 | 21643.7 | -12552.03 |
| 0+915.000 | 5.74 | 26.23 | 26.23 | 0.8 | 4.64 | 9117.9 | 9117.9 | 21648.34 | -12530.44 |
| 0+920.000 | 6.38 | 30.3 | 30.3 | 0.88 | 4.19 | 9148.2 | 9148.2 | 21652.53 | -12504.33 |
| 0+925.000 | 5.86 | 30.61 | 30.61 | 1.08 | 4.89 | 9178.81 | 9178.81 | 21657.42 | -12478.61 |
| 0+930.000 | 3.47 | 23.34 | 23.34 | 2.19 | 8.16 | 9202.15 | 9202.15 | 21665.58 | -12463.43 |
| 0+935.000 | 1.63 | 12.75 | 12.75 | 4.1 | 15.72 | 9214.9 | 9214.9 | 21681.3 | -12466.4 |
| 0+940.000 | 0.34 | 4.93 | 4.93 | 6.36 | 26.16 | 9219.83 | 9219.83 | 21707.46 | -12487.63 |
| 0+945.000 | 0 | 0.86 | 0.86 | 9.3 | 39.17 | 9220.69 | 9220.69 | 21746.63 | -12525.94 |
| 0+950.000 | 0 | 0 | 0 | 12.42 | 54.31 | 9220.69 | 9220.69 | 21800.94 | -12580.25 |
| 0+955.000 | 0 | 0 | 0 | 15.57 | 69.98 | 9220.69 | 9220.69 | 21870.92 | -12650.23 |
| 0+960.000 | 0 | 0 | 0 | 18.72 | 85.74 | 9220.69 | 9220.69 | 21956.66 | -12735.97 |
| 0+965.000 | 0 | 0 | 0 | 21.88 | 101.5 | 9220.69 | 9220.69 | 22058.16 | -12837.48 |
| 0+970.000 | 0 | 0 | 0 | 24.87 | 116.87 | 9220.69 | 9220.69 | 22175.03 | -12954.34 |
| 0+975.000 | 0 | 0 | 0 | 27.64 | 131.28 | 9220.69 | 9220.69 | 22306.32 | -13085.63 |
| 0+980.000 | 0 | 0 | 0 | 30.59 | 145.58 | 9220.69 | 9220.69 | 22451.9 | -13231.21 |
| 0+985.000 | 0 | 0 | 0 | 33.69 | 160.68 | 9220.69 | 9220.69 | 22612.58 | -13391.89 |
| 0+990.000 | 0 | 0 | 0 | 36.93 | 176.55 | 9220.69 | 9220.69 | 22789.12 | -13568.44 |
| 0+995.000 | 0 | 0 | 0 | 40.33 | 193.16 | 9220.69 | 9220.69 | 22982.28 | -13761.59 |
| 1+000.000 | 0 | 0 | 0 | 43.88 | 210.52 | 9220.69 | 9220.69 | 23192.8 | -13972.11 |
| 1+001.696 | 0 | 0 | 0 | 45.21 | 75.57 | 9220.69 | 9220.69 | 23268.37 | -14047.68 |
| 1+005.000 | 0 | 0 | 0 | 47.34 | 152.87 | 9220.69 | 9220.69 | 23421.24 | -14200.55 |
| 1+010.000 | 0 | 0 | 0 | 48.06 | 238.5 | 9220.69 | 9220.69 | 23659.75 | -14439.06 |
| 1+013.696 | 0 | 0 | 0 | 48.1 | 177.73 | 9220.69 | 9220.69 | 23837.47 | -14616.78 |
| 1+015.000 | 0 | 0 | 0 | 48.12 | 62.72 | 9220.69 | 9220.69 | 23900.19 | -14679.5 |
| 1+020.000 | 0 | 0 | 0 | 48.41 | 241.34 | 9220.69 | 9220.69 | 24141.53 | -14920.84 |
| 1+025.000 | 0 | 0 | 0 | 48.97 | 243.45 | 9220.69 | 9220.69 | 24384.98 | -15164.29 |
| 1+025.696 | 0 | 0 | 0 | 49.02 | 34.12 | 9220.69 | 9220.69 | 24419.1 | -15198.41 |
| 1+029.697 | 0 | 0 | 0 | 49.47 | 197.02 | 9220.69 | 9220.69 | 24616.12 | -15395.43 |
| 1+030.000 | 0 | 0 | 0 | 49.52 | 14.99 | 9220.69 | 9220.69 | 24631.11 | -15410.42 |
| 1+035.000 | 0 | 0 | 0 | 50.13 | 248.86 | 9220.69 | 9220.69 | 24879.97 | -15659.28 |
| 1+037.696 | 0 | 0 | 0 | 50.53 | 135.58 | 9220.69 | 9220.69 | 25015.55 | -15794.86 |
| 1+040.000 | 0 | 0 | 0 | 50.88 | 116.81 | 9220.69 | 9220.69 | 25132.36 | -15911.67 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1+045.000 | 0 | 0 | 0 | 51.79 | 256.48 | 9220.69 | 9220.69 | 25388.84 | -16168.15 |
| 1+050.000 | 0 | 0 | 0 | 52.83 | 261.36 | 9220.69 | 9220.69 | 25650.21 | -16429.52 |
| 1+055.000 | 0 | 0 | 0 | 54.02 | 266.96 | 9220.69 | 9220.69 | 25917.17 | -16696.48 |
| 1+060.000 | 0 | 0 | 0 | 55.35 | 273.25 | 9220.69 | 9220.69 | 26190.41 | -16969.72 |
| 1+065.000 | 0 | 0 | 0 | 56.53 | 279.5 | 9220.69 | 9220.69 | 26469.91 | -17249.22 |
| 1+070.000 | 0 | 0 | 0 | 57.49 | 284.84 | 9220.69 | 9220.69 | 26754.75 | -17534.06 |
| 1+075.000 | 0 | 0 | 0 | 58.4 | 289.5 | 9220.69 | 9220.69 | 27044.24 | -17823.55 |
| 1+080.000 | 0 | 0 | 0 | 59.46 | 294.41 | 9220.69 | 9220.69 | 27338.65 | -18117.96 |
| 1+085.000 | 0 | 0 | 0 | 60.67 | 300.08 | 9220.69 | 9220.69 | 27638.73 | -18418.04 |
| 1+090.000 | 0 | 0 | 0 | 61.87 | 306.14 | 9220.69 | 9220.69 | 27944.88 | -18724.19 |
| 1+095.000 | 0 | 0 | 0 | 60.81 | 306.68 | 9220.69 | 9220.69 | 28251.56 | -19030.87 |
| 1+095.911 | 0 | 0 | 0 | 60.25 | 55.17 | 9220.69 | 9220.69 | 28306.73 | -19086.04 |
| 1+100.000 | 0 | 0 | 0 | 56.36 | 238.61 | 9220.69 | 9220.69 | 28545.34 | -19324.65 |
| 1+105.000 | 0 | 0 | 0 | 50.85 | 268.35 | 9220.69 | 9220.69 | 28813.69 | -19593 |
| 1+110.000 | 0 | 0 | 0 | 45.32 | 240.72 | 9220.69 | 9220.69 | 29054.41 | -19833.72 |
| 1+115.000 | 0 | 0 | 0 | 39.79 | 213.05 | 9220.69 | 9220.69 | 29267.46 | -20046.77 |
| 1+120.000 | 0 | 0 | 0 | 34.25 | 185.37 | 9220.69 | 9220.69 | 29452.82 | -20232.13 |
| 1+125.000 | 0 | 0 | 0 | 28.73 | 157.7 | 9220.69 | 9220.69 | 29610.52 | -20389.83 |
| 1+130.000 | 0 | 0 | 0 | 23.21 | 130.08 | 9220.69 | 9220.69 | 29740.6 | -20519.91 |
| 1+135.000 | 0 | 0 | 0 | 17.7 | 102.49 | 9220.69 | 9220.69 | 29843.09 | -20622.4 |
| 1+140.000 | 0 | 0 | 0 | 11.65 | 73.52 | 9220.69 | 9220.69 | 29916.61 | -20695.92 |
| 1+145.000 | 0 | 0 | 0 | 4.86 | 41.28 | 9220.69 | 9220.69 | 29957.9 | -20737.21 |
| 1+150.000 | 2.89 | 7.3 | 7.3 | 0.07 | 12.27 | 9227.99 | 9227.99 | 29970.17 | -20742.18 |
| 1+154.127 | 8.79 | 24.29 | 24.29 | 0 | 0.13 | 9252.28 | 9252.28 | 29970.3 | -20718.02 |
| 1+155.000 | 10.07 | 8.24 | 8.24 | 0 | 0 | 9260.52 | 9260.52 | 29970.3 | -20709.79 |
| 1+160.000 | 17.48 | 69.3 | 69.3 | 0 | 0 | 9329.82 | 9329.82 | 29970.3 | -20640.49 |
| 1+162.126 | 20.63 | 40.51 | 40.51 | 0 | 0 | 9370.33 | 9370.33 | 29970.3 | -20599.98 |
| 1+165.000 | 24.75 | 65.22 | 65.22 | 0 | 0 | 9435.55 | 9435.55 | 29970.3 | -20534.75 |
| 1+170.000 | 31.59 | 140.85 | 140.85 | 0 | 0 | 9576.4 | 9576.4 | 29970.3 | -20393.9 |
| 1+175.000 | 38 | 173.96 | 173.96 | 0 | 0 | 9750.36 | 9750.36 | 29970.3 | -20219.94 |
| 1+180.000 | 44.66 | 206.64 | 206.64 | 0 | 0 | 9957 | 9957 | 29970.3 | -20013.3 |
| 1+181.309 | 46.31 | 59.52 | 59.52 | 0 | 0 | 10016.52 | 10016.52 | 29970.3 | -19953.78 |
| 1+185.000 | 50.77 | 178.19 | 178.19 | 0 | 0 | 10194.71 | 10194.71 | 29970.3 | -19775.59 |
| 1+189.308 | 56.56 | 229.97 | 229.97 | 0 | 0 | 10424.68 | 10424.68 | 29970.3 | -19545.63 |
| 1+190.000 | 57.56 | 39.5 | 39.5 | 0 | 0 | 10464.17 | 10464.17 | 29970.3 | -19506.13 |
| 1+194.046 | 63.12 | 242.92 | 242.92 | 0 | 0 | 10707.1 | 10707.1 | 29970.3 | -19263.2 |
| 1+195.000 | 64.44 | 60.87 | 60.87 | 0 | 0 | 10767.97 | 10767.97 | 29970.3 | -19202.33 |
| 1+198.783 | 69.76 | 252.78 | 252.78 | 0 | 0 | 11020.75 | 11020.75 | 29970.3 | -18949.55 |
| 1+200.000 | 71.25 | 85.77 | 85.77 | 0 | 0 | 11106.52 | 11106.52 | 29970.3 | -18863.78 |
| 1+205.000 | 73.74 | 360.93 | 360.93 | 0 | 0 | 11467.45 | 11467.45 | 29970.3 | -18502.85 |
| 1+206.783 | 74.02 | 131.71 | 131.71 | 0 | 0 | 11599.16 | 11599.16 | 29970.3 | -18371.14 |
| 1+210.000 | 74.46 | 238.85 | 238.85 | 0 | 0 | 11838.01 | 11838.01 | 29970.3 | -18132.29 |
| 1+210.783 | 74.48 | 58.34 | 58.34 | 0 | 0 | 11896.36 | 11896.36 | 29970.3 | -18073.95 |
| 1+215.000 | 73.85 | 312.73 | 312.73 | 0 | 0 | 12209.08 | 12209.08 | 29970.3 | -17761.22 |
| 1+220.000 | 72.57 | 366.06 | 366.06 | 0 | 0 | 12575.14 | 12575.14 | 29970.3 | -17395.16 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1+222.783 | 71.74 | 200.85 | 200.85 | 0 | 0 | 12775.99 | 12775.99 | 29970.3 | -17194.31 |
| 1+225.000 | 71.06 | 158.27 | 158.27 | 0 | 0 | 12934.25 | 12934.25 | 29970.3 | -17036.05 |
| 1+230.000 | 69.58 | 351.6 | 351.6 | 0 | 0 | 13285.86 | 13285.86 | 29970.3 | -16684.45 |
| 1+234.783 | 68.18 | 329.47 | 329.47 | 0 | 0 | 13615.32 | 13615.32 | 29970.3 | -16354.98 |
| 1+235.000 | 68.11 | 14.75 | 14.75 | 0 | 0 | 13630.08 | 13630.08 | 29970.3 | -16340.22 |
| 1+240.000 | 66.46 | 336.44 | 336.44 | 0 | 0 | 13966.52 | 13966.52 | 29970.3 | -16003.78 |
| 1+245.000 | 64.39 | 327.14 | 327.14 | 0 | 0 | 14293.67 | 14293.67 | 29970.3 | -15676.64 |
| 1+250.000 | 62.2 | 316.49 | 316.49 | 0 | 0 | 14610.15 | 14610.15 | 29970.3 | -15360.15 |
| 1+255.000 | 59.82 | 305.06 | 305.06 | 0 | 0 | 14915.21 | 14915.21 | 29970.3 | -15055.09 |
| 1+260.000 | 57.38 | 293.01 | 293.01 | 0 | 0 | 15208.23 | 15208.23 | 29970.3 | -14762.08 |
| 1+265.000 | 54.87 | 280.63 | 280.63 | 0 | 0 | 15488.85 | 15488.85 | 29970.3 | -14481.45 |
| 1+270.000 | 52.29 | 267.91 | 267.91 | 0 | 0 | 15756.76 | 15756.76 | 29970.3 | -14213.54 |
| 1+275.000 | 49.65 | 254.86 | 254.86 | 0 | 0 | 16011.62 | 16011.62 | 29970.3 | -13958.68 |
| 1+280.000 | 46.8 | 241.12 | 241.12 | 0 | 0 | 16252.74 | 16252.74 | 29970.3 | -13717.56 |
| 1+285.000 | 43.65 | 226.11 | 226.11 | 0 | 0 | 16478.85 | 16478.85 | 29970.3 | -13491.45 |
| 1+290.000 | 40.19 | 209.59 | 209.59 | 0 | 0 | 16688.44 | 16688.44 | 29970.3 | -13281.86 |
| 1+295.000 | 36.43 | 191.55 | 191.55 | 0 | 0 | 16879.99 | 16879.99 | 29970.3 | -13090.31 |
| 1+300.000 | 32.37 | 172 | 172 | 0 | 0 | 17052 | 17052 | 29970.3 | -12918.31 |
| 1+305.000 | 27.92 | 150.73 | 150.73 | 0 | 0 | 17202.72 | 17202.72 | 29970.3 | -12767.58 |
| 1+310.000 | 22.88 | 126.99 | 126.99 | 0 | 0 | 17329.72 | 17329.72 | 29970.3 | -12640.58 |
| 1+315.000 | 16.64 | 98.78 | 98.78 | 0 | 0 | 17428.5 | 17428.5 | 29970.3 | -12541.8 |
| 1+320.000 | 10.52 | 67.9 | 67.9 | 0.42 | 1.04 | 17496.4 | 17496.4 | 29971.34 | -12474.94 |
| 1+325.000 | 7.31 | 44.58 | 44.58 | 1.03 | 3.62 | 17540.98 | 17540.98 | 29974.96 | -12433.98 |
| 1+330.000 | 4.87 | 30.45 | 30.45 | 1.48 | 6.28 | 17571.43 | 17571.43 | 29981.24 | -12409.81 |
| 1+335.000 | 2.98 | 19.62 | 19.62 | 2.83 | 10.78 | 17591.05 | 17591.05 | 29992.02 | -12400.97 |
| 1+340.000 | 1.54 | 11.29 | 11.29 | 6.35 | 22.97 | 17602.35 | 17602.35 | 30014.99 | -12412.64 |
| 1+345.000 | 0.5 | 5.11 | 5.11 | 12.04 | 45.98 | 17607.45 | 17607.45 | 30060.97 | -12453.52 |
| 1+350.000 | 0.04 | 1.36 | 1.36 | 19.21 | 78.13 | 17608.81 | 17608.81 | 30139.1 | -12530.29 |
| 1+352.263 | 0 | 0.04 | 0.04 | 22.68 | 47.4 | 17608.85 | 17608.85 | 30186.51 | -12577.65 |
| 1+355.000 | 0 | 0 | 0 | 26.9 | 67.85 | 17608.85 | 17608.85 | 30254.36 | -12645.51 |
| 1+360.000 | 0 | 0 | 0 | 34.12 | 152.53 | 17608.85 | 17608.85 | 30406.89 | -12798.04 |
| 1+364.263 | 0 | 0 | 0 | 39.42 | 156.74 | 17608.85 | 17608.85 | 30563.63 | -12954.77 |
| 1+365.000 | 0 | 0 | 0 | 40.16 | 29.34 | 17608.85 | 17608.85 | 30592.96 | -12984.11 |
| 1+370.000 | 0 | 0 | 0 | 43.89 | 210.14 | 17608.85 | 17608.85 | 30803.1 | -13194.25 |
| 1+375.000 | 0 | 0 | 0 | 44.18 | 220.19 | 17608.85 | 17608.85 | 31023.29 | -13414.44 |
| 1+376.263 | 0 | 0 | 0 | 43.82 | 55.56 | 17608.85 | 17608.85 | 31078.85 | -13470 |
| 1+380.000 | 0 | 0 | 0 | 42.69 | 161.66 | 17608.85 | 17608.85 | 31240.51 | -13631.65 |
| 1+380.264 | 0 | 0 | 0 | 42.62 | 11.24 | 17608.85 | 17608.85 | 31251.75 | -13642.9 |
| 1+385.000 | 0 | 0 | 0 | 41.84 | 196.62 | 17608.85 | 17608.85 | 31448.37 | -13839.52 |
| 1+387.604 | 0 | 0 | 0 | 41.8 | 107.24 | 17608.85 | 17608.85 | 31555.62 | -13946.76 |
| 1+387.934 | 0 | 0 | 0 | 41.8 | 13.76 | 17608.85 | 17608.85 | 31569.38 | -13960.52 |
| 1+388.263 | 0 | 0 | 0 | 41.8 | 13.76 | 17608.85 | 17608.85 | 31583.14 | -13974.28 |
| 1+390.000 | 0 | 0 | 0 | 41.83 | 72.65 | 17608.85 | 17608.85 | 31655.78 | -14046.93 |
| 1+395.000 | 0 | 0 | 0 | 42.39 | 207.89 | 17608.85 | 17608.85 | 31863.67 | -14254.82 |
| 1+395.604 | 0 | 0 | 0 | 42.46 | 25.6 | 17608.85 | 17608.85 | 31889.28 | -14280.43 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1+399.604 | 0 | 0 | 0 | 43.05 | 171.05 | 17608.85 | 17608.85 | 32060.33 | -14451.47 |
| 1+400.000 | 0 | 0 | 0 | 43.12 | 17.05 | 17608.85 | 17608.85 | 32077.37 | -14468.52 |
| 1+405.000 | 0 | 0 | 0 | 43.56 | 216.72 | 17608.85 | 17608.85 | 32294.09 | -14685.24 |
| 1+410.000 | 0 | 0 | 0 | 43.64 | 217.99 | 17608.85 | 17608.85 | 32512.09 | -14903.23 |
| 1+411.604 | 0 | 0 | 0 | 43.57 | 69.96 | 17608.85 | 17608.85 | 32582.04 | -14973.19 |
| 1+415.000 | 0 | 0 | 0 | 43.21 | 147.35 | 17608.85 | 17608.85 | 32729.39 | -15120.53 |
| 1+420.000 | 0 | 0 | 0 | 42.3 | 213.78 | 17608.85 | 17608.85 | 32943.17 | -15334.32 |
| 1+423.604 | 0 | 0 | 0 | 41.21 | 150.49 | 17608.85 | 17608.85 | 33093.66 | -15484.81 |
| 1+425.000 | 0 | 0 | 0 | 40.01 | 56.67 | 17608.85 | 17608.85 | 33150.34 | -15541.48 |
| 1+430.000 | 0 | 0 | 0 | 30.8 | 177.03 | 17608.85 | 17608.85 | 33327.37 | -15718.51 |
| 1+430.621 | 0 | 0 | 0 | 29.38 | 18.67 | 17608.85 | 17608.85 | 33346.04 | -15737.19 |
| 1+435.000 | 0 | 0 | 0 | 20.35 | 108.89 | 17608.85 | 17608.85 | 33454.94 | -15846.08 |
| 1+440.000 | 0 | 0 | 0 | 13.3 | 84.12 | 17608.85 | 17608.85 | 33539.06 | -15930.21 |
| 1+442.726 | 0 | 0 | 0 | 11.73 | 34.11 | 17608.85 | 17608.85 | 33573.17 | -15964.31 |
| 1+445.000 | 0 | 0 | 0 | 11.14 | 26 | 17608.85 | 17608.85 | 33599.16 | -15990.31 |
| 1+450.000 | 0 | 0 | 0 | 9.83 | 52.42 | 17608.85 | 17608.85 | 33651.59 | -16042.73 |
| 1+454.831 | 0 | 0 | 0 | 8.47 | 44.22 | 17608.85 | 17608.85 | 33695.8 | -16086.95 |
| 1+455.000 | 0 | 0 | 0 | 8.43 | 1.43 | 17608.85 | 17608.85 | 33697.23 | -16088.37 |
| 1+458.060 | 0 | 0 | 0 | 7.41 | 24.23 | 17608.85 | 17608.85 | 33721.46 | -16112.6 |
| 1+460.000 | 0 | 0 | 0 | 6.98 | 13.95 | 17608.85 | 17608.85 | 33735.41 | -16126.56 |
| 1+465.000 | 0 | 0 | 0 | 6.04 | 32.66 | 17608.85 | 17608.85 | 33768.07 | -16159.21 |
| 1+465.726 | 0 | 0 | 0 | 5.94 | 4.35 | 17608.85 | 17608.85 | 33772.42 | -16163.56 |
| 1+470.000 | 0 | 0 | 0 | 5.53 | 24.73 | 17608.85 | 17608.85 | 33797.15 | -16188.29 |
| 1+475.000 | 0 | 0 | 0 | 5.39 | 27.61 | 17608.86 | 17608.86 | 33824.76 | -16215.9 |
| 1+478.369 | 0 | 0 | 0 | 5.38 | 18.14 | 17608.87 | 17608.87 | 33842.9 | -16234.04 |
| 1+480.000 | 0 | 0 | 0 | 5.37 | 8.76 | 17608.87 | 17608.87 | 33851.67 | -16242.79 |
| 1+485.000 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 5.23 | 26.83 | 17608.92 | 17608.92 | 33878.5 | -16269.58 |
| 1+490.000 | 0.04 | 0.13 | 0.13 | 4.98 | 25.86 | 17609.05 | 17609.05 | 33904.36 | -16295.31 |
| 1+491.012 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 4.92 | 5.01 | 17609.09 | 17609.09 | 33909.37 | -16300.28 |
| 1+495.000 | 0.04 | 0.16 | 0.16 | 4.58 | 19.19 | 17609.25 | 17609.25 | 33928.55 | -16319.3 |
| 1+498.678 | 0.05 | 0.17 | 0.17 | 4.14 | 16.25 | 17609.41 | 17609.41 | 33944.8 | -16335.39 |
| 1+500.000 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 4.04 | 5.41 | 17609.48 | 17609.48 | 33950.21 | -16340.73 |
| 1+501.907 | 0.07 | 0.11 | 0.11 | 3.73 | 7.41 | 17609.59 | 17609.59 | 33957.62 | -16348.03 |
| 1+505.000 | 0.1 | 0.26 | 0.26 | 3.34 | 10.93 | 17609.85 | 17609.85 | 33968.55 | -16358.7 |
| 1+510.000 | 0.24 | 0.85 | 0.85 | 2.55 | 14.72 | 17610.7 | 17610.7 | 33983.27 | -16372.57 |
| 1+514.012 | 0.41 | 1.3 | 1.3 | 1.9 | 8.93 | 17612 | 17612 | 33992.2 | -16380.2 |
| 1+515.000 | 0.46 | 0.43 | 0.43 | 1.77 | 1.81 | 17612.42 | 17612.42 | 33994.01 | -16381.58 |
| 1+520.000 | 0.8 | 3.15 | 3.15 | 1.02 | 6.98 | 17615.57 | 17615.57 | 34000.99 | -16385.42 |
| 1+525.000 | 1.46 | 5.65 | 5.65 | 0.67 | 4.24 | 17621.22 | 17621.22 | 34005.23 | -16384.01 |
| 1+526.118 | 1.62 | 1.72 | 1.72 | 0.64 | 0.73 | 17622.94 | 17622.94 | 34005.96 | -16383.02 |
| 1+530.000 | 2.09 | 7.22 | 7.22 | 0.56 | 2.33 | 17630.16 | 17630.16 | 34008.29 | -16378.13 |
| 1+535.000 | 2.56 | 11.64 | 11.64 | 0.44 | 2.49 | 17641.81 | 17641.81 | 34010.79 | -16368.98 |
| 1+535.067 | 2.57 | 0.17 | 0.17 | 0.44 | 0.03 | 17641.98 | 17641.98 | 34010.81 | -16368.84 |
| 1+540.000 | 2.78 | 13.21 | 13.21 | 0.38 | 2.02 | 17655.19 | 17655.19 | 34012.84 | -16357.65 |
| 1+545.000 | 2.88 | 14.15 | 14.15 | 0.31 | 1.73 | 17669.34 | 17669.34 | 34014.57 | -16345.24 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1+547.172 | 2.95 | 6.32 | 6.32 | 0.31 | 0.67 | 17675.66 | 17675.66 | 34015.24 | -16339.59 |
| 1+550.000 | 2.95 | 8.33 | 8.33 | 0.34 | 0.91 | 17683.99 | 17683.99 | 34016.15 | -16332.16 |
| 1+555.000 | 3.05 | 15 | 15 | 0.38 | 1.78 | 17698.99 | 17698.99 | 34017.93 | -16318.94 |
| 1+559.277 | 2.71 | 12.32 | 12.32 | 0.5 | 1.88 | 17711.31 | 17711.31 | 34019.81 | -16308.5 |
| 1+560.000 | 2.52 | 1.89 | 1.89 | 0.53 | 0.37 | 17713.2 | 17713.2 | 34020.19 | -16306.98 |
| 1+562.506 | 2.17 | 5.88 | 5.88 | 0.65 | 1.48 | 17719.08 | 17719.08 | 34021.66 | -16302.59 |
| 1+565.000 | 1.76 | 4.89 | 4.89 | 0.86 | 1.88 | 17723.97 | 17723.97 | 34023.54 | -16299.57 |
| 1+570.000 | 1.34 | 7.64 | 7.64 | 1.42 | 5.85 | 17731.61 | 17731.61 | 34029.4 | -16297.79 |
| 1+570.172 | 1.32 | 0.23 | 0.23 | 1.44 | 0.25 | 17731.84 | 17731.84 | 34029.65 | -16297.81 |
| 1+575.000 | 0.97 | 5.44 | 5.44 | 1.92 | 8.3 | 17737.28 | 17737.28 | 34037.95 | -16300.67 |
| 1+580.000 | 0.7 | 4.09 | 4.09 | 2.48 | 11.23 | 17741.36 | 17741.36 | 34049.18 | -16307.81 |
| 1+585.000 | 0.49 | 2.92 | 2.92 | 3.07 | 14.12 | 17744.28 | 17744.28 | 34063.3 | -16319.02 |
| 1+590.000 | 0.33 | 2.01 | 2.01 | 3.68 | 17.16 | 17746.29 | 17746.29 | 34080.46 | -16334.17 |
| 1+595.000 | 0.22 | 1.35 | 1.35 | 4.3 | 20.27 | 17747.64 | 17747.64 | 34100.73 | -16353.09 |
| 1+600.000 | 0.14 | 0.87 | 0.87 | 4.9 | 23.35 | 17748.51 | 17748.51 | 34124.08 | -16375.57 |
| 1+605.000 | 0.08 | 0.54 | 0.54 | 5.48 | 26.32 | 17749.05 | 17749.05 | 34150.4 | -16401.35 |
| 1+610.000 | 0.05 | 0.32 | 0.32 | 6.02 | 29.13 | 17749.37 | 17749.37 | 34179.53 | -16430.16 |
| 1+615.000 | 0.02 | 0.17 | 0.17 | 6.51 | 31.73 | 17749.54 | 17749.54 | 34211.26 | -16461.72 |
| 1+620.000 | 0 | 0.06 | 0.06 | 6.95 | 34.07 | 17749.61 | 17749.61 | 34245.33 | -16495.73 |
| 1+625.000 | 0 | 0.01 | 0.01 | 7.41 | 36.34 | 17749.62 | 17749.62 | 34281.67 | -16532.06 |
| 1+630.000 | 0 | 0 | 0 | 7.98 | 38.91 | 17749.62 | 17749.62 | 34320.58 | -16570.97 |
| 1+635.000 | 0 | 0 | 0 | 9 | 42.84 | 17749.62 | 17749.62 | 34363.42 | -16613.81 |
| 1+637.627 | 0 | 0 | 0 | 9.95 | 24.88 | 17749.62 | 17749.62 | 34388.3 | -16638.69 |
| 1+640.000 | 0 | 0 | 0 | 10.8 | 24.62 | 17749.62 | 17749.62 | 34412.92 | -16663.3 |
| 1+645.000 | 0 | 0 | 0 | 12.64 | 59.01 | 17749.62 | 17749.62 | 34471.93 | -16722.31 |
| 1+650.000 | 0 | 0 | 0 | 14.43 | 68.1 | 17749.62 | 17749.62 | 34540.03 | -16790.41 |
| 1+655.000 | 0 | 0 | 0 | 16.15 | 76.91 | 17749.62 | 17749.62 | 34616.94 | -16867.32 |
| 1+660.000 | 0 | 0 | 0 | 17.8 | 85.37 | 17749.62 | 17749.62 | 34702.31 | -16952.69 |
| 1+665.000 | 0 | 0 | 0 | 19.37 | 93.43 | 17749.62 | 17749.62 | 34795.74 | -17046.12 |
| 1+670.000 | 0 | 0 | 0 | 20.85 | 101.07 | 17749.62 | 17749.62 | 34896.81 | -17147.2 |
| 1+675.000 | 0 | 0 | 0 | 22.24 | 108.24 | 17749.62 | 17749.62 | 35005.06 | -17255.44 |
| 1+680.000 | 0 | 0 | 0 | 23.81 | 115.67 | 17749.62 | 17749.62 | 35120.73 | -17371.11 |
| 1+685.000 | 0 | 0 | 0 | 26.44 | 126.29 | 17749.62 | 17749.62 | 35247.01 | -17497.4 |
| 1+690.000 | 0 | 0 | 0 | 30 | 141.98 | 17749.62 | 17749.62 | 35388.99 | -17639.37 |
| 1+695.000 | 0 | 0 | 0 | 34.33 | 161.92 | 17749.62 | 17749.62 | 35550.91 | -17801.29 |
| 1+700.000 | 0 | 0 | 0 | 39.25 | 185.2 | 17749.62 | 17749.62 | 35736.11 | -17986.5 |
| 1+705.000 | 0 | 0 | 0 | 43.42 | 208.12 | 17749.62 | 17749.62 | 35944.23 | -18194.61 |
| 1+705.082 | 0 | 0 | 0 | 43.48 | 3.55 | 17749.62 | 17749.62 | 35947.78 | -18198.17 |
| 1+710.000 | 0 | 0 | 0 | 44.79 | 218.65 | 17749.62 | 17749.62 | 36166.44 | -18416.82 |
| 1+712.748 | 0 | 0 | 0 | 44.36 | 122.48 | 17749.62 | 17749.62 | 36288.92 | -18539.3 |
| 1+715.000 | 0 | 0 | 0 | 44.03 | 99.54 | 17749.62 | 17749.62 | 36388.46 | -18638.84 |
| 1+715.976 | 0 | 0 | 0 | 43.88 | 42.92 | 17749.62 | 17749.62 | 36431.38 | -18681.76 |
| 1+720.000 | 0 | 0 | 0 | 43.18 | 175.15 | 17749.62 | 17749.62 | 36606.53 | -18856.91 |
| 1+725.000 | 0 | 0 | 0 | 41.38 | 211.4 | 17749.62 | 17749.62 | 36817.93 | -19068.31 |
| 1+728.082 | 0 | 0 | 0 | 39.6 | 124.78 | 17749.62 | 17749.62 | 36942.7 | -19193.09 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1+730.000 | 0 | 0 | 0 | 38.27 | 74.68 | 17749.62 | 17749.62 | 37017.39 | -19267.77 |
| 1+735.000 | 0 | 0 | 0 | 33.97 | 180.59 | 17749.62 | 17749.62 | 37197.98 | -19448.36 |
| 1+740.000 | 0 | 0 | 0 | 29.14 | 157.78 | 17749.62 | 17749.62 | 37355.75 | -19606.14 |
| 1+740.187 | 0 | 0 | 0 | 29 | 5.44 | 17749.62 | 17749.62 | 37361.19 | -19611.57 |
| 1+745.000 | 0 | 0 | 0 | 26.51 | 133.57 | 17749.62 | 17749.62 | 37494.76 | -19745.14 |
| 1+750.000 | 0 | 0 | 0 | 26.31 | 132.03 | 17749.62 | 17749.62 | 37626.79 | -19877.18 |
| 1+754.766 | 0 | 0 | 0 | 26.85 | 126.67 | 17749.62 | 17749.62 | 37753.46 | -20003.85 |
| 1+755.000 | 0 | 0 | 0 | 26.88 | 6.3 | 17749.62 | 17749.62 | 37759.76 | -20010.14 |
| 1+760.000 | 0 | 0 | 0 | 27.39 | 135.67 | 17749.62 | 17749.62 | 37895.43 | -20145.81 |
| 1+765.000 | 0 | 0 | 0 | 27.86 | 138.14 | 17749.62 | 17749.62 | 38033.56 | -20283.95 |
| 1+766.766 | 0 | 0 | 0 | 28.02 | 49.34 | 17749.62 | 17749.62 | 38082.9 | -20333.29 |
| 1+770.000 | 0 | 0 | 0 | 28.31 | 91.09 | 17749.62 | 17749.62 | 38174 | -20424.38 |
| 1+775.000 | 0 | 0 | 0 | 28.73 | 142.58 | 17749.62 | 17749.62 | 38316.58 | -20566.96 |
| 1+778.766 | 0 | 0 | 0 | 28.82 | 108.35 | 17749.62 | 17749.62 | 38424.93 | -20675.31 |
| 1+780.000 | 0 | 0 | 0 | 28.86 | 35.6 | 17749.62 | 17749.62 | 38460.53 | -20710.91 |
| 1+782.766 | 0 | 0 | 0 | 28.97 | 79.98 | 17749.62 | 17749.62 | 38540.51 | -20790.9 |
| 1+785.000 | 0 | 0 | 0 | 29.08 | 64.83 | 17749.62 | 17749.62 | 38605.34 | -20855.73 |
| 1+790.000 | 0 | 0 | 0 | 29.63 | 144.12 | 17749.62 | 17749.62 | 38749.46 | -20999.85 |
| 1+790.766 | 0 | 0 | 0 | 29.83 | 22.76 | 17749.62 | 17749.62 | 38772.23 | -21022.61 |
| 1+795.000 | 0 | 0 | 0 | 31.02 | 126.51 | 17749.62 | 17749.62 | 38898.74 | -21149.12 |
| 1+800.000 | 0 | 0 | 0 | 33.22 | 157.83 | 17749.62 | 17749.62 | 39056.56 | -21306.95 |
| 1+805.000 | 0 | 0 | 0 | 39.58 | 179.66 | 17749.62 | 17749.62 | 39236.22 | -21486.6 |
| 1+810.000 | 0 | 0 | 0 | 46.71 | 214.27 | 17749.62 | 17749.62 | 39450.49 | -21700.87 |
| 1+815.000 | 0 | 0 | 0 | 54.24 | 251.79 | 17749.62 | 17749.62 | 39702.28 | -21952.66 |
| 1+816.715 | 0 | 0 | 0 | 56.07 | 94.59 | 17749.62 | 17749.62 | 39796.87 | -22047.25 |
| 1+820.000 | 0 | 0 | 0 | 57.45 | 186.47 | 17749.62 | 17749.62 | 39983.34 | -22233.72 |
| 1+825.000 | 0 | 0 | 0 | 59.12 | 291.44 | 17749.62 | 17749.62 | 40274.78 | -22525.16 |
| 1+830.000 | 0 | 0 | 0 | 60.33 | 298.73 | 17749.62 | 17749.62 | 40573.51 | -22823.9 |
| 1+835.000 | 0 | 0 | 0 | 61.65 | 305.22 | 17749.62 | 17749.62 | 40878.73 | -23129.12 |
| 1+840.000 | 0 | 0 | 0 | 63.18 | 312.51 | 17749.62 | 17749.62 | 41191.24 | -23441.63 |
| 1+842.664 | 0 | 0 | 0 | 64.02 | 169.73 | 17749.62 | 17749.62 | 41360.98 | -23611.36 |
| 1+845.000 | 0 | 0 | 0 | 64.81 | 150.47 | 17749.62 | 17749.62 | 41511.45 | -23761.83 |
| 1+850.000 | 0 | 0 | 0 | 66.42 | 328.79 | 17749.62 | 17749.62 | 41840.24 | -24090.62 |
| 1+850.663 | 0 | 0 | 0 | 66.59 | 44.12 | 17749.62 | 17749.62 | 41884.35 | -24134.74 |
| 1+854.664 | 0 | 0 | 0 | 67.59 | 268.41 | 17749.62 | 17749.62 | 42152.77 | -24403.15 |
| 1+855.000 | 0 | 0 | 0 | 67.68 | 22.72 | 17749.62 | 17749.62 | 42175.48 | -24425.87 |
| 1+860.000 | 0 | 0 | 0 | 68.96 | 341.59 | 17749.62 | 17749.62 | 42517.07 | -24767.46 |
| 1+865.000 | 0 | 0 | 0 | 70.32 | 348.2 | 17749.62 | 17749.62 | 42865.27 | -25115.65 |
| 1+866.664 | 0 | 0 | 0 | 70.8 | 117.42 | 17749.62 | 17749.62 | 42982.69 | -25233.07 |
| 1+870.000 | 0 | 0 | 0 | 71.78 | 237.81 | 17749.62 | 17749.62 | 43220.5 | -25470.88 |
| 1+875.000 | 0 | 0 | 0 | 72.53 | 360.77 | 17749.62 | 17749.62 | 43581.27 | -25831.65 |
| 1+878.664 | 0 | 0 | 0 | 72.27 | 265.28 | 17749.62 | 17749.62 | 43846.54 | -26096.93 |
| 1+880.000 | 0 | 0 | 0 | 72 | 96.36 | 17749.62 | 17749.62 | 43942.9 | -26193.29 |
| 1+885.000 | 0 | 0 | 0 | 70.18 | 355.44 | 17749.62 | 17749.62 | 44298.34 | -26548.72 |
| 1+890.000 | 0 | 0 | 0 | 68.44 | 346.55 | 17749.62 | 17749.62 | 44644.89 | -26895.27 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1+895.000 | 0 | 0 | 0 | 68.35 | 341.98 | 17749.62 | 17749.62 | 44986.87 | -27237.25 |
| 1+900.000 | 0 | 0 | 0 | 67.46 | 339.53 | 17749.62 | 17749.62 | 45326.39 | -27576.78 |
| 1+905.000 | 0 | 0 | 0 | 65.9 | 333.4 | 17749.62 | 17749.62 | 45659.79 | -27910.18 |
| 1+910.000 | 0 | 0 | 0 | 64.54 | 326.11 | 17749.62 | 17749.62 | 45985.9 | -28236.28 |
| 1+915.000 | 0 | 0 | 0 | 63.24 | 319.46 | 17749.62 | 17749.62 | 46305.36 | -28555.74 |
| 1+920.000 | 0 | 0 | 0 | 61.28 | 311.31 | 17749.62 | 17749.62 | 46616.67 | -28867.05 |
| 1+925.000 | 0 | 0 | 0 | 58.95 | 300.59 | 17749.62 | 17749.62 | 46917.25 | -29167.64 |
| 1+930.000 | 0 | 0 | 0 | 56.04 | 287.48 | 17749.62 | 17749.62 | 47204.73 | -29455.12 |
| 1+935.000 | 0 | 0 | 0 | 52.62 | 271.65 | 17749.62 | 17749.62 | 47476.38 | -29726.76 |
| 1+940.000 | 0 | 0 | 0 | 49.83 | 256.14 | 17749.62 | 17749.62 | 47732.52 | -29982.9 |
| 1+945.000 | 0 | 0 | 0 | 47.96 | 244.5 | 17749.62 | 17749.62 | 47977.01 | -30227.39 |
| 1+950.000 | 0 | 0 | 0 | 46.22 | 235.45 | 17749.62 | 17749.62 | 48212.46 | -30462.85 |
| 1+955.000 | 0 | 0 | 0 | 41 | 218.05 | 17749.62 | 17749.62 | 48430.51 | -30680.89 |
| 1+960.000 | 0 | 0 | 0 | 34.52 | 188.8 | 17749.62 | 17749.62 | 48619.31 | -30869.69 |
| 1+965.000 | 0 | 0 | 0 | 30.01 | 161.33 | 17749.62 | 17749.62 | 48780.63 | -31031.02 |
| 1+970.000 | 0 | 0 | 0 | 24.02 | 135.09 | 17749.62 | 17749.62 | 48915.72 | -31166.11 |
| 1+975.000 | 0 | 0 | 0 | 15.48 | 98.77 | 17749.62 | 17749.62 | 49014.49 | -31264.87 |
| 1+980.000 | 0 | 0 | 0 | 5.04 | 51.3 | 17749.62 | 17749.62 | 49065.79 | -31316.17 |
| 1+985.000 | 6.24 | 15.59 | 15.59 | 0 | 12.59 | 17765.21 | 17765.21 | 49078.38 | -31313.17 |
| 1+989.484 | 16.56 | 51.12 | 51.12 | 0 | 0 | 17816.33 | 17816.33 | 49078.38 | -31262.05 |

# الملحق ز : المراجع


1- روحي الشريف، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الأردن، 1986.

2- معهد الأبحاث التطبيقية_القدس. دليل مدينة الخليل,2009.

3- الدباغ، مصطفى مراد. بلادنا فلسطين. جـ1، قسم 5، ص 12، (22-23)، 40، 52.

4- الإدارة العامة للأرصاد الجوية , كمية المطر السنوي في فلسطين حسب السنة وموقع المحطة، 2003-2013.

5- الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني , التعداد العام للسكان والمساكن والمنشآت, 2007.

6- بلدية الخليل _قسم المساحة_المهندس عمار الجعبري.

7- بلدية الخليل_قسم الطرق_المهندس سامر العويوي.

8- يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان،1978

9- شبكة المهندسين العرب , الموقع الالكتروني : http://www.arab-eng.org

10- موقع الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية , صفحة الفيس بوك ,
https://www.facebook.com/USAIDWestBankGaza

11- Dr Ghadi Zakarneh, Global Navigation Satellite System (Lecture Notes), PPU.

12- AASHTO—Geometric Design of Highways and Streets.

13- John Horsley, Highway Engineering, Washington, 2004.

14- http://www.xyzworks.com/archives/106.

15- http://www.geom.unimelb.edu.au

16- http://www.sirent.inlis.gov.sg/body/technology.php