تصميم وإنشاء طريق واد المغير في منطقة الحرايق - الخليل

إعداد:

رائد "محمد عزمي" الجعبري حسام عبد ا ادريس

براء رسمي دوفش

إشراف:

م.مصعب شاهين

تقرير مشروع التخرج

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا

جامعة بوليتكنيك فلسطين لاستكمال متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس

جامعة بوليتكنيك فلسطين

الخليل- فلسطين

كانون أول - ٢٠١١

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنيك فلسطين

الخليل- فلسطين
كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

إعداد:

رائد" محمد عزمي" الجعبري **حسام عبد ا ادريس**

براء رسمي دوفش

لسم المشروع

تصميم وإنشاء طريق واد المغير في منطقة الحرايق - الخليل

بناءا على نظام كلية الهندسة والتكنولوجيا وإشراف ومتابعة المهندس مصعب شاهين وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة ، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية وذلك للوفاء بمتطلبات درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس.

توقيع مشرف المشروع

.....

توقيع اللجنة الممتحنة

....

توقيع رئيس الدائرة

.....

الإهداء

إلى الذين تقطرت دماءهم على أرض الإسراء
وا□عراج.....

إلى الخالدين من الشهداء الذين فدوا بأرواحهم أرضنا
الحبيبة فلسطين.....

إلى كل المناضلين والمقاومين الذين يعيدون كتابة التاريخ
بأحرف من دماء.....

إلى شهداء كلية الهندسة في جامعة بولتيكنك **فلسط□** .....
ونخص بالذكر الشهيدين **(جهاد وطارق**

دوفش) .....

لكم يا كل الصامدين في خنادقكم ..... يا أبطال
ا□عاناة خلف القضبان.....

إلى من بهم عرفنا طعم الحياة ..... إلى من آثرونا
على أنفسهم ..... وسهروا الليالي من أجلنا.....
إلى من كلت أناملهم ليقدموا لنا لحظة سعادة..... إلى
أمهاتنا وآبائنا الأعزاء.....

إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة..... إلى
جميع أساتذتنا الأفاضل.....إلى كل عاشق للعلم
..... وكل محب **للهندسة** .... ويراها ملموسة كما يرى
الشمس في وضح النهار.....

إليهم جميعا نهدي هذا العمل

شكر وتقدير

بداية نشكر المولى عز وجل الذي
أعاننا على إنجاز هذا العمل المتواضع
.....

كذلك نشكر جامعة بولتكنك فلسطين التي
احتضنت مسيرتنا التعليمية ..... **كما ونشكر**
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية .....

ونتوجه بالشكر العميق إلى
أمهاتنا وآبائنا وأهلنا الأعزاء الذين كدوا
وبذلوا ما بوسعهم لنواكب هذه الطريق
.....

كما نتوجه بالشكر العميق إلى مشرف **المشروع (**
المهندس مصعب شاهين) ....الذي لم ولن يبخل **بأي**
معلومة أو مساعده....

ونتوجه بالشكر العميق إلى جميع مدرسي
قسم هندسة المساحة والجيوماتكس.....

تصميم وإنشاء طريق في منطقة واد المغير

فريق العمل:

رائد "محمد عزمي" الجعبري **حسام عبد ادريس**

براء رسمي دوفش

جامعة بوليتكنك فلسطين

إشراف:
م.مصعب شاهين

المشروع عبارة عن تخطيط وتصميم بنية تحتية للطريق الواصل بين

مفترق سوق الخضار المركزي والشارع الالتفافي خط رقم (٦٠)، وقد تم اختيار هذا المشروع لموقعه الحيوي الذي يعتبر طريق مختصر للوصول الى المنطقة الجنوبية كما يعمل على تخفيف حركة المرور الواقع على طريق الفحص بالمنطقة الجنوبية الذي يعتبر موازي له من حيث الاهمية والمنطقة ، ويتكون المشروع من جزئين: عمل ميداني وعمل مكتبي .

يحتوي هذا المشروع على عدة فصول تبين الأعمال الميدانية والمكتبية التي تم انجاز المشروع على أساسها، ويحتوي كذلك على ملحقات تبين الأعمال المساحية التي تمت ، ونود أن نلفت الانتباه إلى انه تم تصميم الطريق حسب المواصفات الهندسية المتفق عليها .

Abstract

Planning and design of infrastructure for the road connects
Intersection of central vegetable market and street bypass line (60)

Project Team

Husam Idrees **Raed Al-Jabari**

Bara Dufish

Palestine Polytechnic University-2011

Supervised by:

Eng. Musab Shaheen

The project is a planning and design of infrastructure for the road connects Intersection of central vegetable market and street bypass line (60), was selected this project to its dynamic, which is a brief to reach the southern region is also working to reduction the traffic on a road test in Southern Region, which is parallel to it in terms of importance and the region, the project consists of two parts: field and office work.

This project contains several chapters show field and office work, which has been done on the basis of the project, and contains as well as the appendix show surveying works carried out so far, and we would like to make your attention to the way it was designed according to engineering specifications agreed upon.

فهرس المحتويات

صفحة العنوان الرئيسية I

صفحة عنوان المشروع ..... I I.

الإهداء..... I I I

شكر وتقدير IV

الملخص (بالعربية) V

الملخص (بالانجليزية)..... VI

الفهرس

الفصل الأول :المقدمة

١-١ تعريف بالطرق بشكل عام ١
١-٢ نبذة تاريخية عن الطريق ٢
١-٣ نبذه تاريخيه عن مدينة الخليل ٢
١-٤ دور المساحة في تصميم الطرق ٣
١-٥ **فكرة المشروع** ٤
١-٦ هيكلية المشروع ٤
١-٧ **موقع المشروع** ٥
١-٨ **خطة العمل** ٧
١-٩ اهداف المشروع ٨
١-١٠ طريقة البحث ٩
١-١١ **العوائق والصعوبات بالمشروع** ٩
١-١٢ **الدراسات السابقة** ١٠
١-١٣ الاجهزة والادوات والبرامج المستخدمة في المشروع ١٠

الفصل الثاني : الأعمال المساحية

٢-١ **مقدمة** ١٢
٢-٢ مرحلة الأعمال الإستطلاعية للموقع ١٢
٢-٣ الأعمال المساحية الأولية ١٣
٢-٤ الأخطاء المساحية ١٣
٢-٤-١ **خطأ عدم تمركز العاكس** ١٤
٢-٤-٢ **خطأ عدم تمركز العاكس** ١٤
٢-٤-٣ **خطأفي رصد المسافات** ١٤
٢-٥ **القراءات** ١٥

٦-٢ المسح الابتدائي ١٩
١-٦-٢ حساب احداثيات المحطات قبل التصحيح ٢١
٢-٦-٢ خطأ الإغلاق في الزاوية ٢٣
٣-٦-٢ خطأ الإغلاق في المسافة ٢٤
٤-٦-٢ تصحيح المضلع ٢٥
٥-٦-٢ تصحيح الإحداثيات ٢٩
١-٥-٦-٢ احداثيات المحطات غير المعلومة الاولية ٢٩
٢-٥-٦-٢ المحطات الثابتة ٣٠
٣-٥-٦-٢ المسافات الأولية المقاسة ٣٠
٤-٥-٦-٢ الزوايا الأولية المقاسة ٣١
٥-٥-٦-٢ احداثيات المحطات المصححة ٣٢
٦-٥-٦-٢ المسافات الأفقية المصححة ٣٣
٧-٢ الأعمال المساحية النهائية ٣٤

الفصل الثالث: هندسة النقل والمرور

١-٣ مقدمة 35
٢-3 التصنيف الوظيفي للطرق 36
١-٢-3 طرق حره 37
٢-٢-3 طرق سريعة 37
٣-٢-3 طرق شريانية رئيسية 37
٤-٢-3 طرق شريانية ثانوية 37
٥-٢-3 طرق تجميعية 38
٦-٢-٣ طرق محلية ٣٨
٣-٣ المساحة المخصصة للظل ٣٩
٤-٣ المشكلات التي تتعلق بقطاع الظل والمرور ٤٠
١-٤-٣ الحوادث ٤٠

٣-٤-٢ الازدحام ٤٠
٣-٤-٣ عدم احترام قواعد المرور ٤٠
٣-٤-٤ الضوضاء ٤١
٣-٤-٥ تلوث الهواء ٤١
٣-٥ حركة الظل والمرور ٤٢
٣-٥-١ التحليل المكاني لحركة النقل والمرور ٤٢
٣-٥-١-١ تحديد منطقة الدراسة وتقسيمها ٤٢
٣-٥-١-٢ استعمالات الاراض والظل ٤٢
٣-٦ المرور وأنواعه ٤٣
٣-٦-١ حركة المرور الداخلية ٤٤
٣-٦-٢ حركة المرور الخارجية\الداخلية ٤٤
٣-٦-٣ حركة المرور الداخلية\الخارجية ٤٤
٣-٦-٤ حركة المرور الخارجية\الخارجية ٤٤
٣-٧ حجم المرور ٤٥
٣-٧-١ الهدف من دراسة حجم المرور ٤٦
٣-٧-٢ طرق جمع البيانات عن حجم المرور ٤٦
٣-٧-٢-١ الطريقة الميكانيكية التلقائية ٤٦
٣-٧-٢-٢ الطريقة اليدوية ٤٨
٣-٧-٢-٣ طريقة مركبة الفحص ٤٨
٣-٧-٣ الدراسات اللازمة لمسح الحجم المروري ٤٨
٣-٧-٣-١ دراسة تدفق عدد المرور ٤٨
٣-٧-٣-٢ دراسة انماط الظل ٤٩
٣-٧-٣-٣ مسح المرور عند القطاعات ٤٩
٣-٧-٣-٤ مسح حركة المشاة ٤٩
٣-٧-٤ السير الحالي والمستقبلي ٥٠
٣-٧-٥ عمر الطريق ٥٠
٣-٧-٦ تحليل المعلومات حول حجم السير ٥١
٣-٧-7 عملية عد المركبات ٥١
٣-٨ علامات وإشارات المرور ٥٨
٣-٨-١ مقدمة ٥٨
٣-٨-٢ متطلبات فعالية اشارات المرور ٥٨

٣-٨-٣ **أنواع لوحات التحكم المروري** ٦٠
٤-٨-٣ فعالية لوحة المرور ٦٢
٥-٨-٣ العلامات الأرضية ٦٣

الفصل الرابع : التصميم الهندسي للطريق

١-٤ **مقدمة** 66
٢-٤ أسس التصميم الهندسي للطرق ٦٧
١-٢-٤ **حجم المرور** ٦٧
٢-٢-٤ تركيب المرور ٦٧
٣-٢-٤ **السرعة** ٦٧
٤-٢-٤ **عرض الحارة** ٦٨
٥-٢-٤ الميول العرضية ٦٨
٦-٢-٤ الميول الطولية ٦٨
٧-٢-٤ الميول الجانبية ٦٩
٨-٢-٤ **الأكتاف** ٧٠
٩-٢-٤ **الأرصفة** ٧٠
١٠-٢-٤ الاطاريف ٧٠
١١-٢-٤ الجدران الإستنادية..... ٧١
١٢-٢-٤ عربات التصميم ٧١
١٣-٢-٤ الحواجز الجانبية والأعمدة الإسترشادية ٧١
١٤-٢-٤ **الحواجز**..... ٧٢
١٥-٢-٤ الجزر الفاصلة بين الإتجاهين..... ٧٣
٣-٤ العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق ٧٤
١-٣-٤ **القطاع الحاكمة** ٧٤

٤-٣-٢ حجم المرور ٧٤
٤-٣-٣ التصميم الهندسي للطريق ٧٥
٤-٣-٤ التكلفة ٧٥
٤-٣-٥ عوامل أخرى ٧٥

الفصل الخامس : التخطيط الأفقي والرأسي للطريق

5-١ مقدمة 76
٥-٢ التخطيط الأفقي للطريق ٧٦
٥-٢-١ أنواع المنحنيات الأفقية ٧٦
٥-٢-١-١ المنحنيات الدائرية ٧٧
٥-٣ القوة الطاردة المركزية ٨٦
٥-٣-١ الرفع الجانبي للطريق ٨٧
5-٣-٢ محور الدوران لإيجاد الرفع الجانبي ٨٩
٥-٣-٣ تحقيق الرفع الجانبي للطريق ٨٩
٥-٣-٤ مسار الرفع الجانبي للطريق ٨٩
٥-٣-٥ المنحنيات الانتقالية ٩١
٥-٣-٦ توسيع المنحنيات ٩٢
٥-٣-٧ ملاحظات عامة عن التخطيط الافقي ٩٣
٥-٤ التخطيط الرأسي للطريق ٩٥
٥-٤-١ أنواع المنحنيات الرأسية ٩٥
٥-٤-٢ عناصر المنحنى الرأسي ٩٦
٥-٤-٣ اليول الرأسية العظمى ٩٧
٥-٤-٤ طول المنحنى الرأسي ٩٨

الفصل السادس : التصميم الإنشائي للطريق

1-6	مقدمة	103
2-6	أنواع الرصفات	١٠٣
1-2-6	الرصفة القاسية	١٠٣
٢-٢-٦	الرصفة المرنة	١٠٤
٣-٦	العناصر الإنشائية للرصفة المرنة	١٠٥
٤-٦	العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة	١٠٦
١-٤-٦	حساب الأوزان المحورية القياسية	١٠٧
٢-٤-٦	تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا	١٠٩
١-٢-٤-٦	طريقة عمل التجربة	١١٤
٢-٢-٤-٦	الحسابات	١١٥
٣-٢-٤-٦	وصف الطبقات بناء على فحص (CBR)	١١٩

الفصل السابع : تصريف مياه الأمطار

١-٧ مقدمة ١٢١
٢-7 أهمية صرف المياه ١٢١
٣-٧ متطلبات صرف المياه عن الطريق ١٢٢
٤-٧ أنواع صرف المياه..... ١٢٤
١-٤-٧ الصرف السطحي..... ١٢٤
٢-٤-٧ الصرف المغطى ١٢٥
٥-٧ العبارات ١٢٥
٦-٧ تصريف مياه الأمطار لطريق المشروع ١٢٦

الفصل الثامن : التكلفة وحساب الكميات

١-8 مقدمة ١٢٧
٢-٨ حساب تكلفة الطريق ١٢٧
١-٢-٨ حساب تكلفة الرصفة ١٢٧
٢-٢-٨ حساب تكلفة الحفر والردم..... ١٢٩
٣-٢-٨ تكلفة صيانة الطريق..... ١٣٠

الفصل التاسع : النتائج والتوصيات

١-٩ النتائج ١٣٢
٢-٩ التوصيات ١٣٣
١-٢-٩ توصيات خاصة بالمشروع ١٣٣
٢-٢-٩ توصيات خاصة بالجامعة ١٣٣

فهرس الملاحق

الملحق رقم (١) حسابات مضلع المشروع 134
الملحق رقم (٢) احداثيات طريق المشروع.....**151**
الملحق رقم (٣) حسابات المنحنيات الرأسية..... ....**166**
الملحق رقم (٤) حساب كميات الحفر والردم.....**169**
الملحق رقم (٥) صور مفصلة لطريق المشروع.....**87**

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الشكل	رقم الصفحة
1-1	الموقع العام لطريق المشروع	٦

2-1	شكل توضيحي لمصلع المشروع	19
٢-٢	**الموقع العام للمشروع**	٢٠
3-1	التدرج الهرمي للطرق	٣٩
3-2	أنواع الحركات المرورية	٤٤
٣-٣	الطريقة الميكانيكية في عد المركبات	٤٧
٤-٣	الطريقة الميكانيكية في عد المركبات	٤٧
٥-٣	المراحل التي يمر بها مستخدم الطريق عند رؤيته لوحة المرور	٦٣
١-٤	مقطع عرضي يوضح أجزاء الطريق	٦٦
٢-٤	ادخال الميول العرضية على الطريق	٦٨
٣-٤	الميول الطولية للطريق	69
4-4	**أشكال الحواجز**	73
١-٥	انواع المنحنيات الدائرية	77
٢-٥	عناصر المنحنى الدائري البسيط	78
٣-٥	**عناصر المنحنى الدائري المركب**	81
٤-٥	الرفع الجانبي للطريق	87
٥-٥	توسيع المنحنيات	92
٦-٥	أنواع المنحنيات	95
٧-٥	زاوية الميل الرأسية	96

٥-٨	**عناصر المنحنى الرأسي**	96
٥-٩	مسافة الرؤية للتوقف للمنحنى المحدب	99
٥-١٠	مسافة الرؤية للتوقف للمنحنى **المقعر**	100
٦-١	**طبقات الرصفة المرنة**	105
٦-٢	العلاقة بين الرطوبة والكثافة الجافة للتربة	115
٦-٣	العلاقة بين المقاومة والغرز	118
٦-٤	شكل لإيجاد سمك الطبقة الأسفلتية	120
٧-١	صرف المياه باستخدام الميول الجانبية	124
٧-٢	**انواع العبارات**	126

فهرس الجداول

رقم الجدول	الجدول	رقم الصفحة
٢-١	القراءات التي تم رصدها في الميدان	١٥
2-2	معدل الزوايا والمسافات الأفقية المرصودة من الميدان	١٨
٢-٣	النقاط المعلومة الإحداثيات	20
٢-٤	الإحداثيات الأولية لنقاط المضلع	22
2-5	إحداثيات المحطات غير المعلومة الأولية	29
٢-٦	إحداثيات المحطات الثابتة	30
٢-٧	المسافات الأفقية المقاسة	٣٠
٢-٨	الزوايا الأفقية المقاسة	٣١
٢-٩	إحداثيات المحطات المصححة	32
٢-١٠	المسافات الأفقية المصححة	٣٢
٢-١١	الزوايا الأفقية المصححة	٣٣
٣-١	جدول عد المركبات ليوم **الثلاثاء**	٥٣
٣-٢	جدول عد المركبات ليوم الاربعاء	٥٤
3-3	معدل المرور اليومي	٥٦
٣-٤	متوسط عدد السيارات خلال **٢٤ساعة**	٥٦
٣-٥	**مجموع ESAL**	٥٧
٣-٦	المسافة بين الإشارة والتقاطع	59
٣-٧	أمثلة لبعض العلامات الأرضية	65
٥-١	أطوال الأقواس والأوتار الجزئية	85
٥-٢	اقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السعة التصميمية	88
٥-٣	أقصى قيمة رفع جانبي	89

٤-٥	ميل المنحدر حسب السرعة التصميمية	90
٥-٥	قيمة الميول الرأسية العظمى	98
٦-٥	kc قيمة لمنحنى محدب حسب السرعة التصميمية	101
٧-٥	ks قيمة لمنحنى مقعر حسب السرعة التصميمية	102
١-٦	حجم الرور	108
٢-٦	CBR العلاقة بين الأحمال القياسية وقيم الغرز	111
٣-٦	طرق تحضير العينات لفحص كاليفورنيا	111
٤-٦	تقييم نتائج فحص كاليقورنيا	112
٥-٦	المواصفات المطلوبة لنيبة تحمل كاليفورنيا في الاردن وفلسطين	112
٦-٦	أقل سمك لدرجات الطرق المختلفة	113
٧-٦	نتائج تجربة كالبفورنيا	116
٨-٦	الحمل القياسي عند غرز (٢.٥,٠) ملم	117
٩-٦	أنواع وسماكات طبقات الطريق	120
١-٨	تكلفةطبقات الرصفة المرنة	131
٢-٨	تكلفة الحفر والردم	131

المصادر والمراجع

١- روحي الشريف، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الأردن، ١٩٨١.

٢- محمود حميدان قديد ، تخطيط النقل الحضري ، رسالة ماجستير.

٣- كتاب دليل التصميم الهندسي للطرق ،وزارة الشؤون البلدية والقروية_الأردن.

٤- م.فهيم الله حمدان حجو ، المدخل لعمل المساحة في الطريق .

٥- يوسف صيام، عبد الله الفرني ،سعد القاضي ، تغطية مساحية للطرق، دار مجدلاوي للنشر ، عمان ، الأردن ، ١٩٩٩.

٦- يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان،١٩٧٨.

٧ - سالم، محمود توفيق ، هندسة النقل والمرور (1)، دار الراتب الجامعية، لبنان 1985.

8- Paul R. Wolf, Adjustment Computations Statistics and Least Squares in Surveying and GIS, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997.

9- American association of state highway and transportation officials edition 2001

10- Prof. Saad Agadhi – CE 436- Traffic Engineering – king saud university .

11- AASHTO Geometric design for highway and streets 2001 .

مصادر الكترونية :

12- http://www.wisc-online.com/objects/ViewObject.aspx?ID=ENG10803

13- http://www.sddot.com/pe/roaddesign/plans_rdmanual.asp

14- http://www.pavementinteractive.org/index.php?title=ESAL

15-www.arab-eng.org/vb/forumdisplay.php?f=5

المقدمة

١-١ تعريف الطرق بشكل عام

تكمن أهمية الطرق في التطور الحضري للمدينة ومساعدة الإنسان في الارتقاء والوصول لسبل الراحة، فالطرق تعالج مساحة المنطقة المراد فتح طريق فيها ودراسة طبيعة المنطقة وطبوغرافيتها، ودراستها من ناحية جيولوجية، وخصائص المنطقة،وإعداد تصميم هندسي للطريق يليق في جميع النواحي الهندسية والبشرية بحيث يخدم جميع مستخدمي الطريق،والسكان في تلك المنطقة.

ويعرف التصميم الهندسي للطريق على انه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسارات، مسافات الرؤية،العروض،الانحدارات،السرعات التصميمية للطريق،المنحنيات الراسية والأفقية،ولا بد لهذا التصميم من التعامل مع كافة أصناف الطرق. فمنها التي تصل بين الأقطار المتجاورة أو تصل بين المدن و القرى أو بين القرى نفسها .

وفي النتيجة لابد من الوصول إلى طرق لا تسبب الحوادث وتحقق الانسياب التسلسلي بجعل جميع عناصر الطريق تتماشى مع توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم.كذلك لا ننسى كافة مستخدمين الطرق.

١-٢ نبذة تاريخية عن الطرق

نتابع تسلسل الطرق من القدم منذ ظهور الإنسان إلي يومنا هذا نشاهد الفرق الكبير والتطور الفائق الذي يلبي حاجات الإنسان في كل مرحلة .

ونلاحظ بعدم وجود تاريخ محدد لمولد الطرق ولكن مع توطن البشر وبداية حياته ومسيرته قد بدا بشق طريقه بواسطة قدميه،عن طريق مسالك صغيرة للبحث عن الماء والغذاء والمسكن ليؤمن عيشه.إلى أن تم استئناس الحيوانات في التنقل فكانت المسارات التي سلكها الإنسان بحيواناتهم هي أول طرق عرفها البشر، ويعود تاريخ الطرق الحديثة إلي اليوم الذي اخترع فيه الإنسان العجلة بعدها عرف الإنسان أول طريق مرصوفة بالحجار. ومع بداية القرن التاسع عشر ميلادي أنشئت ألاف الكيلو متر من الطرق وأخذت بعين الاعتبار تصريف المياه، والتأسيس على أرضية صلبة وتصميم المنحنيات الأفقية والراسية.

وعندما أصبح جل الحديث في كيفية تحقيق سبل الراحة والأمان والسلامة لمستخدمي الطريق بدأت أعمال الرصف وزيادة عرض الشارع والحارات و اختلاف أنواع الإسفلت وسماكة طبقاته. ومراعاة تطور حاجة الإنسان للسرعة بتطوير وسائل النقل وتنوعها لتلبية متطلبات السكان وتعداده.

كما منذ القدم كان التركيز على الطرق الرئيسية التي تصل المدن ببعضها البعض وهنا ننوه إلى تقسيم الطرق في وقتنا الحالي فمنها طرق رئيسة تصل المدن الكبرى ببعضها البعض، طرق الفرعية داخل المدن وتصل القرى ببعضها البعض، طرق محلية داخل المدينة وتصل الأحياء ببعضها البعض.

١-٣ نبذة تاريخية عن مدينة الخليل

تقع مدينة الخليل الفلسطينية إلى الجنوب من القدس في الضفة الغربية وتبعد عن العاصمة القدس حوالي ٣٥ كم وتعتبر من اكبر المدن الفلسطينية من حيث عدد السكان والمساحة. وسميت مدينة الخليل بهذا الاسم نسبة إلى نبي الله سيدنا إبراهيم الخليل.

الخليل من أقدم مدن العالم وتاريخها يعود إلى ٥٥٠٠ عام، نزلها سيدنا إبراهيم عليه السلام منذ نحو ٣٨٠٠سنة، وسميت بالخليل نسبة إليه (خليل الرحمن) وكلمة خليل بالعربية تعني الصديق والخليل بذلك ثاني المدن المقدسة في فلسطين عند المسلمين، وتضم الكثير من رفات الصحابة وفي مقدمتهم شهداء معركة أجنادين.

ولمدينة الخليل أهمية دينية وأثرية بين المدن الفلسطينية بسبب الأماكن الأثرية الموجودة فيها مثل الحرم الإبراهيمي الشريف،كنيسة المسكوبة،بلوطة سيدنا إبراهيم،بئر حرم الرامة.

بلغت مساحة محافظة الخليل قبل الحرب الاسرائلية عام ١٩٤٨ حوالي ٢٠٧٦ كيلو متر مربع ولكن بعد ترسيم خط الهدنة عام ١٩٤٩ فقدت المحافظة مساحة تقدر بحوالي ٥١% من مساحتها الكلية حيث بلغت مساحة المحافظة الحالية ١٠٦٧ كيلو متر مربع أما مساحة المدينة تبلغ ٢٢.٨ كيلو متر مربع.

ويصل عدد سكان المدينة حوالي ٣٢٠ ألف نسمة عام ٢٠١٠ فهذا العدد الكبير بحاجه إلى شبكة طرق تخدمه وتواكب تطوراته ولا بد لهذه الطرق من إعطاء للمدينة شكلها الخاص المميز بمساحة طرقها وعروضها واستيعابها للسكان ومستخدمين الطرق وتلبية حاجاتهم.

١-٤ دور المساحة في تصميم الطرق

تستند أعمال تصميم مشاريع الطرق على قدر هائل من المعلومات المهمة ، هذه المعلومات تحتاج إلى تصور حقيقي وحسابات دقيقة لتنتج تخطيط أفضل وتصميم أكثر تجاوباً مع الأهداف المطلوبة، وغياب هذه المعلومات يؤدي إلى تخطيط عشوائي وخسارة فادحة ، لذا كان لابد من توفر أجهزة مساحية وبرامج تصميم هندسية خاصة لتغطية هذه الحسابات.

وفي العقود الثلاث الماضية ازداد الإقبال على أجهزة قياس المسافات الإلكترونية واستخدام وسائل المساحة الجوية ومعلومات الأقمار الصناعية بالنظر لما توفره هذه المصادر من توفير للوقت والجهد ودقة هائلة في القياس وفي هذه الدراسة تم استخدام العديد من هذه الأجهزة والبرامج.

١-٥ فكرة المشروع

تكمن فكرة المشروع في إيجاد طريق بديل عن الطريق الموجود في المنطقة الصناعية (الفحص) كمخرج للطريق الالتفافي وتصميمه لتحمل الحجم المروري الكبير المتوقع في السنوات القادمة وتقليل الضغط المروري عن المنطقة الصناعية ، وتوجهنا في هذا المشروع إلى دراسة طريق ترابي وتصميمه حسب مخططات بلدية الخليل، وإيجاد جميع العناصر اللازمة للتصميم من مخططات،محطات لرصد الطريق ورفعه، ربط المحطات بالإحداثيات الفلسطينية ، كذلك الاهتمام في التخطيط الأفقي والراسي، الميول الجانبية والأفقية للطريق، وجانب تصريف المياه، تصميم القطاعات العرضية وتحديد عدد المسارات وعرض الحارات وتعين الجزيرة الوسطية وعرضها، تصميم أرصفة المشاة وعرضها، إشارات المرور لجميع مستخدمي الطريق، والإنارة .

طول الطريق الترابي ١٢٠٠ متر ويصل بين منطقة سوق الخضرة لبلدية الخليل وبين الطريق الالتفافي ويمر الطريق عبر منطقة واد المغير (الحرايق) ليخدم سكان المنطقة بأكملها ولا بد من مراعاة أن معظم الأراضي في تلك المنطقة زراعية وتحتاج إلى خدمات عديدة يصب في صلبها الطرق .

١-٦ هيكلية المشروع

يتدرج المشروع بمجموعة من الفصول والترتيب التالي تم التشاور بها بين فريق عمل المشروع والمشرف على وضع هيكلية للبحث تراعي قدر الإمكان تغطية كاملة لما يحتاجه أي طريق من أعمال مساحية لازمة لتصميمها وكانت كالأتي

- **الفصل الأول** : فصل المقدمة ويشمل مجموعة من العناوين نبذة عامة عن الطريق، تعريف الطرق وأهميتها، نبذة تاريخية عن مدينة الخليل،فكرة المشروع، علاقة المساحة بالطرق،موقع المشروع، آلية العمل ، والاجرءات الرئيسية الأساسية والعديد من الأفكار .

- **الفصل الثاني** : المضلع وحساباته ويشمل تصحيح الزوايا والمسافات، حساب الانحراف عن خط الشمل (azimuth) لكل خط، حساب الإحداثيات لكل محطة رصد وتصحيحهم .

- **الفصل الثالث** : هندسة النقل والمرور ، حيث يشمل على حساب حجم المرور ، **انواع اشارات المرور** وأهميتها في الطرق .

- **الفصل الرابع** : التصميم الهندسي للطريق ، حيث يشمل على اسس تصميم الطريق ، العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطرق .

- **الفصل الخامس** : التخطيط الأفقي والرأسي للطريق ، حيث يشمل على المنحنيات الأفقية والدائرية ، القوة الطاردة المركزية وتأثيرها على المركبات ، التعلية ، **حساب طول المنحنى الرأسي** .

- **الفصل السادس** : التصميم الإنشائي للطريق ، حيث يشمل على ، **انواع الرصفات المستخدمة في الطرق** ، حساب سماكة الطبقات الإنشائية للطريق ، فحص نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) لتربة الطريق .

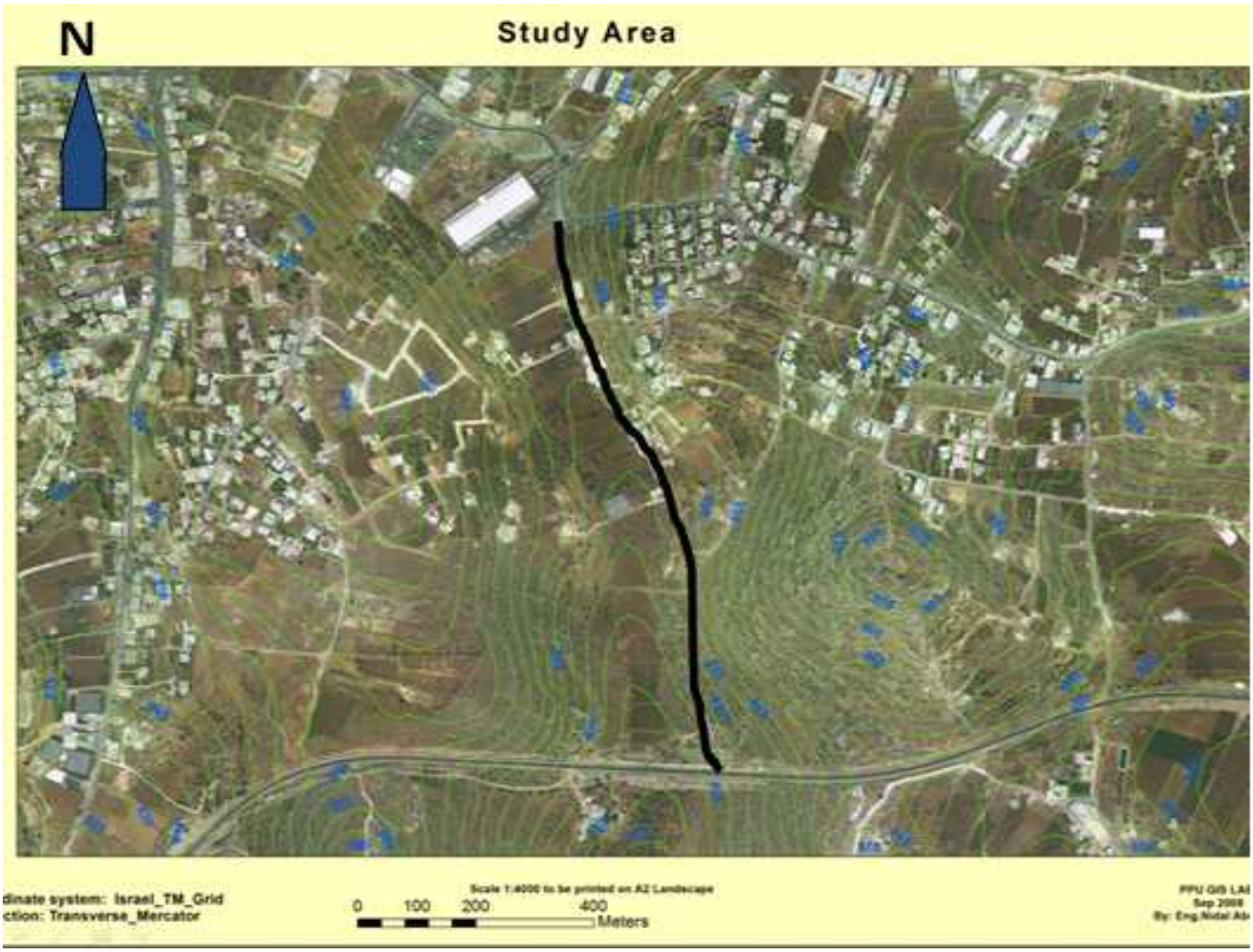
- **الفصل السابع** : تصريف المياه : حيث يشمل على ، أهمية صرف المياه ، أنواع صرف المياه ، متطلبات صرف المياه عن الطريق .

- **الفصل الثامن** : التكلفة وحساب الكميات : حيث يشمل على ، حساب كميات الحفر والردم وتكلفتها ، حساب تكلفة الطبقات الإنشائية للطريق .

١-٧ موقع المشروع

يقع الطريق المراد تصميمه في المنطقة الجنوبية لمدينة الخليل (منطقة الحرايق) ، واد المغير ،**خلف سوق** الخضرة المركزي لبلدية الخليل. يعتبر الطرق حلقة وصل بين تلك المنطقة والشارع الالتفافي بحيث يعتبر احد المخارج الرئيسية لمدينة الخليل .

والشكل التالي يوضح موقع المشروع:



شكل (١-١) الموقع العام لطريق المشروع .

١-٨ خطة العمل

- تعين فكرة المشروع بالاستناد إلى المشرف المسئول عن فريق العمل واستكشاف موقع الطريق وحاجة المنطقة إلى تصميم الشارع وإصلاحه.
- القيام بزيارة ميدانية (استطلاعية) للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة بالمشروع والتفاصيل الهامة للتصميم وتعيين نقاط المضلع الكاشفة لأجزاء الطريق(stations).
- تعين نقاط معلومة الإحداثيات قريبة من المنطقة لنستطيع سحب مضلع منها بحيث نحتاج إلى البدء بنقطتين معلومتين الإحداثيات والانتهاء بنقطتين معلومات الإحداثيات.
- سحب مضلع (linked traverse) وتعين محطات على طول الطريق لنستطيع رفع الطريق منها بجميع تفاصله.
- إدخال القطا على برنامج auto desk وإخراج إحداثيات كل محطة.
- معالجة القطا من الأخطاء وذلك باستعمال Adjustment by Least Squares وذلك من اجل دقة العمل المساحي .
- إجراء الحسابات اللازمة للقراءات المأخوذة يدويا وكتابتها في الملاحق .
- البدء بكتابة مقدمة المشروع مراعياً الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة مع مراجعة المشرف باستمرار للحصول على التوجيهات المناسبة والالتزام بالقواعد.
- تجهيز المقدمة لشكل نهائي وتسليمها للمشرف للمصادقة عليها ، وهذه الأعمال كانت في الفصل الأول .
- أما بالنسبة لأعمال الفصل الثاني ، قمنا برفع الطريق بشكل كامل ، ومن ثم قمنا بإدخال القطا الرصودة باستخدام برنامج (CIVIL 3D) .
- ومن ثم بدأنا بتصميم الطريق ، وإخراجه بالشكل النهائي ، وحساب كميات الحفر والردم ، وفي نفس الوقت كنا نقوم بكتابة الفصول المتبقية لمشروع التخرج .

١-٩ أهداف المشروع

جميع الأعمال التي نقوم بها في هذه الدراسة والدراسات الأخرى جميعها تصب في المصلحة العامة وخدمة المجتمع وتحسين مستوى المعيشة للإنسان وفي ميدان الطرق تصب المصلحة في خدمة مستخدمين الطريق في الدرجة الأولى لذلك نحاول جاهدين استخدام شتى الوسائل العلمية (النظرية والعملية)،الهندسية في مجال الطرق. والنقاط التالية توضح ابرز الأهداف من هذه الدراسة.

استنادا لقانون جامعة بوليتكنك فلسطين تم دراسة هذا المشروع الهندسي ضمن تخصص هندسة مساحة وجيوماتكس , استكمالا للمتطلبات الذي نحتاجها من اجل الحصول على شهادة البكالوريوس في تخصص هندسة مساحة وجيوماتكس والتخرج من الجامعة.

- تامين طريق في منطه واد المغير تصل سكانها بالمدينة بشكل امن و يلبي حاجة المنطقة .
- خدمة سكان المنطقة وتسهيل تنقلهم من والى بيوتهم .
- بناء الطريق بشكل هندسي ليخدم مستخدمي الطريق السيارات بأنواعها والمشاة .
- تصميم الطريق حسب قانون وزارة الأشغال العامة للطرق والمواصلات في فلسطين.
- إيجاد حق للمواطن الفلسطيني للبناء في تلك المنطقة واعتبارها ضمن حدود بلدية الخليل وتخضع لقوانينها.
- تامين الطريق باعتبارها مخرج لمدينة الخليل إلى الطريق الالتفافي.
- توفير جميع العاصر اللازمة للمشروع.
- إنشاء بنية تحتية للطريق.
- تقليل ضغط الحجم المروري عن الطرق المجاورة باعتبار الطريق مخرج رئيسي من المدينة في المنطقة الجنوبية .

١-١٠ طريقة البحث

- اتفاق مجموعة العمل بتحديد موضوع الدراسة تصميم شارع واد المغير بمراجعة المشرف والمصادقة عليه ليكون مشروع تخرج لنا أعضاء المجموعة
- تصديق الجامعة على هذا المشروع والتأكد من انه ينفذ للمرة الأولى من قبل دائرة الهندسة المدنية
- زيارة بلدية الخليل والتأكد من وجود الشارع ضمن مخططتها وإحضار المخطط للاستناد إليه في العمل
- قيام فريق العمل باستكشاف الطريق وتحديد المدخل والمخرج وتحديد المشاكل التي قد تواجهنا إثناء سير العمل وتنفيذ الأمور المتعلقة بالطريق وجميع التفاصيل المرتبطة في المشروع
- تحديد آلية العمل والمسار الذي نود سلوكه في تنفيذ الدراسة
- البحث في الكتب والمراجع للاستفسار عن خصائص التصميم الهندسي والأمور المتعلقة في الطرق .
- كتابة مقدمة مشروع التخرج اخذين بعين الاعتبار القواعد والشروط الواجب توافرها في المقدمة مع مراجعة المشرف في جميع الأمور المتعلقة في المشروع لتأكيد العمل
- مناقشة مقدمة مشروع التخرج مع اللجنة المشرفة والتأهل للقيام بمشروع التخرج حسب شروط الجامعة .
- كتابة الفصول المتبقية لمشروع التخرج ، وتصميم الطريق بشكل نهائي .
- مناقشة مشروع التخرج .

١-١١ العوائق والصعوبات في المشروع

- المخططات في بلدية الخليل لا تغطي الشارع المراد عمل الدراسة عليه في واد المغير وبالتالي حاولنا البحث عن مصادر أخرى ولكن لم نحصل على شيء .
- عدم توفر نقاط معلومة الإحداثيات بالقرب من الشارع مما تطلب الكثير من الوقت والجهد للحصول على نقاط معلومة الإحداثيات وذلك لان الشارع قريب من نقطتين إسرائيليتين ومستوطنة.
- معظم الشارع ترابي وغير منتظم مما يحوي على كميات كبيرة من الحفر والردم .

- منطقة واد المغير تعتبر منطقة (سي) حسب التصنيف الاسرائلي مما تطلب اللباس العاكس أثناء العمل وعدم القدرة على استخدام أجهزة المساحة بالقرب من الشارع الالتفافي .
- الشارع مغلق في نهايته من قبل الاحتلال الإسرائيلي.
- البحث عن نقاط بعيدة عن الطريق لصعوبة استخدام الأجهزة بالقرب من الشارع الالتفافي.
- مرور الطريق من أراض زراعية وإحالة المواطنين في بعض الأحيان دون العمل المساحي .

١-١٢ الدراسات السابقة

بعد البحث المتواصل والمتكرر في الجامعة ومراجعة بلدية الخليل المسئولة عن الشارع لم نستطيع الحصول على أي دراسة سابقة للشارع. وبعد مراجعة المشرف قرر فريق العمل بالحصول على دراسة مشابهة قدر الإمكان لشارعنا مع مراعاة الخصائص والاختلافات والمشاكل الخاصة بدراستنا.

١-١٣ الأجهزة والأدوات والبرامج المستخدمة في المشروع

- جهاز المحطة الشاملة Total station type Trimble
- حامل الجهاز
- عاكس
- شاخص
- حامل شاخص
- شريط قماشي لقياس المسافات بالمتر
- ميزانية شاخص
- جهاز نظام الإحداثيات العالمي(GPS)global position system
- علبة رش لتميز النقاط وتعين أسمائهم

- مطرقة شاكوش
- قضبان حديد رفيعة السمك وطويلة لتثبيتها بالأرض كعلامات ثابتة
- قبعات رؤوس للحماية من حرارة الشمس
- لباس عاكس لتتميز الأشخاص
- أجهزة اتصال بين الفريق (مخاشير)
- برنامج (Auto desk)
- برنامج (Adjustment)
- برامج (office)
- برنامج (Civil 3D)

الفصل الأول

١

المقدمة

١.١ تعريف بالطرق بشكل عام
١.٢ نبذة تاريخية عن الطرق
١.٣ نبذة تاريخية عن مدينة الخليل
١.٤ دور المساحة في تصميم الطرق
١.٥ فكرة المشروع
١.٦ هيكلية المشروع
١.٧ موقع المشروع
١.٨ خطة العمل
١.٩ أهداف المشروع
١.١٠ طريقة البحث
١.١١ العوائق والصعوبات في المشروع
١.١٢ الدراسات السابقة
١.١٣ الأجهزة والأدوات والبرامج المستخدمة في المشروع

الفصل الثاني

٢

الأعمال المساحية

٢.١ المقدمة

٢.٢ مرحلة الأعمال الاستطلاعية للموقع

٢.٣ الأعمال المساحية الأولية

٢.٤ الأخطاء المساحية

٢.٥ القراءات

٢.٦ المضلع

٢.٧ الأعمال المساحية النهائية

الفصل الثالث

٣

هندسة النقل والمرور

٣.١ مقدمة

٣.٢ التصنيف الوظيفي للطرق

٣.٣ المساحة المخصصة للظل

٣.٤ المشكلات التي تتعلق بقطاع المرور

٣.٥ حركة الظل والمرور

٣.٦ المرور وأنواعه

٣.٧ حجم المرور (Traffic Volume)

٣.٨ علامات وإشارات المرور

٤.٨ عملية عد المركبات

الفصل الرابع

٤

التصميم الهندسي للطريق

٤.١ مقدمة

٤.٢ أسس التصميم الهندي للطرق

٤.٣ العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق

الفصل الخامس

٥

التخطيط الأفقي والعرضي للطريق

٥.١ مقدمة

٥.٢ التخطيط الأفقي للطريق

٥.٣ القوة الطاردة المركزية

٥.٤ التخطيط الرأسي للطريق

الفصل السادس

٦

التصميم الإنشائي للطريق

٦.١ مقدمة

٦.٢ أنواع الرصفات

٦.٣ العناصر الإنشائية للرصفة

٦.٤ العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفات

الفصل السابع

٧

تصريف مياه الأمطار

٧.١ مقدمة

٧.٢ أهمية صرف المياه

٧.٣ متطلبات صرف المياه عن الطريق

٧.٤ أنواع صرف المياه

٧.٥ العبارات

٧.٦ تصريف مياه الأمطار لطريق المشروع

الفصل الثامن

٨

تكلفة المشروع

٨-١ مقدمة

٨-٢ حساب تكلفة الطريق

٨-٢-١ حساب تكلفة الرصفة

٨-٢-٢ حساب تكلفة الحفر والردم

٨-٢-١ تكلفة صيانة الطريق

الفصل التاسع

٩

النتائج والتوصيات

٩.١ النتائج

٩.٢ التوصيات

الملاحق

١. حسابات مضلع المشروع

٢. احداثيات طريق المشروع

٣. حسابات المنحنيات الرأسية

٤. حساب كميات الحفر والردم

٥. صور مفصلة لطريق المشروع

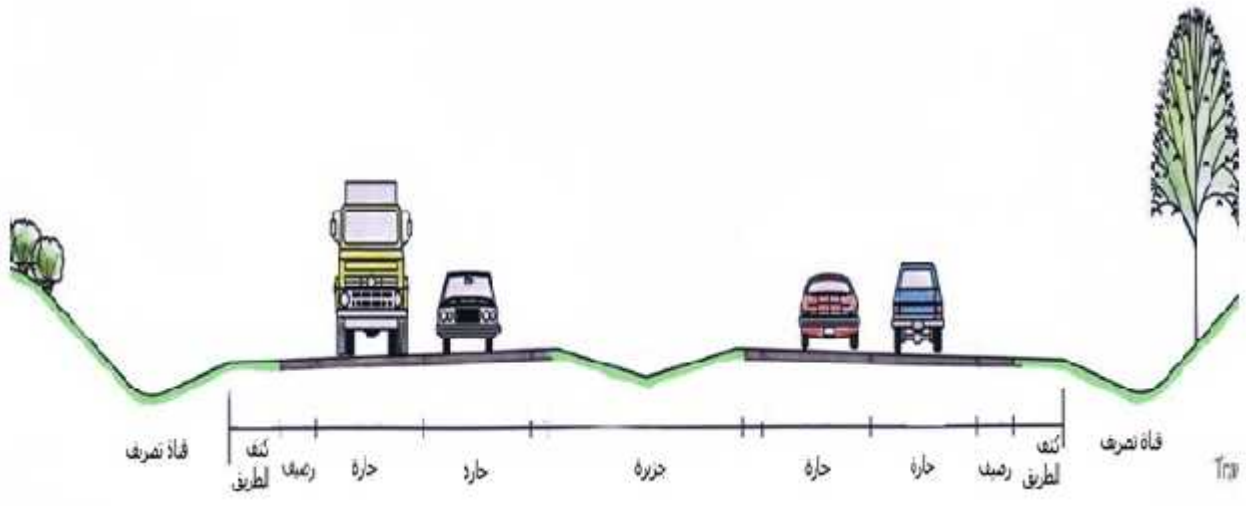
التصميم الهندسي للطريق

٤-١ مقدمة :-

يشمل التصميم الهندسي للطرق الأجزاء الظاهرة من الطريق ولذلك يجب أن يغطي هذا التصميم الانحدارات سواء كانت طولية أو عرضية، والتصميم الأفقي والرأسي للطريق، ومسافات الرؤية والتوقف والتجاوز، وتصميم القاطعات، ويجب أن يفي التصميم بالأمور المتعلقة بالسلامة المرورية على الطريق.

ولتصميم طريق جديد أو تأهيل طريق قديم يجب الانتباه إلى عوامل مختلفة يتأثر بها التصميم.لذلك يجب الأخذ بما يلي:

١- أن يتمشى التصميم مع حجم المرور المتوقع للمتوسط اليومي ولساعة الذروة مع نوع المركبات وسرعتها.
٢- أن يؤدي الطريق إلى قيادة آمنة للسيارات والسائق.
٣- أن يكون التصميم متكاملا مع تجنب التغيرات المفاجأة على المنحنيات أو الانحدارات.
٤- أن يكون التصميم شاملا لجميع الوسائل الضرورية من علامات الإرشاد والتخطيط والإضاءة.
٥- أن يكون التصميم اقتصاديا بقدر الإمكان.



شكل (٤-١) مقطع عرضي يوضح اجزاء الطريق

٤-٢ أسس التصميم الهندسي للطرق:-

- يجب مراعاة الأمور التالية عند القيام بالتصميم الهندسي للطريق :-

٤-٢-١ حجم المرور:

يعتبر حجم المرور من الأسس الرئيسية التي يجب أن تؤخذ في **الاعتبار** على أن يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع.

٤-٢-٢ تركيب المرور:

وهذا يتطلب تحديد نسبة العربات **بالنسبة لحجم** المرور الساعي التصميمي.

٤-٢-٣ السرعة : وتشمل :-

* **السرعة التصميمية :** هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة بأمان على طريق رئيسي عندما تكون أحوال الطقس مثالية وكثافة المرور منخفضة وتعتبر مقياساً لنوعية الخدمة التي يوفرها الطريق. **والسرعة** التصميمية عبارة عن عنصر منطقي بالنسبة لطبوغرافية المنطقة.

* **سرعة الجريان Running Speed:** تعتبر السرعة الجارية للمركبة في قطاع معين من الطريق عبارة عن **المسافة المقطوعة مقسومة على زمن الرحلة** (فقط زمن سير المركبة) .

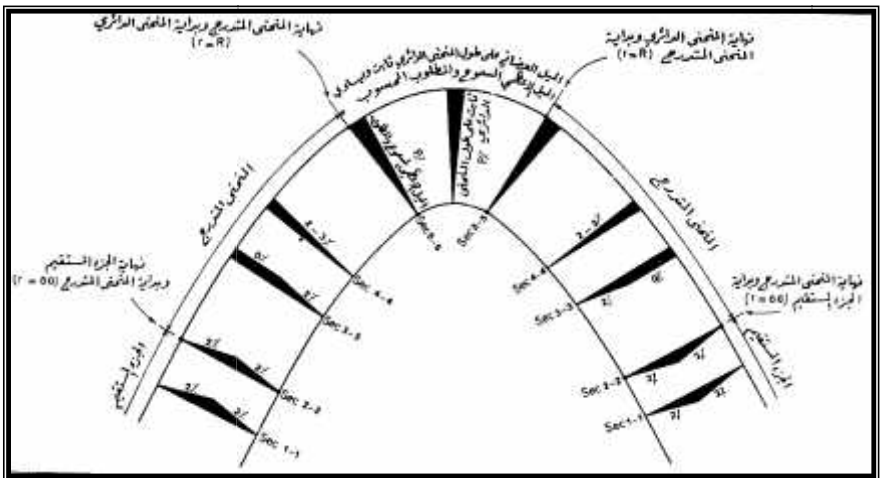
* **السرعة اللحظية المتوسطة .Average Spot Speed** : هي عبارة عن المتوسط الحسابي للسرعات لجميع المركبات عند لحظة محددة لجميع المركبات عند نقطه محددة بقطاع صغير من الطريق.

٤-٢-٤ عرض الحارة (lane width):

يلعب عرض الحارة دورا كبيرا في سهولة القيادة ودرجة الأمان على الطريق ويجب أن لا يقل عرض الحارة عن 3 أمتار. وفي حالة الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض الحارة 3.75 متر نظرا لمرور عربات القص بسرعة كبيرة.

٤-٢-٥ الميول العرضية:

لتسهيل عملية صرف المياه يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق. وقد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ. وفي حالة وجود جزيرة وسطى فإن كل اتجاه يعمل به ميل خاص به كما لو كان من حارتين.

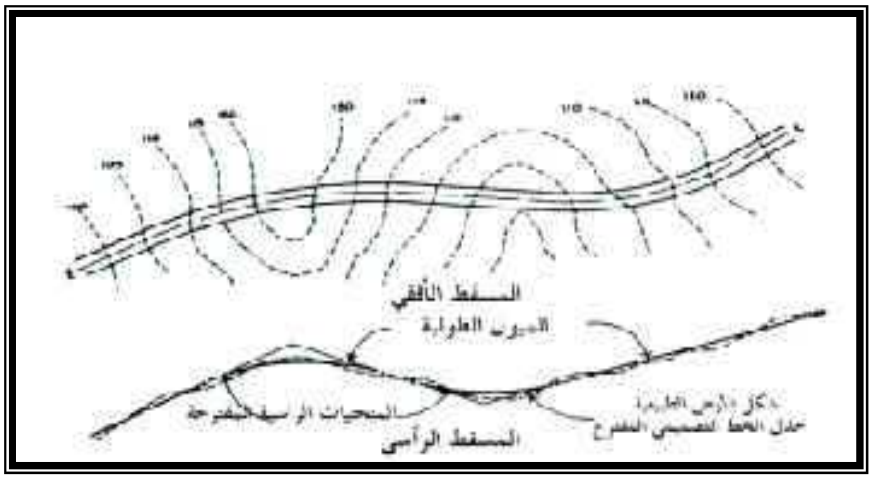


شكل (٤-٢): إدخال الميول العرضية على الطريق

٤-٢-٦ الميول الطولية :

في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب. وفي المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض الطبيعية فإن السطح السفلي للرصف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي 0.5 متر على الأقل . وفي المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكتف الطريق

أعلى من منسوب الصخر بـ0.3 متر على الأقل ، وهذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري غير الضروري .ويعتبر الميل 0.25% هو أقل ميل لصرف الأمطار .



الشكل (٤-٣) : الميول الطولية للطريق

٤-٣-٧ الميول الجانبية(side slopes):

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

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

٤-٢-٨ الأكتاف (shoulders):

تزود الطرق السريعة بأكتاف جانبية لإيواء العربات المتوقفة أو استخدامها في حالات الطوارئ. كما تعمل الأكتاف على المحافظة على طبيعة الأساس والسطح الخاصة بالطرق. ويتراوح عرض الكتف بين 1.25متر كحد أدنى و3.6 متر كحد أقصى للطرق السريعة. ويجب أن تزود الأكتاف بميول عرضية كافية لتصريف المياه من الطريق جانبيا ولكن يجب أن لا يزيد هذا الميل إلى الحد الذي يسبب خطورة على العربات المتوقفة عليه.

٤-٢-٩ الأرصفة (sidewalks):

تعتبر الأرصفة داخل المدن جزء مكمل للشوارع. أما الشوارع المارة بالقرب من الضواحي عند مناطق المدارس والمصانع والأسواق فالحاجة إليها تكون ملحة. وبالطبع تعتبر الأرصفة حالة خاصة جدا ووجودها يتوقف على مرور المشاة وعلى سرعة وعدد العربات المارة هذا بالإضافة إلى إمكانية وجود خطر بالنسبة للمشاة في هذه المناطق.

٤-٢-١٠ الاطاريف(curb stones):

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

تقوم الاطاريف غالباً بغرض أو أكثر من هذه الأغراض. وتتميز الاطاريف بأنها بروز ظاهره أو حافة قائمة وتبدو الحاجة إليها كثيراً في الطرق المارة بالمناطق السكنية كما أن هناك مواقع بعض الحالات في الطرق الخلوية يلائمها بل ويجب أن يعمل لها الاطاريف.

٤-٢-١١ الجدران الاستنادية (Retaining walls):

إن إنشاء الجدران الاستنادية على جوانب الطرق يكون بناءا على عوامل تحتم علينا إنشاؤها في تلك المناطق حيث انه إذا كان حرم الطريق ضيق و كانت التربة لا تستطيع الثبات على ميول شديدة الانحدار فإنه لا بد من استعمال الجدران الاستنادية لمنع التربة من الانهيار و بالتالي منعها من الخروج عن حدود الطريق، و يكون هذا ضروري بشكل خاص في مناطق المدن حيث انه تكون الأراضي مرتفعة الثمن و كذلك يكون وجود الجدران الاستنادية مهم عندما يكون هناك نية للبناء علة جوانب الشوارع أو عند احتمال وقوع انهيارات على جوانب الطريق، و يتطلب الأمر حماية الشوارع من المياه،و يتم إنشاء الجدران الاستنادية من الخرسانة المسلحة ، حيث يصمم أساس الجدار بعرض كاف يتناسب مع قوة التحمل للتربة المبني عليها و يعلو الأساس جدار بعرض كاف تمكنه من مقاومة قوة دفع التراب الذي يسنده و يكون إنشاءها باهظ الثمن لذلك يجب إجراء دراسة للمنطقة المراد إنشاء جدار استنادي عليها و تحديد مدى أهمية وجود الجدار في تلك المنطقة.

٤-٢-١٢ عربات التصميم(design vehicles) :

إن جميع الطرق تقريبا تمر عليها عربات خاصة و عربات عامة و عربات نقل، و لذلك يجب معرفة خصائص هذه العربات مثل الأبعاد الرئيسية و الوزن و القدرة، حيث يتم التصميم بناءا على ذلك.

٤-٢-١٣ الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية (Guardrail and Guide Posts):-

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

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

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

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

٤-٢-١٤ الحواجز (Curbs):

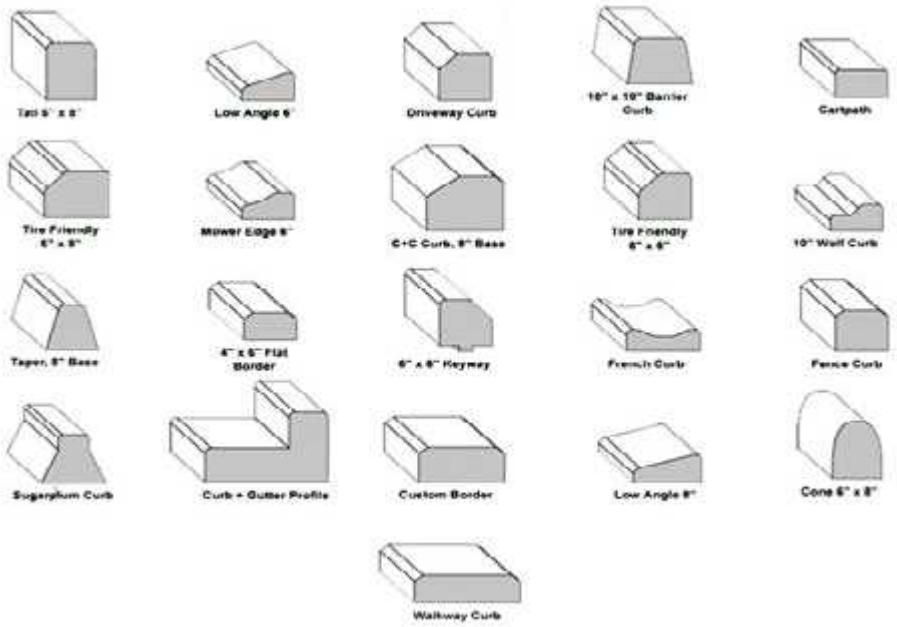
تحدد الحواجز عرض الرصف وبذلك تساعد السائق على القيادة الآمنة وعموما فالغرض من الحواجز هو:-

- التحكم في عمليات الصرف السطحي.
- منع العربات من الخروج عن الطريق المرصوف وخاصة عند المناطق الخطرة.
- تحدد حافتي الرصف وتحميهما وخاصة في حالة الطرق الخلوية غير المرصوفة أكتافها.
- وهنالك نوعان رئيسان من الحواجز:

النوع الأول وهو مرتفع عن منسوب الرصف بصورة تمنع العربات من الخروج عن حدود الرصف والصعود إلى أعلى البردورة ومنها إلى الرصيف، ويتراوح ارتفاع مثل هذه الحواجز بين (15- 50)سم وقد يكون لها قطاع من درجتين، ويستخدم هذا النوع من البردورات في حالة الكباري وأرصفة الموانئ وأرصفة المشاة (ارتفاع لا يتعدى 20سم) حتى لا تتسبب في إصابة الصدامات (Bumpers).
وتستخدم أيضا في حالة الجزر الفاصلة للطرق والشوارع الرئيسية.

والنوع الثاني هو النوع المسطح حيث لا يرتفع منسوبه عن منسوب الرصف وفي هذه الحالة يكون **سطح الحاجز مائلا للانتقال** التدريجي من سطح الطريق إلى مداخل الكراجات على سبيل المثال.

ويستخدم هذا النوع من **الحواجز** أساساً في حالة الجزر الفاصلة وفي حالة الطرق الخلوية لعمل فاصل بين سطح الطريق المرصوف والأكتاف التي قد لا تكون مرصوفة أو مرصوفة رصفا طفيفا، كما تستخدم هذه **الحواجز** أيضا في حالة تخطيط التقاطع القنواتي، والشكل (4-3) يوضح وضع الحاجز بالنسبة للطرق الحضرية.



شكل (٤-٤): أشكال الحواجز.

٤-٢-١٥ الجزر الفاصلة بين الاتجاهين (Medians):

تستخدم الجزر الفاصلة لفصل حركة المرور المعاكسة وجميع الطرق الحديثة مزودة بجزر فاصلة وخاصة إذا كانت من أربع حارات أو أكثر.

ويجب أن يكون عرض هذه الجزر كافيا لتأدية الغرض الذي من أجله أنشئت وخاصة لتقليل تأثير الأضواء المبهرة الصادرة من المرور المعاكس ليلا، هذا بالإضافة إلى حماية العربات المعاكسة من التصادم ولإمكان التحكم في المناطق المسموح فيها في الدوران في حالة التقاطعات السطحية، ويتراوح عرض هذه الجزر بين (1.25- 18) **مترا** أو أكثر ، وبالطبع ليس هنالك ضرورة لان يكون هذا العرض ثابتا على طول الطريق فهو يتغير حسب الحالة ، كما أن منسوب الطريق في الاتجاهين قد يكون مختلفا .

٤-٣ العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق:-

٤-٣-١ النقاط الحاكمة:

وهي النقاط الأساسية التي يمر بها مسار الطريق، وتقسم إلى قسمين:

أ- نقاط يجب أن يمر بها الطريق(إجبارية):

وهذه قد تتسبب في زيادة طول المسار **والمرور** في مناطق صعبة، ومن أمثلة هذه النقاط: **موقع جسر، ممر جبلي** ، مدينة متوسطة،...الخ.

ب- نقاط يجب الابتعاد عنها:

وهذه المناطق يجب أن نبعد مسار الطريق **قدر الإمكان** عنها مثل مناطق العبادة، **المدافن**، المنشات الضخمة عالية التكاليف.

٤-٣-٢ حجم المرور:

يجب الأخذ بعين الاعتبار عند تخطيط الطريق حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا، لذلك يجب عمل الدراسات اللازمة لعدد السيارات الحالي ونسبة الزيادة المتوقعة في عدد السيارات في

المستقبل بالإضافة إلى تحديد أنواع السيارات المتوقع استخدامها للطريق لما له من أهمية كبيرة لمعرفة في تحديد حجم المرور.

٤-٣-٣ التصميم الهندسي للطريق:-

من الأمور التي تتحكم في اختيار التصميم النهائي للمسار أسس التصميم الهندسي مثل الانحدارات وأنصاف أقطار المنحنيات ومسافة الرؤية.

٤-٣-٤ التكلفة:-

يجب أن يراعى عند تصميم واختيار مسار الطريق التكلفة الكلية للمشروع بحيث تكون قليلة ما أمكن ويراعى أن تشمل التكلفة تكلفة الصيانة وتكلفة تشغيل وحدات السير.

٤-٣-٥ عوامل أخرى:-

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

التخطيط الأفقي والرأسي للطرق

٥-١ مقدمة:

إن التخطيط الراسي والأفقي للطريق يعدان من أهم أسس التصميم الهندسي، حيث أن:

- التخطيط الأفقي horizontal alignment : يشمل تحديد أطوال المسارات، الزوايا ،نقاط القطاعات، وتصميم المنحنيات الأفقية.

- التخطيط الراسي vertical alignment: يهدف إلى تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية وتحديد الانحدارات المناسبة وتصميم المنحنيات الراسية لتلاءم مسافات الرؤية وحساب كميات الحفر والردم.

٥-٢ التخطيط الأفقي للطريق: Horizontal Alignment

تستخدم المنحنيات الأفقية في حالة التغير في مسار الطريق وانحرافه بزاوية أفقية اتجاه لتفادي التغير المفاجئ في الانحراف ويكون هذا المنحنى مماسا للاتجاهين.

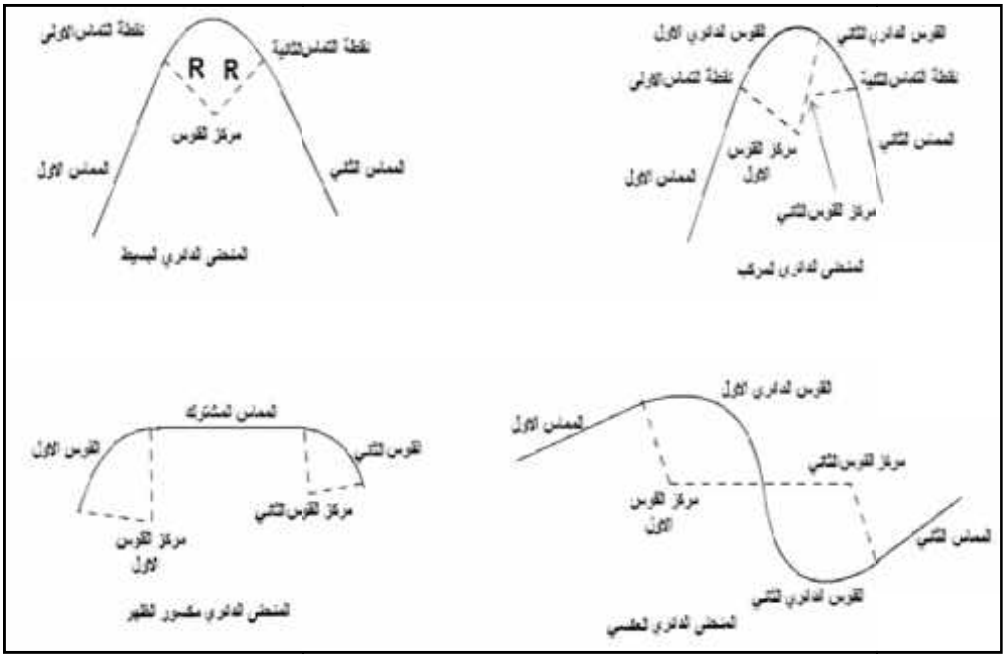
٥-٢-١ أنواع المنحنيات الأفقية:

١- المنحنيات الدائرية Circular curves.
٢- المنحنيات المتدرجة Transitions Curves.

٥-٢-١-١ المنحنيات الدائرية Circular curves :

وتنقسم إلى أربعة أقسام رئيسية:

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



الشكل (٥-١) : أنواع المنحنيات الدائرية

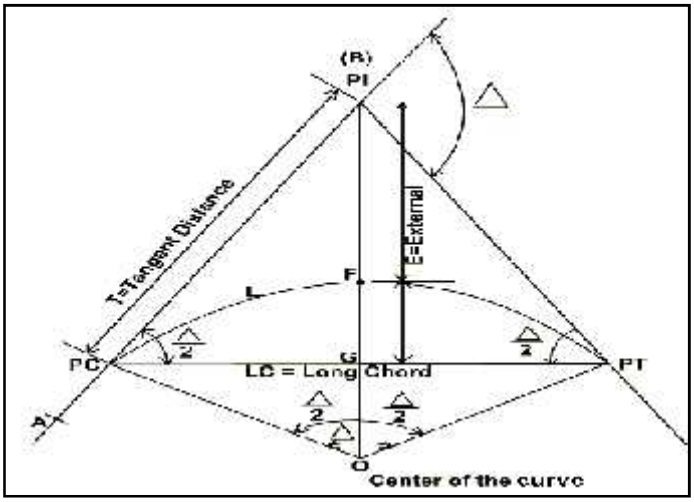
- سنشرح بالتفصيل عن المنحنيات الدائرية التي استخدمناها في المشروع وهي :

المنحنيات الدائرية البسيطة والمنحنيات الدائرية المركبة .

١. المنحنيات الدائرية البسيطة: Simple Circular Curves

❖ عناصر المنحنى الدائري البسيط:

الشكل التالي يوضح منحنى دائري بسيط ، حيث انه يتكون من العناصر التالية:



الشكل (٥-٢) : عناصر المنحنى الدائري البسيط

- نقطة تقاطع المماسين (**PI**).
- زاوية الانحراف (Δ) Deflection Angle:

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (**T**) The tow Tangent:

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

- نقطة بداية المنحنى (**PC**) Point of Curvature.
- نقطة نهاية المنحنى (**PT**) Point of Tangency.
- الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي التماس و يطلق عليه الوتر الطويل (**LC**).
- **نصف القطر** (**R**) Radius.
- **طول المنحنى** (**L**).Length of curve

- المسافة الخارجية(**E**),External Distance وهي عبارة عن المسافة بين (**PI**) و بين منتصف المنحنى الدائري.
- سهم القوس(**M**) Middle Ordinate، و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
- مركز المنحنى ونرمز له (**O**).
- الوتر الجزئي الأول ويرمز له (**C1**)، وهو طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الأولى بأول نقطة على المنحنى حيث يلجأ إلى إعطاء طول للوتر الجزء الأول بحيث تصبح محطة النقطة الأولى من المنحنى رقم مدورا مناسبا يقبل القسمة على 20 أو25.
- الوتر الجزئي الأوسط يرمز له (**C**)، وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة، و يكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسبا 25،,١٠٢٠ مترا.
- الوتر الجزئي النهائي (**C2**)، و هو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الثانية بالنقطة التي تسبقها مباشرة، وحيث يكون طوله مكملا لطول المنحنى.
- زاوية الانحراف الجزئية الأولى (**d1**)، وهي عبارة عن الزاوية الوسطية المحصورة بين المماس الأول أو الخلفي و بين الوتر الجزئي الأول وتساوي نصف الزاوية المركزية.
- زاوية الانحراف الجزئية الوسطى(**d**)، وهي الزاوية الأفقية بين أي وتر جزئي أوسط و بين مماس المنحنى الدائري.
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية (**d2**)، و هي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهائي و بين المماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.

❖ معادلات المنحنى الدائري البسيط:

١- طول المماس (T).

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....5.1}$$

٢- المسافة الخارجية (E).

$$M = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1) \quad \text{.....5.2}$$

٣- سهم القوس (M).

$$M = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1) \quad \text{..... .... .5.3}$$

٤- الوتر الطويل(LC).

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....5.4}$$

٥- طول المنحنى (L).

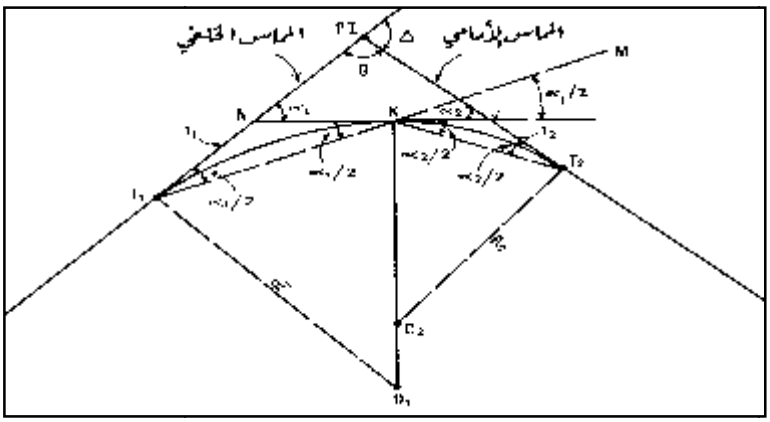
$$L = \frac{® R\Delta}{180} \quad \text{.....5.5}$$

٢. المنحنيات الدائرية المركبة: Compound Circular Curves

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

١- أنصاف أقطار هذه المنحنيات الدائرية مختلفة.
٢- المنحنيات متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.
٣- جميع مراكز هذه المنحنيات الدائرية في جهة واحدة.

❖ عناصر المنحنى الدائري المركب:



الشكل (٥-٣): عناصر المنحنى الدائري المركب

- **نقطة تماس** المنحنى المركب مع المستقيم أو المماس الخلفي (Back Tangent) ويرمز لها بـ T_1.
- نقطة التقاء أو تماس المنحنيين الدائريين المشكلين للمنحنى المركب ويرمز لها بـ K.
- نقطة تماس المنحنى المركب مع المماس الأمامي ويرمز لها بـ T2.
- **نقطة تقاطع المماس الخلفي مع المماس المشترك** ويرمز لها بـ N.
- نقطة تقاطع المماس المشترك مع المماس الأمامي ويرمز له بـ J.
- **نقطة تقاطع المماس(الأمامي والخلفي)** ويرمز لها بـ PI.
- مركز المنحنى الدائري الخلفي أو الأيسر ويرمز له بـ O_2.
- مركز المنحنى الدائري الأمامي أو الأيمن ويرمز له بـ O_2.
- زاوية انحراف المماسين الخلفي والأمامي ويرمز لها بـ Δ.
- زاوية انحراف المماسين الخلفي والمشترك ويرمز لها بـ α_1.
- زاوية انحراف المماسين المشترك والأمامي α_2 .
- الطول المشارك مع المماس ويرمز له بـ (t_1) وهو يساويNK.
- الطول المشارك من المماس الأمامي مع المماس المشترك ويرمز له بـ (t_2) وهو يساوي JK.
- نصف قطر المنحنى الأول أو الأيسر ونرمز له بـ R_1.
- نصف قطر المنحنى الثاني أو الأيمن R_2.

وفيما يلي مثال مبين فيه كيفية حساب جميع عناصر المنحنى الأفقي :

المعطيات:

- نصف قطر المنحنى R =50 m
- زاوية الانحراف $\Delta = 32d\ 38'\ 07''$
- محطة بداية المنحنى PC = 0+6.97

***حساب طول المماس :**

$$T = R * \tan\frac{\Delta}{2}$$

$$T = 50 * \tan\frac{32d\ 38'07''}{2} = 14.638m$$

$$PC = PI - T$$

$$697 = PI - 14.638$$

$$PI = 21.608m$$

$$L = \frac{® R\Delta}{180}$$

$$L = \frac{® * 50 * (32d\ 38'07'')}{180} = 28.480\ m,$$

$$E = R\ (Sec\frac{\Delta}{2} - 1)$$

$$E = 50(Sec\frac{32d\ 38'07''}{2} - 1) = 2.099\ m$$

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

$$M = 50\ (1 - \cos\frac{32d\ 38'07''}{2}) = 2.014m$$

$$PT = PC + L.$$

$$PT = 6.97 + 28.480 = 35.450m$$

- **اطوال الاقواس او الاوتار الجزئية :**

- نختار اطوالا للقوس الجزئي والاقواس الجزئية الوسطى والقوس الاخير بحيث لا تتعدى المقدار :

$$\frac{R}{20} = \frac{50}{20} = 2.5$$

‘

نختار $C = 3$

- **طول القوس او الوتر الجزئي الاول (C1):**

$$C1 = 9.97 - 6.97 = 3m$$

- **اما الأقواس الجزئية المتوسطة (C) فيساوي كل منها: 3m وعددها :**

$$\frac{35.450 - 9.97}{3} = 8.490$$

NO. Of C = 8

- **طول القوس الجزئي الاخير :**

$$C2 = 28.480 - (8 * 3) - 3 = 1.480\ m$$

- **زوايا الانحراف الجزئية :**

- **زاوية الانحراف للنقطة الاولى (d1):**

$$d1 = \frac{90 * C1}{® \ R}$$

$$d1 = \frac{90 * 3}{® * 50} = 01d437.94''$$

- **زوايا الانحراف الجزئية لكل من النقاط المتوسطة (d) :**

$$d = \frac{90 * C}{® \ R}$$

$$d = \frac{90 * 3}{® * 50} = 01d43'7.94"$$

- **زاوية الانحراف الجزئية للنقطة الاخيرة (d2):**

$$d2 = \frac{90 * C2}{® \ R}$$

$$d2 = \frac{90 * 1.48}{® * 50} = 00d50'52.72"$$

check

$$d1 + 8d + d2 \overset{????}{=} \frac{\Delta}{2}$$

$$01d43'7.94" + 8(01d43'7.94") + 00d50'52.72" = 16d19'4.18"$$

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{32d38'07"}{2} = 16d19'3.5"$$

Check is OK

الجدول رقم (٥-١): أطول الأقواس والأوتار الجزئية ومقادير زوايا الانحراف

رقم النقطة	طول الوتر (m)	طول القوس (m)	المحطة او التدريج (m)	زاوية الانحراف الجزئية ° ' "	زاوية الانحراف الكلية ° ' "
PC	-	-	6.97	00d 00' 00"	00d 00' 00"
	٣	٣	-	-	-
1	-	-	٩.٩٧	01d 43' 7.94"	01d 43' 7.94"
	٣	٣	-	-	-
2	-	-	١٢.٩٧	01d 43' 7.94"	03d 26' 15.88"
	٣	٣	-	-	-
3	-	-	١٥.٩٧	01d 43' 7.94"	05d 09'23.85"
	٣	٣	-	-	-
4	-	-	١٨.٩٧	01d 43' 7.94"	06d 52'31.76"
	٣	٣	-	-	-
5	-	-	٢١.٩٧	01d 43' 7.94"	08d 35' 3.97"
	٣	٣	-	-	-
6	-	-	٢٤.٩٧	01d 43' 7.94"	10d 18' 47.64"
	٣	٣	-	-	-
7	-	-	٢٧.٩٧	01d 43' 7.94"	12d 01' 55.58"
	٣	٣	-	-	-
8	-	-	٣٠.٩٧	01d 43' 7.94"	13d 45' 3.52"
	٣	٣	-	-	-
٩	-	-	٣٣.٩٧	01d 43' 7.94"	15d 28' 11.46"
	٣	٣			
PT	١.٤٨٠	١.٤٨٠	٣٥.٤٥٠	00d 50' 52.72"	16d 19' 4.18"

- **ملاحظة** : لقد وجدنا أن الحسابات لهذا المنحنى مطابقة لما هو ناتج عن برنامج (civil 3d) وبناء عليه **اعتمدنا باقي الحسابات على نتائج البرنامج** ، يوضح لنا ما يخرجه البرنامج كناتج نهائي ، حيث انه يقوم بالحسابات للمنحنيات تماما كما تم حسابه في المثال السابق.

٥-٣ القوة الطاردة المركزية:-

إن انتقال المركبة من الجزء المستقيم إلى الجزء المنحني سوف يعرضها لحظة دخولها المنحنى إلى **قوة** طاردة مركزية قد تؤدي إلى قلب المركبة في بعض الأحيان. حيث إن القوة الطاردة المركزية تتناسب تناسبا عكسيا مع نصف قطر المنحنى.

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من المالانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي **صفر**. و لمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (**صفر**) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات المتدرجة لتشكل حلقة وصل بين الجزء المستقيم و المنحنى الدائري، و بالتالي تعمل على امتصاص القوة الطاردة المركزية بشكل تدريجي حيث أن المركبة سوف تسير أولا على الجزء المستقيم ذو نصف القطر الكبير جدا أي دون تأثير للقوة الطاردة المركزية ثم تبدأ المركبة دخول المنحنى، عندها سوف تبدأ قيمة القوة الطاردة المركزية تتزايد بشكل منتظم و تدريجي إلى أن تدخل المنحنى الدائري الذي نصف قطره ثابت و محدد فتثبت القوة الطاردة و تبقى إلى نهاية المنحنى الدائري ثابتة، وعند دخولها المنحنى المتدرج الثاني فإن قيمة القوة الطاردة الثابتة سوف تبدأ بالتناقص بشكل تدريجي نتيجة لتزايد نصف القطر على المنحنى المتدرج الثاني إلى لحظة دخول المركبة إلى الجزء المستقيم فتتلاشى القوة الطاردة المركزية.

$$p = \frac{m \quad v^{2}}{R} \qquad \text{.....(5-6)}$$

حيث أن:

p : القوة الطاردة المركزية.

m : كتلة المركبة.

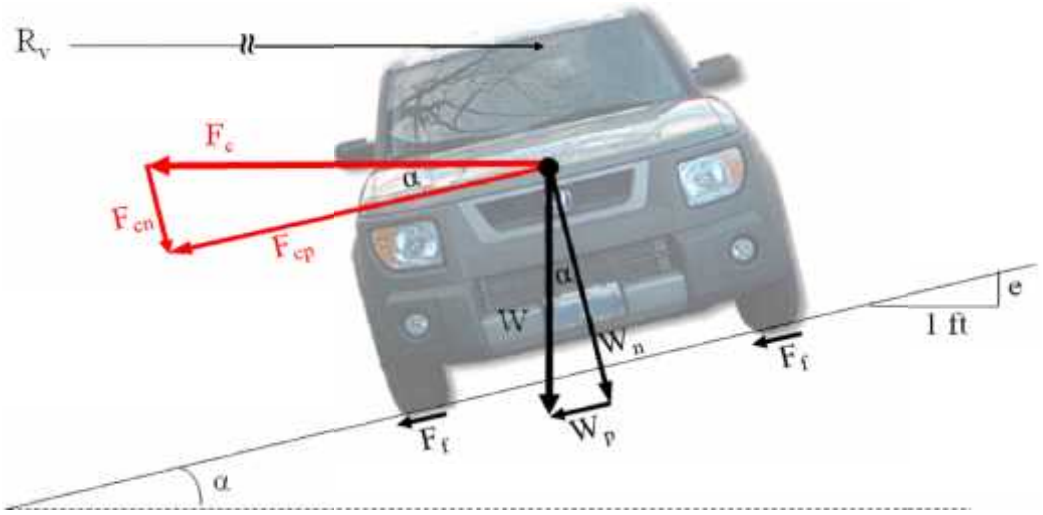
R : نصف قطر المنحنى.

v :سرعة المركبة.

أي أن القوة الطاردة المركزية تتناسب عكسياً مع نصف قطر المنحنى وعندما تكون العربة على الجزء المستقيم من الطريق يكون (R) مالا نهاية (Infinity) وبالتالي فإن القوة الطاردة المركزية(P) تساوي صفر. ولمنع قفز القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات المتدرجة.

٥-٣-١ الرفع الجانبي للطريق Super elevation :

في حالة حركة السيارة على طريق منحنى أفقياً يتم عمل رفع جانبي للطريق Superelevation بدرجة كافية لإيجاد مركبة قوة جانبية لتعادل مركبة القوة الطاردة المركزية الناتجة من الحركة على منحنى ولإيجاد أقل نصف قطر لمنحنى أفقي تستخدم المعادلة رقم (٣) .



شكل (٥-٤) الرفع الجانبي للطريق

$$R = \frac{V^2}{127(e+f)} \quad \text{.....} \quad (5\text{-}7)$$

حيث :

R : أقل نصف قطر للمنحنى الدائري بالمتر
V :سرعة المركبة بالكم/ساعة
f : معامل الاحتكاك الجانبي
e : أقصى معدل رفع جانبي بالمتر/المتر

(مثال) :

طريق شرياني سرعته التصميميه ١٠٠ كم/ ساعة وأقصى قيمة رفع جانبي ٤ ٪ ويراد إيجاد أقل نصف قطر منحنى للطريق ؟

من خلال جدول رقم (5-2) لإيجاد قيمة الاحتكاك الجانبي بدلالة السرعة التصميميه حوالي ٠.١٢ والتعويض في معادلة رقم (7-5).

* نجد أن نصف القطر ٤٩٢ متر يتم جبره لأقرب أعلى ١٠ متر ليكون نصف القطر ٥٠٠ متر .

جدول رقم (٥-٢) أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميميه ودرجة الرفع الجانبي للطريق

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

جدول رقم (٥-٣) أقصى قيمة رفع جانبي

درجة الطريق	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق مرغوبة (متر/ متر)	أقصى قيمة رفع جانبي مطلقة (متر /متر)
طريق سريع	0.08	0.10
طريق شرياني	0.08	0.10
طريق تجميعي	0.08	0.12
طريق محلي	0.10	0.12

٥-٣-٢ محور الدوران لإيجاد الرفع الجانبي للطريق:

أ ـ للطريق الغير مقسم يكون محور الدوران لتحقيق الرفع الجانبي للطريق عند خط محور الطريق.

ب ـ **للطريق المقسم** يكون محور الدوران هو الجزيرة الوسطية لكلٍّ من الاتجاهين

٥-٣-٣ تحقيق الرفع الجانبي للطريق (Superelevation Development):

يتم الرفع الجانبي للطريق لتحقيق أمان للحركة مع متطلبات راحة المستخدم للطريق . **وفي حالة استخدام المنحنى الانتقالي** Transition Curve يتم وضع مسافة المنحدر فوق المنحنى الانتقالي . **وفي حالة** المنحنى الدائري بدون منحنى انتقالي يتم وضع ثلثي طول المنحدر فوق المماس وذلك على أن يكون طول المنحدر كافياً ويحقق الميل الموضح بجدول رقم (٥-٤).

٥-٣-٤ مسار الرفع الجانبي للطريق:

في الأجزاء المماسية (أو المستقيمة) من الطريق يكون الميل العرضي عادياً ، والأجزاء المنحنية يتم عمل رفع جانبي لها ، ولابد من عمل التغيير بشكل تدريجي من ميل لآخر. ويتضمن ذلك عادة المحافظة على وضع خط محور كل طريق بشكل منفرد عند خط مناسيب القطاع الطولي مع رفع الحافة الخارجية

وخفض الحافة الداخلية لينتج الرفع الجانبي للطريق. والطريقة المتبعة هي أن يتم أولا رفع الحافة الخارجية من الرصف بالنسبة لخط محور الطريق حتى يصبح النصف الخارجي من القطاع العرضي مستويا أفقياً وبعد ذلك يتم رفع الحافة الخارجية أكثر حتى يصبح النصف الخارجي من القطاع العرضي مستويا وبعد ذلك يتم رفع الحافة الخارجية أكثر حتى يصبح القطاع العرضي كله مستقيماً ثم يدار القطاع العرضي بأكمله كوحدة واحدة حتى يتم الحصول على كامل الرفع الجانبي للطريق .

جدول رقم (٥- ٤) ميل المنحدر حسب السرعة التصميمية

السرعة التصميمية (كم / ساعة)	نسبة ميل المنحدر (٪)
40	0.74
50	0.66
60	0.59
70	0.54
80	0.50
90	0.47
100	0.44
110	0.41
120	0.38
130	0.36
140	0.34

- ويتم حساب أقل طول للمنحدر من خلال معادلة رقم (٥-٨)

$$L = \frac{50ew}{r} \quad \text{(5-8)}$$

حيث :

L : أقل طول منحدر بالمتر
e : معدل الرفع الجانبي (متر/متر)
w : عرض الرصف بالمتر
r : نسبة ميل المنحدر (جدول رقم ٥-٤)

(مثال) :

طريق حارتين بسرعة تصميميه ٨٠ كم /ساعة وعرض الرصف ٧.٣٠ متر ومعدل الرفع الجانبي للطريق ٠.١٠ متر / متر المطلوب حساب طول المنحدر؟

- بالتطبيق في المعادلة رقم (5-٨) نجد أن أقل طول للمنحدر ٧٣ متراً .

(ملاحظة) للطريق السريع أو الطريق الشرياني أقل طول للمنحدر هو ٥٠ متراً أما للطريق التجميعي والمحلي أقل طول للمنحدر ٣٠ متراً .

٥-٣-٥ المنحنيات الانتقالية Transition Curves :

يستخدم المنحنى الانتقالي في جميع المنحنيات الأفقية وتأتي أهمية المنحنى الانتقالي من (اللولبية) بين المماس والمنحنى الدائري لنقل المركبة من طريق مستقيم إلى طريق منحنى وفي المنحنى الانتقالي تتناسب درجة المنحنى مع طول اللولب وتزداد من صفر عند المماس لدرجة المنحنى الدائري عند النهاية .

وعلى هذا فمن المستحسن عمل منحنيات انتقالية حتى يمكن للسائق أن يسير في حارته المرورية.
فضلاً عن أن المنحنى الانتقالي يعطي للمصمم المجال لتطبيق التوسيع والرفع التدريجي للحافه الخارجية للرصف بمقدار الرفع المطلوب.
ويتم حساب طول المنحنى الانتقالي من خلال المعادلة التالية:

$$L = 0.0702\ V3 / (RXC) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5\text{-}9)$$

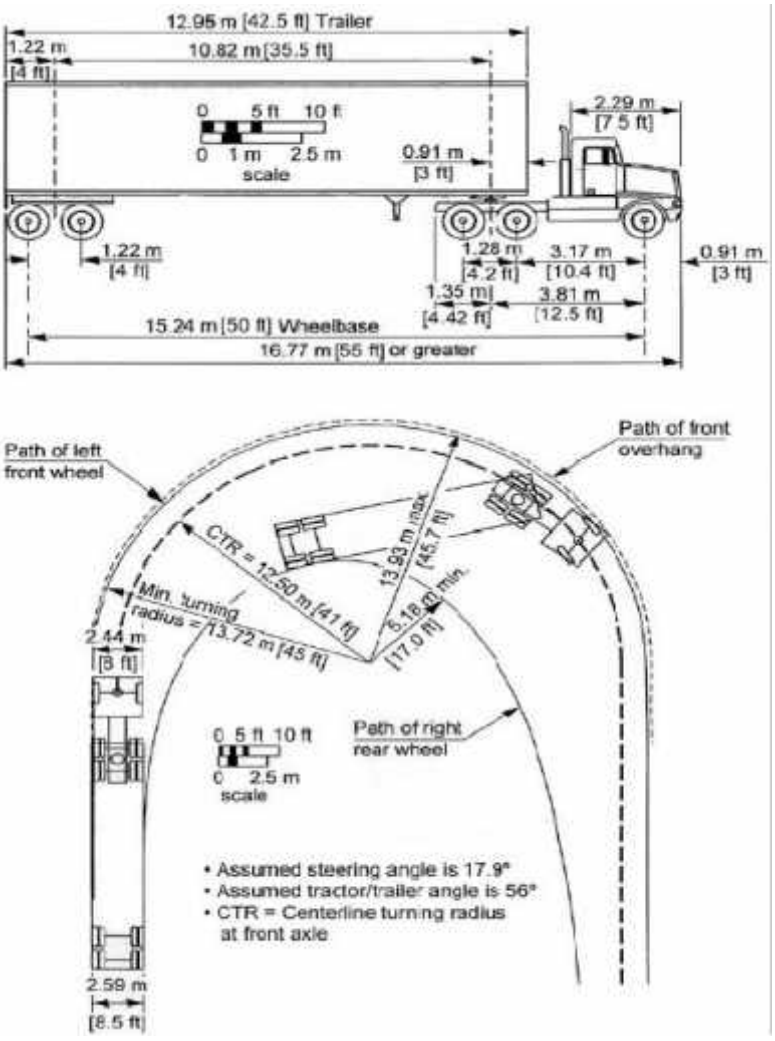
حيث :

L: أقل طول للمنحنى الانتقالي
V: السرعة التصميمية (كم/ساعة)
R: نصف قطر المنحنى الدائري
C: معدل زيادة العجلة المركزية (م/ث٣)

٥ ـ ٣ـ٦ توسيع المنحنيات Curve Widening :

يتم عمل التوسيع في المنحنيات بسبب عدم اتباع العجلات الخلفية لمسار العجلات الأمامية في المنحنيات.

والتوسيع يتم وضعة من بداية المنحدر ثم بالطول الداخلي الكامل للمنحنى انظر شكل رقم (١١) .



شكل (٥-٥) توسيع المنحنيات

٥ ـ ٣ـ٧ ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي :

بالإضافة إلى عناصر التصميم المحددة في التخطيط الأفقي ، فإن هناك بعض القواعد العامة الحاكمة ، وهذه القواعد ليست خاضعة لمعادلات ولكنها ذات أهمية في الحصول على طرق مأمونه سهلة الانسياب فالانحناء الزائد ، وكذلك سوء الترابط بين المنحنيات المختلفة ، يقلل السعة ويترتب عليه خسائر اقتصادية بسبب الزيادة في زمن الرحلة ونفقات التشغيل ويسئ إلى جمال المنظر . ولكي نتلافى تلك المظاهر السيئة في أعمال التصميم ، يجب اتباع القواعد العامة التالية :

١. يجب أن يكون التخطيط اتجاهياً بقدر الإمكان أي موجها للسير في نفس الاتجاه ، ولكن متمشياً مع تضاريس المنطقة فالتخطيط الانسيابي الذي يتمشى بوجه عام مع التضاريس الطبيعية أفضل من حيث الجمال الفني من تخطيط ذي مماسات طويلة يشق خلال أرض متموجة أو جبلية . كما أن مثل هذا التصميم مرغوب من الوجهة الإنشائية والصيانة .

٢. كذلك يجب أن يكون عدد المنحنيات القصيرة أقل ما يمكن وذلك لأنه عادة يكون سببا في اختلال السير وفي نفس الوقت الذي نذكر فيه أهمية الخصائص الجمالية للمنحنيات الأفقية ، فإن مسافة الرؤية اللازمة للتخطي في الطرق ذات الحارتين تتطلب مماسات طويلة مستقيمة كما يجب أن يهيأ التجاوز على أكبر نسبة من أجزاء هذه الطرق .

٣. في حالة مسار ذي سرعة تصميمة محددة يجب تلافي المنحنيات ذوات الانحناءات القصوى كلما أمكن ذلك ، مع محاولة استخدام منحنيات منبسطة وترك المنحنيات القصوى للحالات الحرجة. كذلك يجب أن تكون زاوية المنحنى المركزية أقل ما تسمح به ظروف الموقع من أجل أن يكون الطريق اتجاهي قدر الإمكان.

٤. الهدف دوماً هو إيجاد تخطيط متناسق . فيجب ألا تعمل انحناءات شديدة في نهاية مماسات طويلة ، ولا يعمل تغيير فجائي من انحناءات منبسطة إلى انحناءات شديدة . وعندما يستلزم الأمر إدخال منحنى شديد ، فيكون الدخول عليه إذا أمكن ذلك بواسطة منحنيات متتالية تبدأ من الانحناء المنبسط ثم تزداد شدة بالتدريج .

٥. في زوايا الانحراف الصغيرة ، يجب أن تكون المنحنيات ذات طول كاف يمنع ظهور التخطيط بشكل كسرات بحيث لا يقل طول المنحنى عن ١٥٠متراً لزاوية مركزية مقدارها ٥ درجات ويزداد هذا الطول الأدنى بمقدار ٣٠متراً مقابل كل درجة تقص من الزاوية المركزية .

٦. المنحنيات المنبسطة هي فقط التي يلزم استخدامها في مناطق الردم العالية الطويلة. وفي حالة عدم وجود أشجار أو ميول حفر أو ما شابه ذلك في مستوى أعلى من الطريق فإنه يكون من الصعب على السائقين ملاحظة مدى الانحناء وضبط حركة سياراتهم تبعا للحالة كما أن أي سيارة تفلت قيادتها فوق ردم عال يكون موقفها في غاية الخطورة ولتخفيف حدة ذلك الخطر فانه يلزم استخدام أعمدة واقية جيدة التصميم ، أو على الأقل توضع علامات كافية لإظهار المنحنى ، مع المحافظة على وضوحها بدرجة عالية .

٧. يجب مراعاة الحذر عند استخدام منحنيات دائرية مركبة والأفضل أن يتجنب استخدامها وفي حالة الاضطرار إلى استخدامها يجب أن يكون الفرق صغيراً بين أنصاف الأقطار بحيث لا يزيد نصف قطر المنحنى المنبسط عن ١.٥ نصف قطر المنحنى الحاد.

٨. يجب اجتناب أي تغيير عكسي مفاجئ في التخطيط ، لأن مثل هذا التغيير يجعل من الصعب على السائق أن يلتزم حارة المرور الخاصة به ، كما أنه من الصعب عمل رفع كاف جانبي للطريق في كلا الانحنائين وقد ينتج عن ذلك حركات خاطئة وخطيرة ويمكن تصميم انحناء عكسي مناسب في التخطيط بعمل مماس ذي طول كاف بين الانحنائين للانتقال التدريجي في رفع جانب الطريق ولا يقل الطول عن ٦٠ متراً .

٩. يجب اجتناب عمل منحنيات ذات شكل منكسر (أي انحنائين متتاليين في نفس الاتجاه بينهما مماس قصير) لأن مثل هذا التخطيط فيه خطورة وتنتج هذه الخطورة من أن معظم السائقين لا يتوقعون أن تكون المنحنيات المتتالية لها نفس الاتجاه أما الحالة السائدة وهي انعكاس الاتجاه في منحنيين متتاليين فهي تولد في السائقين العادة على اتباعها بطريقة تكاد تكون لا شعورية ، أضف إلى ذلك أن الانحناء المنكسر لا يسر في مظهره ، وعادة لا يطلق هذا الاصطلاح المسمى انحناء منكسر على الحالة التي يكون فيها المماس الواصل بين المنحنيين المتتاليين طويلاً أي ٥٠٠ متر مثلاً أو أكثر . ولكن حتى في هذه الحالة فإن التخطيط لا يكون مقبول المنظر عندما يكون كلا المنحنيين مرئيين بوضوح من مسافة بعيدة . وإذا كان طول المماس أقل من ٢٥٠ مترا فيعمل منحنى واحد .

١٠. يجب مراعاة الترابط بين التخطيط الأفقي والقطاع الطولي اجتناباً لظهور أي اعوجاج مخل بالتناسق . وهذا الترابط بين التخطيطين الأفقي والرأسي ضرورة حتمية كي نحصل في النهاية على تصميم جيد التوازن .

تصريف المياه عن الطريق

٧-١ مقدمة :

صرف المياه من الطريق هي عملية التخلص من المياه و التحكم في مسيرها داخل نطاق حرم الطريق، سواء كانت المياه مياه جوفية أو سطحية، 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.

٧-٢ أهمية صرف المياه :

يشكل الماء خطرا كبيرا على الطريق سواء إذا سقط عليها مباشرة، أو سال عليها من الجوانب، فالماء الذي يسقط على سطح الطريق يخرب هذا السطح و يضعفه سواء كان السطح ترابيا أو حصويا أو إسفلتيا، فإذا سقط الماء على سطح الطريق فإنه قد يتغلغل ويتسرب بين الإسفلت و حبات الحصمة، ويشكل حاجز بينهما، فعند سير المركبات على هذا الطريق تصبح عملية اقتلاع الحصمة أكثر سهولة، وبتكرار هذه العملية، تغلغل للماء واقتلاع للحبيبات، يزداد الخراب ويستفحل، مما يحدث حفرا تتجمع فيها المياه في وسط الطريق.

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 الدك ننتظر حتى يتبخر الماء الموجود مع التربة.

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

١- زيادة نسبة الرطوبة يتسبب في تقليل قوة تحمل الرصف، وهذا يسبب زيادة عدم الإستقرار، وهذا ينعكس على قطاع الرصف ككل.

٢- زيادة نسبة الرطوبة تؤدى إلى تغيرات ملحوظة في حجم بعض أنواع التربة، وأيضا هذا يؤدي إلى انهيار سريع في قطاع الرصف.

٣- تواجد المياه السطحية على أكتاف الطريق و حواف الرصف يتسبب في مخاطر جسيمة قد تتمثل في التعجيل في بانهيار الميول الجانبية للطريق، حيث تقل قوى القص بينما تزداد القوة المسببة لإنزلاق الميول.

٤- في مناطق الصقيع و في حالة وجود المياه الأرضية قريبة من قطاع الرصف، يتعرض الطريق إلى حركة للأعلى خلال الشتاء، نتيجة لتجمد المياه وزيادة حجمها، وهذا يساعد في تشقق الرصف ويعجل بانهياره.

٥- في حالة الجسور العالية ويتسبب سريان المياه السطحية في تآكلها والتعجيل في انهيارها نتيجة للنحر الشديد الذي قد تتعرض له.

٧-٣ متطلبات صرف المياه عن الطريق:

١- تصريف الماء عن سطح الطريق وذلك بعمل ميلان في سطح الطريق (Cross Slope) **و تكون نسبة** الميلان عادة 2% **وتزداد** كلما كان السطح خشنا، أما ميلان سطح الطريق عند المنعطفات (التعلية – Super Elevation)، فيكون باتجاه واحد.

٢- قطع الطريق أمام المياه السطحية المتجهة من الأراضي المحيطة إلى حرم الطريق.

٣- تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الانحدار الكافي لتصريف المياه.

٤- منع المياه المتساقطة على سطح الطريق من النفاذ إلى داخل جسم الطريق، وذلك بجعل سطح الطريق غير مسامي لا تنفذ من خلاله المياه مع إغلاق الشقوق التي تظهر في السطح بأسرع ما يمكن.

٥- يجب أن يكون قطاع المصارف الجانبية المكشوفة ذات سعة **وانحدار** طولي مناسبين لصرف المياه **المتجمعة**.

٦- يجب أن لا تتسبب المياه السطحية المارة على سطح الطريق وعلى الميول الجانبية في تكوين حفر عرضية أو نحر **بالتربة**.

٧- يجب أن لا يزيد منسوب المياه الأرضية عن حد معين بالنسبة لأوطى نقطة لقطاع الرصف و المسافة الرأسية بين المنسوبين يجب أن لا تقل عن 1.2 **متر** .

٨- منع وصول المياه للطريق من التلال و المساحات القريبة من المنطقة، وذلك بعمل أفنية طولية موازية للطريق تتجمع فيها المياه وتنقلها بعيدا عن الطريق.

٩- بناء الاطاريف و البالوعات اللازمة في جمع وتصريف المياه.

٧-٤ أنواع صرف المياه:

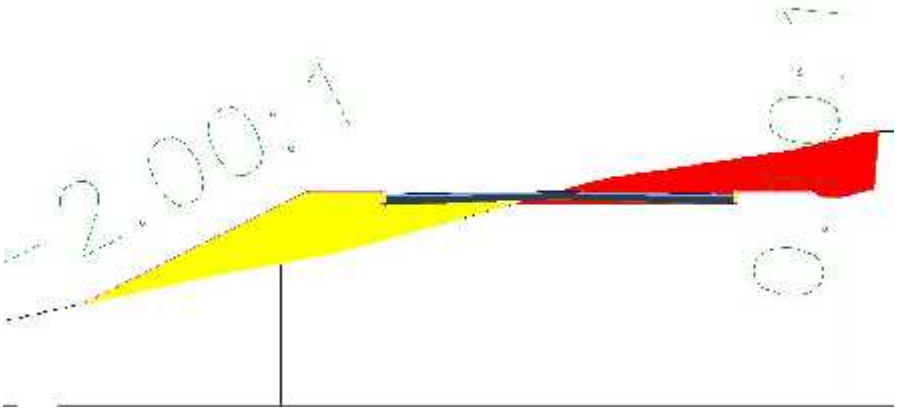
٧-٤-١ الصرف السطحي:

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، وقد يلزم الأمر للتخلص من هذه المياه إقامة بعض المنشآت الهيدروليكية البسيطة مثل **العبارات**.

- 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 ١.٥% **الى** ٣ % **لسطح** الطريق، **و** ٤% **الى** ٦% **للكتف**.

والشكل التالي يبين مقطع عرضي للطريق حيث الميل عن خط المنتصف (CL) ٢ % في كلا الاتجاهين.



الشكل (٧-١) مقطع عرضي للطريق يبين فيه عملية صرف المياه باستخدام الميول الجانبية

٧-٤-٢ 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.

٧-٥ العبارات:

إن كميات المياه هي التي تقرر بوجه عام حجم ونوع العبارة اللازمة، ويمكن أن يكون لدينا في بعض المواقع حرية الاختيار بين عبارات المواسير الخرسانية والصناديق، وهنا يميل البعض إلى اختيار المواسير الخرسانية لما لها من فوائد ومميزات مثل:

١- من الممكن صب المواسير في مكان مناسب تتوفر فيه المواد والظروف الجيدة للعمل مثل التحكم في درجة الحرارة وتقلبات الطقس، ومن هذا المكان يتم نقل المواسير إلى موقع تركيبها، أما في حالة الصندوق فإنه لا بد من نقل المواد إلى الموقع (موقع تراكيبها) والعمل هناك، فقد يتعطل العمل نتيجة الأمطار أو ظروف أخرى، في حين لن يتعطل العمل في حالة عبارات المواسير الخرسانية.

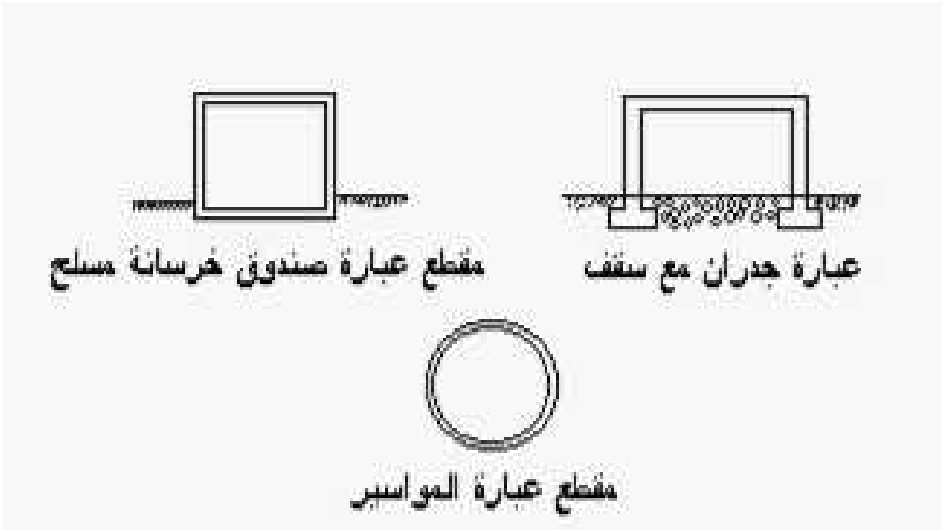
٢- إذا كان ارتفاع الردم في الطريق قليلا فإنه يصعب بناء عبارة الصناديق ويصبح من الأنسب وضع عبارة المواسير الخرسانية.

٣- قد تكون الفتحة المطلوبة صغيره جدا لا تحتاج لأكثر من عبارة المواسير.

٤- من المكن وضع عبارة المواسير بشكل مؤقت وتغيير مكانها ونقلها والاستفادة منها في مواقع أخرى.

٥- إذا أردنا إنشاء عبارة على طريق مطروق ولا نريد تعطيل السير عليه فإن عبارة المواسير تحقق الغرض حيث يتم وضعها وإجراء الطمم فوقها وفتح الطريق للسير بسرعة أكبر مما لو أردنا وضع عبارة الصناديق.

- ويبين الشكل (٧-٢) مقاطع من أنواع العبارات.



الشكل (٧-٢) مقطع لأنواع العبارات

٧-٦ تصريف مياه الأمطار لطريق المشروع :

وفي حالة الطريق الذي نقوم على تصميمه فان مياه **الأمطار المتساقطة على سطح الطريق** تتجه الى جوانب الطريق والتي تتحرك تلقائيا مع الجاذبية حيث الطريق من بدايته الى نهايته منحدر بنسب ميلان مختلفة حيث من **المفترض أن** تصل المياه الى عبارة موجودة حاليا وهي **تقع على بعد نحو** ٥٠ مترا من نهاية الطريق ، وهي تقع الطريق الالتفافي رقم (٦٠) .

- **ملاحظة:**

لم نقم بتصميم شبكة لتصريف المياه وذلك لأنه خارج نطاق تصميم المشروع .

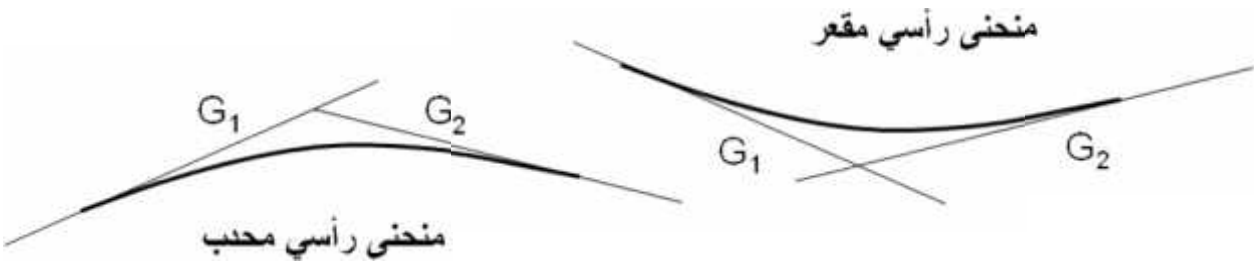
٥-٤ التخطيط الراسي للطريق: Vertical Alignment

إن عملية الانتقال من اتجاه إلى اتجاه آخر في المستوى الراسي تتم من خلال عمل منحنيات راسية تسهل هذه العملية، حيث انه يجب أن تتوافر المواصفات التالية في هذه المنحنيات:

١. أن يكون الانتقال تدريجيا وسهلا
٢. تحقيق شروط الرؤية بحيث يستطيع السائق رؤية أي حاجز أمامه من مسافة كافية

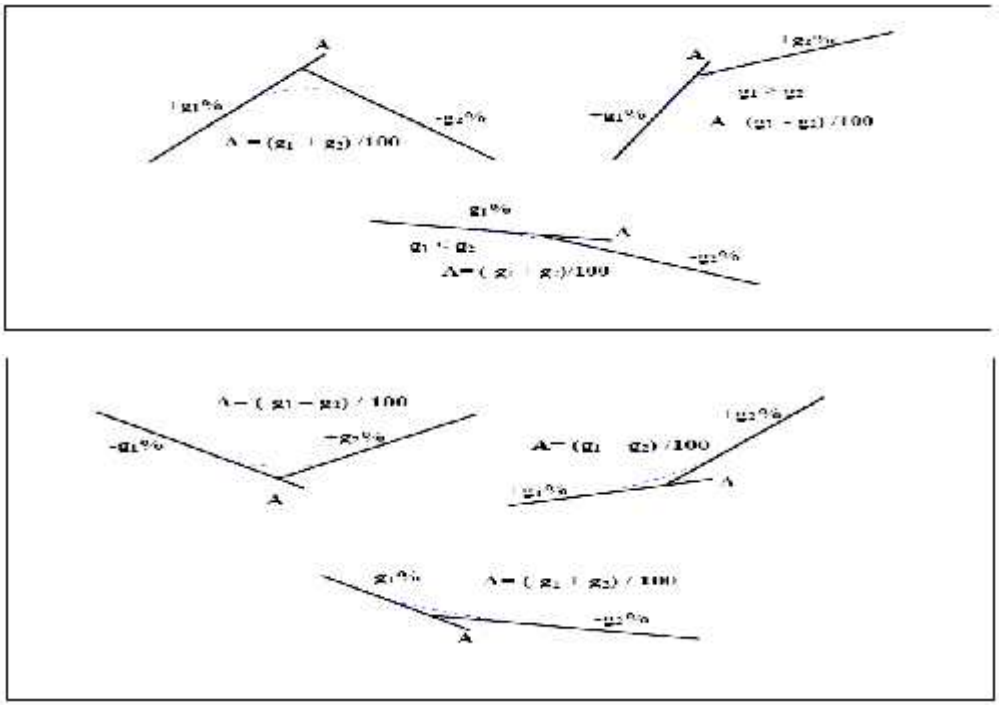
٥-٤-١ أنواع المنحنيات الرأسية :

١- منحنى رأسي محدب (crest vertical curve).
٢- منحنى رأسي مقعر (sag vertical curve) .



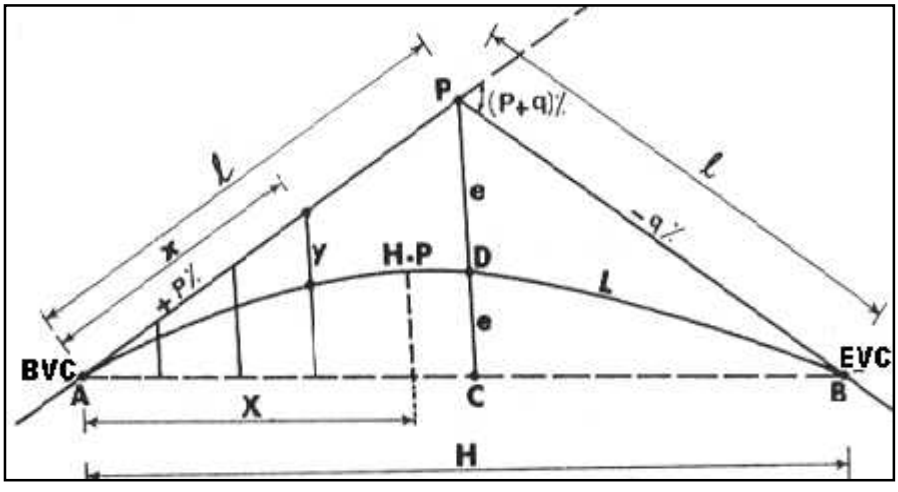
شكل (٥-٦) انواع المنحنيات الراسية

يحتوي خط منسوب الطريق على مجموعة خطوط مستقيمة ومتقاطعة (في المستوى الرأسي) حيث يتم ربط كل خطين متقاطعين بمنحنى رأسي مناسب، وتكون هذه المنحنيات على شكل منحنيات (منحنيات رأسية محدبة)، أو منحنيات (منحنيات رأسية مقعرة .



الشكل (٥-٧): فرق الميل أو زاوية الميل

٥-٤-١ عناصر المنحنى الرأسي:-



الشكل (٥-٨): عناصر المنحنى الرأسي

الجدول(٥-٥): قيمة الميول الراسية العظمى بالاعتماد على العوامل السابقة

السرعة التصميمية Design Speed Kph	منبسطة Flat %	تلالي Hilly %	جبلية Mountainous %
50	6	8	9
65	5	7	8
80	4	5	7
90	3	4	6
100	3	4	6
110	3	4	5
120	3	4	-
130	3	4	-

٥-٤-١ طول المنحنى الرأسي:

من العوامل الأساسية التي تحكم اختيار وتحديد **طول المنحنى الرأسي** كمايلي:

- **مسافة الرؤية (Sight or Vision Distance):**

$$D.S = 0.278 \times V \times T + \frac{V^2}{254 \times (F + N)} \text{.....5.10}$$

حيث أن:

ومن الشكل السابق فان عناصر المنحنى الرأسي هي كالتالي:

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

٥-٤-١ الميول الرأسية العظمى:

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

١- السرعة التصميمية (Design Speed).
٢- طبوغرافية الأرض التي يمر منا الطريق (Type Of Topography).
٣- طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

D.S: مسافة الرؤية للتوقف الآمن.

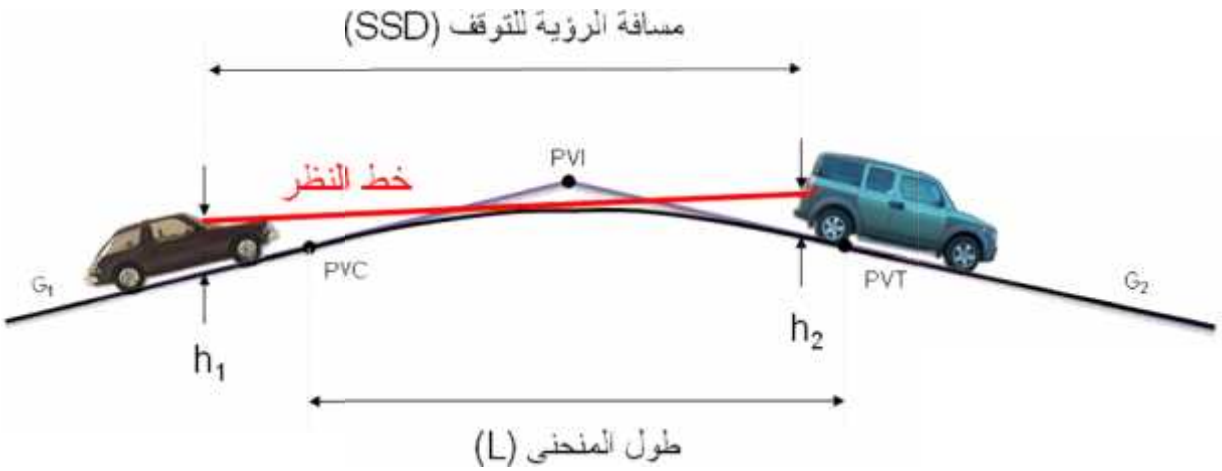
V: **السرعة كم/ساعة.**

T: زمن الارتداد العصبي الكلي بالثانية.

F: معامل الاحتكاك الجانبي.

N: زاوية انحراف المماسين.

- **المنحنى الرأسي المحدب :**



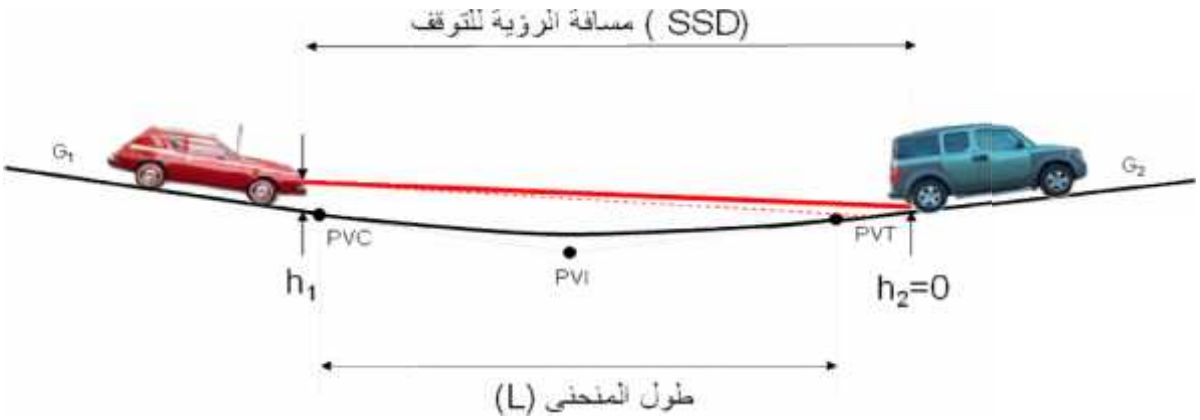
شكل (٥-٩) مسافة الرؤية للتوقف للمنحنى المحدب

حيث :

h1 : ارتفاع عين السائق عن سطح الطريق .

h2: ارتفاع المصابيح الخلفية عن سطح الطريق .

- **المنحنى الرأسي المقعر :**



شكل (٥-١٠) مسافة الرؤية للتوقف للمنحنى المقعر

حيث :

h1: ارتفاع المصابيح الامامية .

٥-٤-١ استخدام مسافات الوقوف والتجاوز لإيجاد طول المنحنى الرأسي :

يتعين أقل طول للمنحنيات الرأسية تبعاً لاحتياجات مسافة الرؤية لكي تكون مقبولة بوجه عام من ناحية **الأمان والراحة والمنظر** . ولتعيين أقل انحناء لمنحنى فيتم اعتبار أن ارتفاع عين السائق **٠.٧م من سطح** الرصف على أن يكون ارتفاع الجسم المرئي حوالي **٠ اسم في حالة مسافة** الرؤية للوقوف و **١.٣٠م في** حالة مسافة الرؤية للتجاوز .

- وقد تم تحديد اقل طول للمنحنى بناء على السرعة التصميمية للطريق وقيمة الـ(K-Factor)
- يتم تحديد أقل طول لمنحنى رأسي محدب من خلال المعادلة التالية :

L = Kc X A ……(5.11)

حيث :

L:طول المنحنى الرأسي المحدب بالمتر
Kc: ثابت يتم تحديده من جدول رقم (٥-٦)
A: الفرق الجبري بين الميلين كنسبة مئوية

جدول رقم (٥-٦) قيمة Kc لمنحنى محدب حسب السرعة التصميمية

السرعة التصميمية(كم/ساعة)	قيمة المعامل(Kc)	مسافة الرؤية للتجاوز(m)
40	4	50
50	7	65
60	11	85
70	17	105
80	26	130
90	39	160
100	52	185
110	74	220
120	95	250

(مثال من المشروع) :

السرعة التصميمية للطريق ٦٠كم /ساعة ميول المنحنى +١.٢٥٪ ، - 84. ٠٪ على التوالي لحساب طول المنحنى الرأسي في حالة مسافة الرؤية للوقوف :

- من جدول رقم (٥-٦) قيمة Kc المقابلة للسرعة التصميميه ٦٠ كم/ ساعة حالة مسافة الرؤية للتوقف هى ١١ .

A = | (1.25) - (-0.84)| = 0.41

L= Kc*A= 11*.041

L= 4.5 (m)

يتم تحديد أقل طول لمنحنى رأسي مقعر من المعادلة (٢)

$$L = Ks \times A \quad \text{.....(5-12)}$$

حيث :

L: طول المنحنى الرأسي المقعر بالمتر
Ks: ثابت يتم تحديده من جدول رقم (٩)
A: الفرق الجبري بين الميلين كنسبة مئوية

جدول رقم (٥-٧) قيمة Ks لمنحنى مقعر حسب السرعة التصميمية

السرعة التصميمية(كم/ساعة)	قيمة المعامل(Ks)
40	9
50	13
60	18
70	23
80	30
90	38
100	45
110	55
120	63

(مثال) :
طريق سرعته التصميمية ٤٠كم/ ساعة ويراد تصميم منحنى رأسي حسب الميول - ٣٪ و+ ٣٪ على التوالي .

- من جدول رقم (٥-٧) قيمة K s المقابلة للسرعة التصميمية ٤٠ كم/ ساعة هي ٨

$$A = | (-3) - (3) | = 6$$

$$\min L = 6 \times 8 = 48$$

- أقل طول منحنى مقعر في هذه الحالة ٥٠ متراً .

Volume Report

Alignment: Alignment 1
Sample Line Group: SL Collection
Start Sta: 0+020.000
End Sta: 0+980.000

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+020.000	5.54	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.000	13.70	205.48	205.48	2.86	27.47	205.48	205.48	27.47	178.01
0+060.000	13.86	268.53	268.53	4.49	75.86	474.01	474.01	103.33	370.68
0+080.000	12.02	250.75	250.75	7.85	128.53	724.77	724.77	231.86	492.91
0+100.000	13.06	250.85	250.85	10.07	179.18	975.62	975.62	411.04	564.58
0+120.000	15.64	280.56	280.56	9.82	204.93	1256.18	1256.18	615.97	640.21
0+140.000	14.17	288.37	288.37	9.23	198.82	1544.55	1544.55	814.80	729.75
0+160.000	14.39	276.39	276.39	9.55	196.10	1820.94	1820.94	1010.89	810.05
0+180.000	13.00	265.04	265.04	16.52	272.08	2085.99	2085.99	1282.97	803.02
0+200.000	18.99	315.56	315.56	17.15	342.86	2401.55	2401.55	1625.83	775.72
0+220.000	15.95	349.39	349.39	18.16	353.08	2750.94	2750.94	1978.91	772.03
0+240.000	14.73	306.79	306.79	19.96	381.18	3057.74	3057.74	2360.09	697.64
0+260.000	14.65	293.81	293.81	13.92	338.77	3351.54	3351.54	2698.87	652.68
0+280.000	14.01	289.80	289.80	8.71	222.46	3641.34	3641.34	2921.33	720.01
0+300.000	12.66	275.07	275.07	7.95	158.85	3916.41	3916.41	3080.18	836.23
0+320.000	12.09	249.26	249.26	7.29	150.82	4165.68	4165.68	3231.00	934.68
0+340.000	13.53	256.20	256.20	0.05	73.40	4421.88	4421.88	3304.40	1117.48
0+360.000	11.96	254.92	254.92	0.30	3.49	4676.80	4676.80	3307.88	1368.92
0+380.000	15.81	280.16	280.16	17.01	170.58	4956.95	4956.95	3478.46	1478.49
0+400.000	16.31	331.59	331.59	17.66	331.17	5288.55	5288.55	3809.63	1478.91
0+420.000	17.00	338.80	338.80	9.59	266.56	5627.34	5627.34	4076.20	1551.14
0+440.000	9.21	262.07	262.07	0.63	102.14	5889.41	5889.41	4178.34	1711.07
0+460.000	11.61	208.21	208.21	0.01	6.35	6097.63	6097.63	4184.69	1912.93
0+480.000	11.98	239.08	239.08	0.00	0.15	6336.70	6336.70	4184.85	2151.86
0+500.000	10.41	228.95	228.95	0.00	0.10	6565.66	6565.66	4184.95	2380.71
0+520.000	10.73	217.02	217.02	0.30	2.93	6782.68	6782.68	4187.88	2594.80
0+540.000	8.02	192.34	192.34	3.47	36.14	6975.02	6975.02	4224.02	2751.00
0+560.000	8.34	160.62	160.62	7.58	113.31	7135.64	7135.64	4337.34	2798.30

0+580.000	13.64	215.71	215.71	5.86	137.42	7351.35	7351.35	4474.76	2876.59
0+600.000	13.69	273.26	273.26	5.77	116.32	7624.61	7624.61	4591.08	3033.53
0+620.000	13.90	275.85	275.85	11.42	171.98	7900.46	7900.46	4763.06	3137.40
0+640.000	14.89	287.92	287.92	3.46	148.85	8188.37	8188.37	4911.91	3276.47
0+660.000	11.07	259.63	259.63	5.51	89.68	8448.01	8448.01	5001.58	3446.42
0+680.000	13.16	242.29	242.29	8.10	136.06	8690.30	8690.30	5137.64	3552.66
0+700.000	14.53	276.94	276.94	3.78	118.84	8967.24	8967.24	5256.48	3710.76
0+720.000	17.57	321.04	321.04	0.00	37.85	9288.28	9288.28	5294.33	3993.95
0+740.000	7.85	247.41	247.41	0.00	0.00	9535.69	9535.69	5294.33	4241.36
0+760.000	6.19	135.26	135.26	0.00	0.00	9670.95	9670.95	5294.33	4376.62
0+780.000	5.42	113.25	113.25	0.36	3.85	9784.19	9784.19	5298.18	4486.01
0+800.000	4.49	100.15	100.15	0.66	9.60	9884.34	9884.34	5307.78	4576.55
0+820.000	3.75	82.58	82.58	0.93	14.66	9966.92	9966.92	5322.45	4644.47
0+840.000	4.65	84.21	84.21	1.45	23.03	10051.14	10051.14	5345.48	4705.66
0+860.000	7.89	123.66	123.66	1.71	32.96	10174.80	10174.80	5378.44	4796.36
0+900.000	11.21	373.74	373.74	6.38	167.35	10548.54	10548.54	5545.79	5002.75
0+920.000	11.68	228.85	228.85	9.61	159.91	10777.39	10777.39	5705.70	5071.69
0+940.000	5.08	165.55	165.55	10.91	208.81	10942.94	10942.94	5914.52	5028.43
0+953.163	2.48	48.76	48.76	13.60	167.70	10991.70	10991.70	6082.22	4909.49
0+960.000	3.92	21.50	21.50	11.15	88.01	11013.20	11013.20	6170.22	4842.98
0+980.000	4.22	79.58	79.58	12.26	246.92	11092.79	11092.79	6417.14	4675.64

Volume Report

Alignment: Alignment 2
Sample Line Group: SL Collection - 1
Start Sta: 0+020.000
End Sta: 0+120.000

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+020.000	0.00	0.00	0.00	14.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.000	3.54	40.01	40.01	22.46	329.96	40.01	40.01	329.96	-289.94
0+060.000	8.09	131.40	131.40	24.51	390.60	171.41	171.41	720.56	-549.15
0+080.000	10.04	188.06	188.06	10.72	332.97	359.47	359.47	1053.53	-694.06
0+100.000	12.57	226.02	226.02	1.63	123.51	585.49	585.49	1177.04	-591.55
0+120.000	13.87	264.41	264.41	0.03	16.58	849.90	849.90	1193.62	-343.72

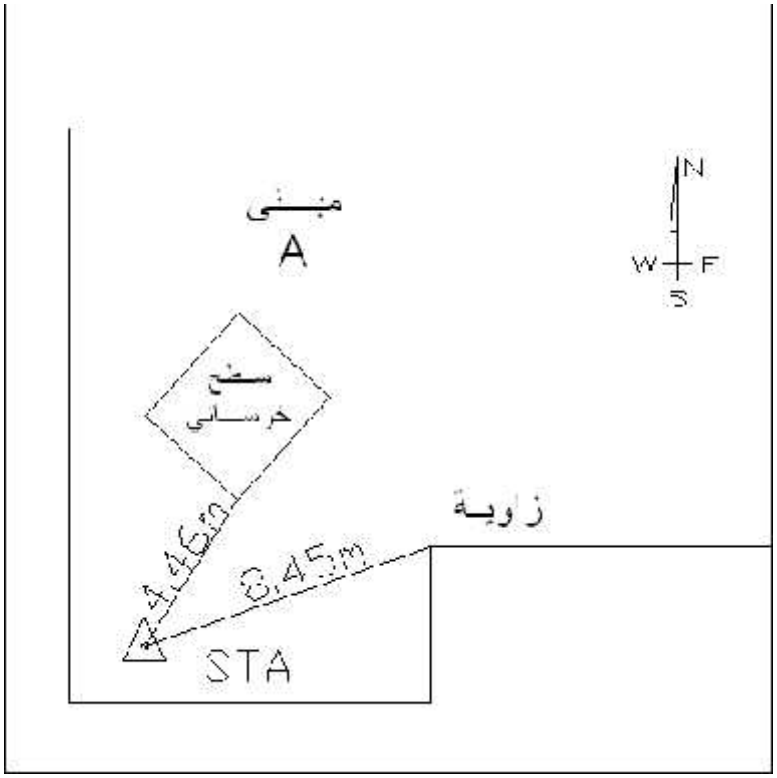
١. القراءات وتربيط النقاط

ST(A)

الزاوية:(EAB+)
ارتفاع الجهاز =(m) ١.٦٣٩

From	To	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
A	E	00 00 00		
A	B+	91 27 30	88 47 15	362.258
A	B+	91 27 32	88 47 20	362.240
A	B+	91 27 16	88 47 24	362.178
A	B+	91 27 00	88 47 27	362.261

	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
Average	91 27 19.5	88 47 20.25	362.234
Standered dev.	± 14.4 "	± 6.12 "	± 0.0386

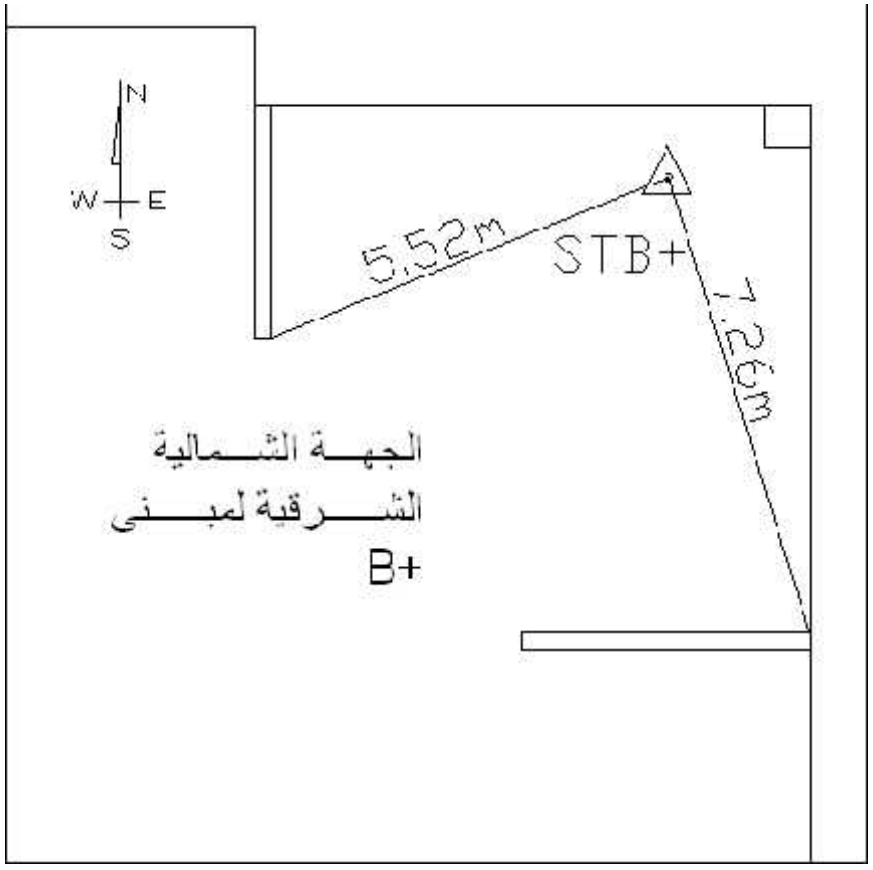


ST(B+)

الزاوية:A(B+)B
ارتفاع الجهاز =1.625 (m)

From	To	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
B+	A	00 00 00		
B+	B	184 39 15	90 07 01	69.148
B+	B	184 38 52	90 07 01	69.159
B+	B	184 38 22	90 06 27	69.135
B+	B	184 39 18	90 07 21	69.148

	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
Average	184 38 56.25	90 06 57.5	69.148
Standered dev.	± 26.06 "	± 5.83 "	± 0.0098

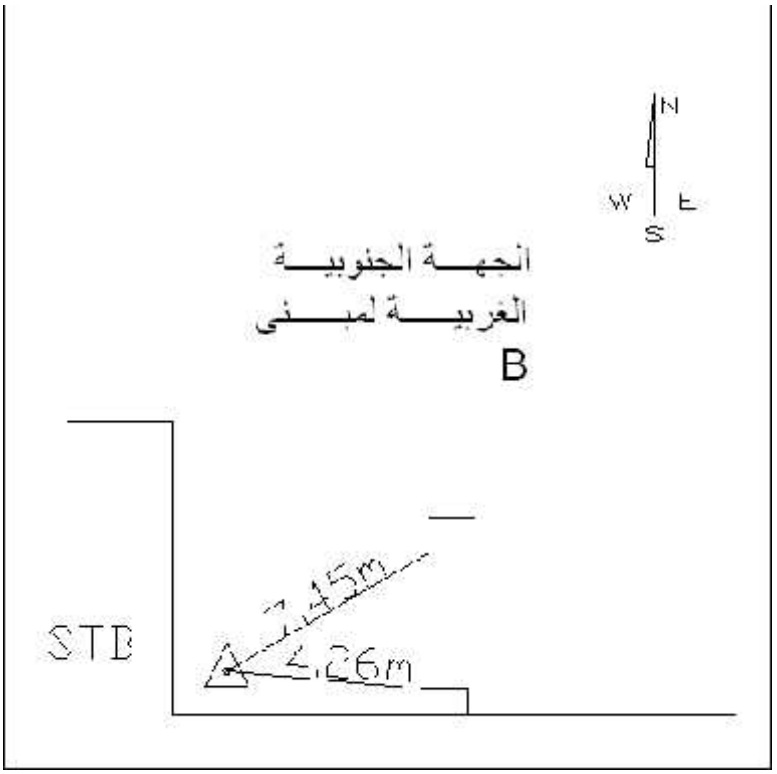


ST(B)

الزاوية: (B+)B(1000)
ارتفاع الجهاز =(m) 1.637

From	To	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
B	B+	00 00 00		
B	1000	245 50 06	99 12 46	398.728
B	1000	245 50 10	99 13 13	398.709
B	1000	245 50 00	99 13 03	398.718
B	1000	245 49 50	99 12 59	398.711

	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
Average	245 50 1.5	99 13 0.25	398.716
Standered dev.	± 8.64 "	± 11.16 "	± 0.008

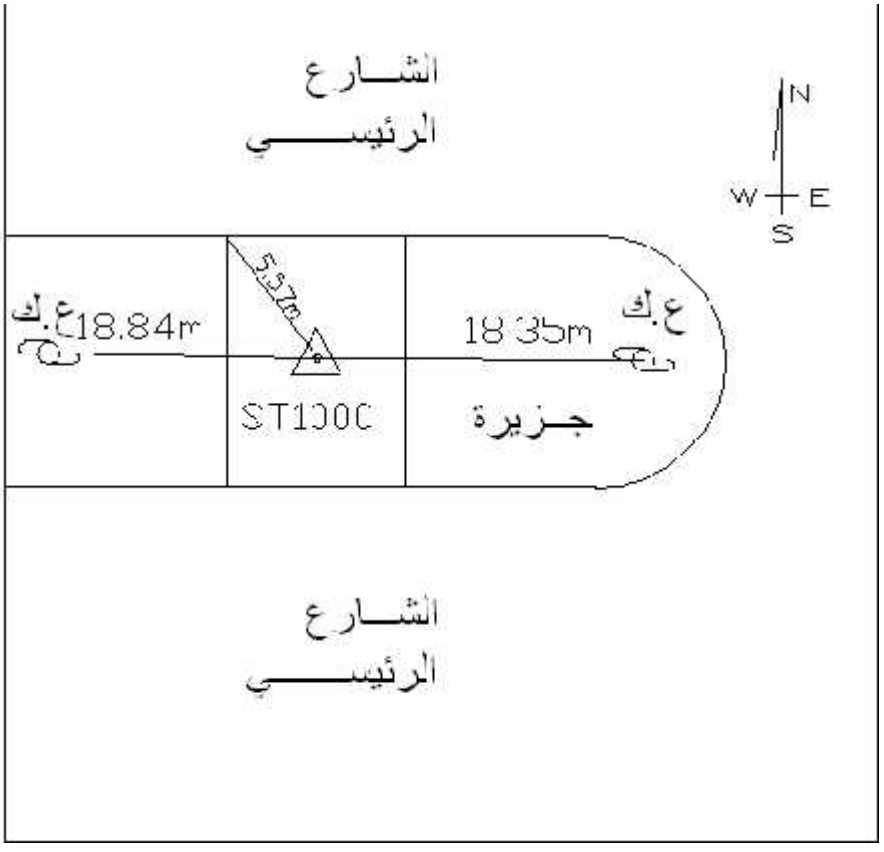


ST(1000)

الزاوية: (B-1000-2000)
ارتفاع الجهاز = 1.653(m)

From	To	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
1000	B	00 00 00		
1000	2000	71 58 02	90 49 12	139.066
1000	2000	71 58 25	90 49 31	139.063
1000	2000	71 58 11	90 49 44	139.016
1000	2000	71 58 20	90 49 27	139.053

	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
Average	71 58 14.5	90 49 28.5	139.053
Standered dev.	± 10.15 "	± 13.18 "	± 0.025

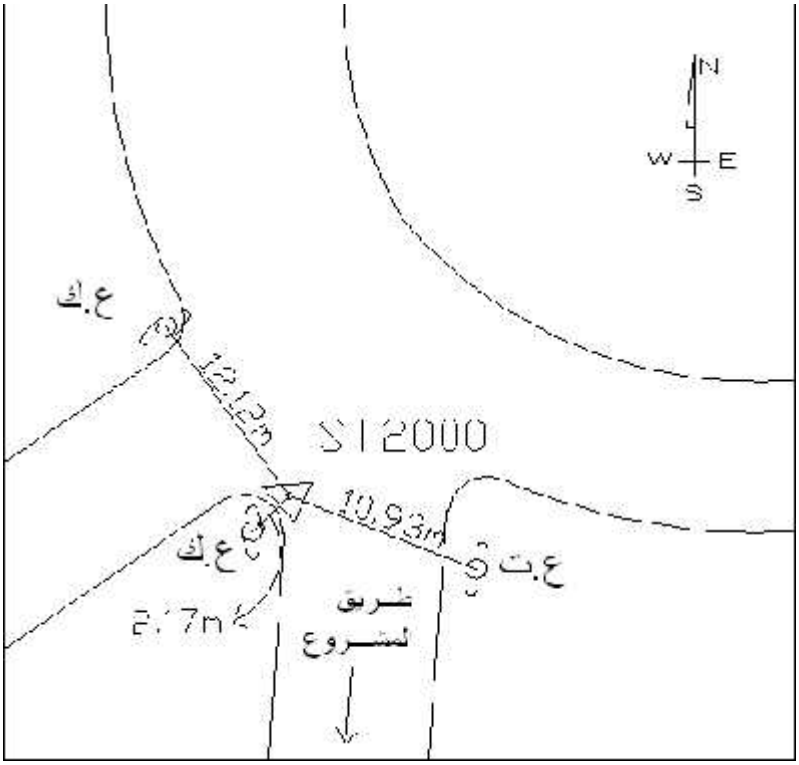


ST(2000)

الزاوية: (1000-2000-30000)
ارتفاع الجهاز = 1.525 (m)

From	To	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
2000	1000	00 00 00		
2000	3000	174 34 27	91 52 50	129.799
2000	3000	174 34 04	91 52 46	129.744
2000	3000	174 34 15	91 52 51	129.741
2000	3000	174 33 55	91 52 34	129.746

	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
Average	174 34 10.25	91 52 45.25	129.758
Standered dev.	± 13.84 "	± 7.8 "	± 0.0277

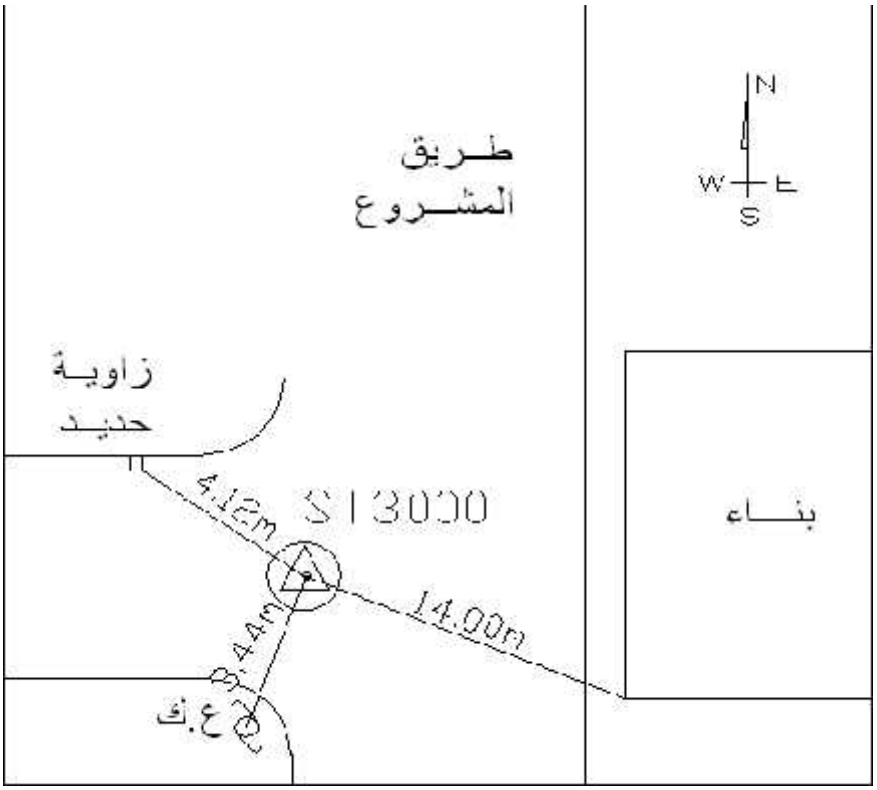


ST(3000)

الزاوية: (2000-3000-4000)
ارتفاع الجهاز = 1.650(m)

From	To	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
3000	2000	00 00 00		
3000	4000	167 16 10	91 43 47	183.068
3000	4000	167 16 24	91 43 30	183.077
3000	4000	167 16 32	91 43 42	183.073
3000	4000	167 16 36	91 43 43	183.068

	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
Average	167 16 25.5	91 43 40.5	183.072
Standered dev.	± 11.47 "	± 7.33 "	± 0.0044

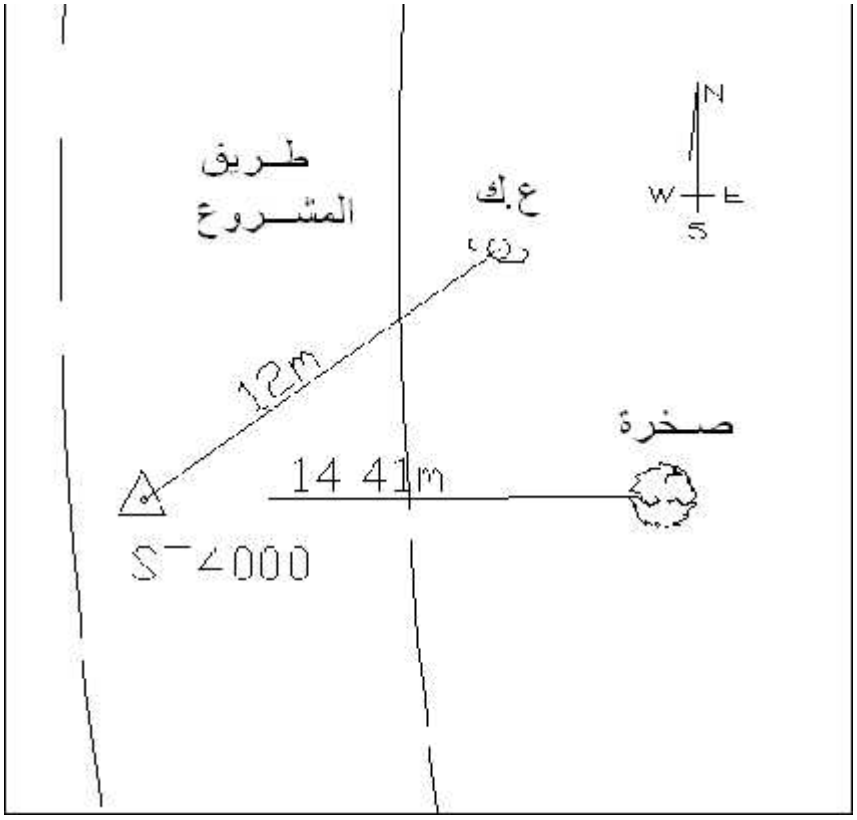


ST(4000)

الزاوية: (3000-4000-5000)
ارتفاع الجهاز = 1.560 (m)

From	To	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
4000	3000	00 00 00		
4000	5000	237 08 48	86 16 19	296.559
4000	5000	237 08 40	86 16 12	296.547
4000	5000	237 08 34	86 16 24	296.552
4000	5000	237 08 44	86 16 15	296.543

	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
Average	237 08 41.5	86 16 17.5	296.550
Standered dev.	± 5.97 "	± 5.20 "	± 0.0069

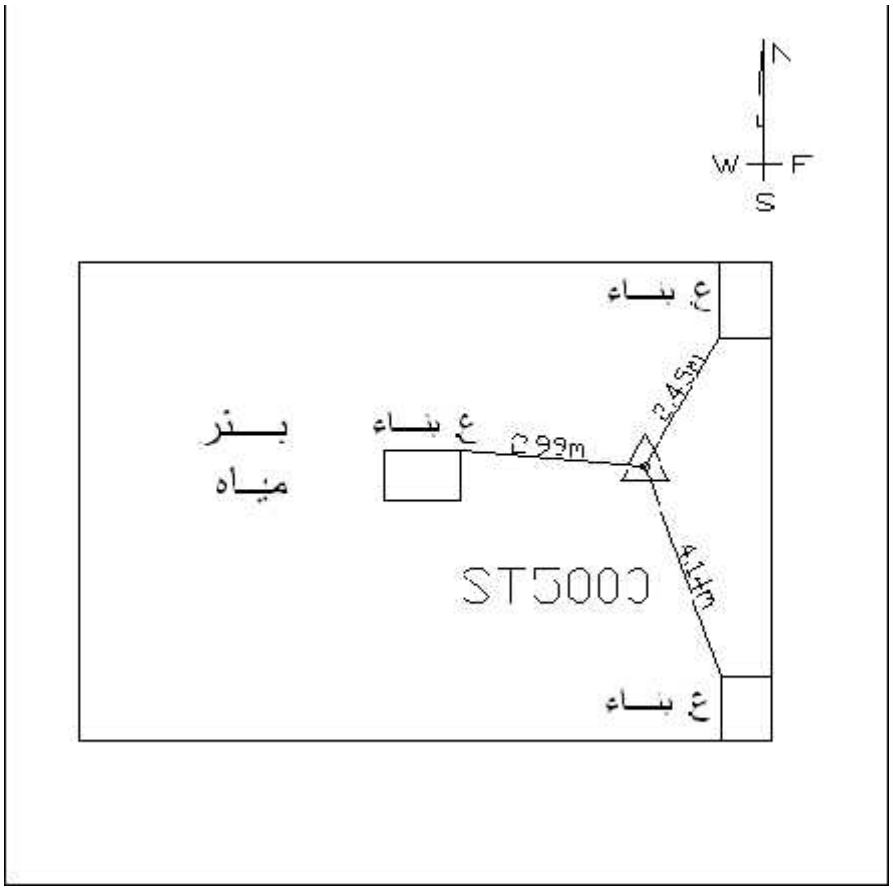


ST(5000)

الزاوية: (4000-5000-6000)
ارتفاع الجهاز = 1.645 (m)

From	To	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
5000	4000	00 00 00		
5000	6000	30 09 10	87 17 11	612.511
5000	6000	30 09 03	87 17 14	612.520
5000	6000	30 08 57	87 17 02	612.532
5000	6000	30 09 04	87 17 42	612.522

	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
Average	30 07 56	87 17 11	613.789
Standered dev.	± 5.32 "	± 17.27 "	± 0.0086



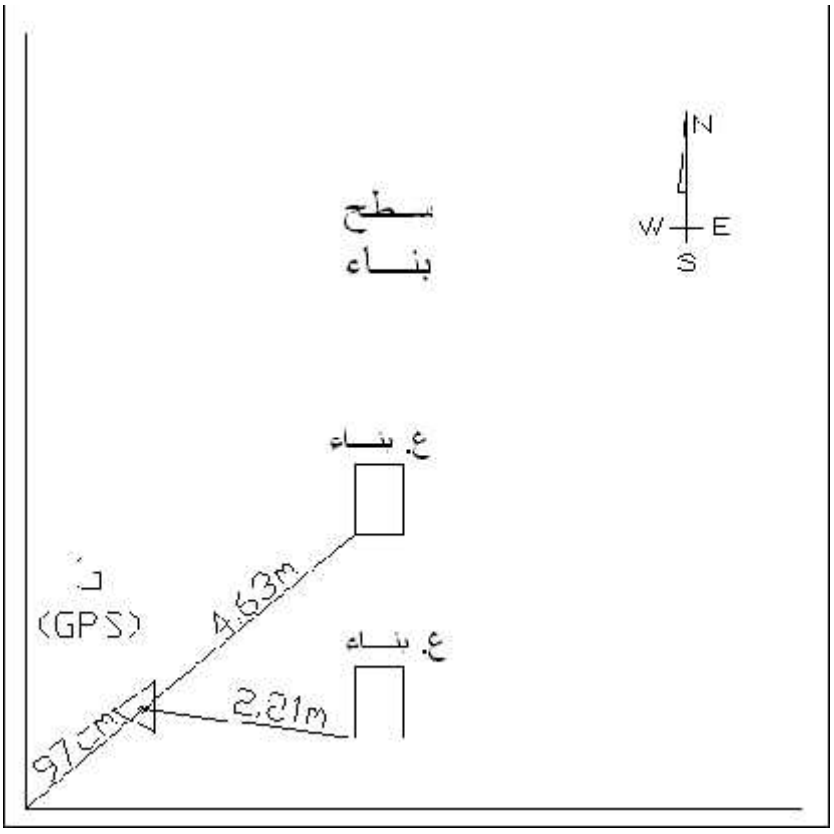
ST(6000) / GPS POINT(G)

الزاوية: (5000-6000-7000)
ارتفاع الجهاز = 1.590 (m)

From	To	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
6000	5000	00 00 00		
6000	7000	272 05 34	84 01 52	266.589
6000	7000	272 05 27	84 02 12	266.595
6000	7000	272 05 40	84 02 00	266.608
6000	7000	272 05 39	84 02 03	266.610

	H.angle (◦ ’ ")	Z.angle (◦ ’ ")	H.distance (m)
Average	272 11 05	84 02 1.75	266.601
Standered dev.	± 5.94 "	± 8.26 "	± 0.0101

* **ملاحظة**: ST(6000) هي نفسها نقطة (G) **في فصل** Travers .



نقطة جبل السنداس (115)

إحداثيات النقطة

E 158746.89
N 100898.59
h 924.67 (m)

*ملاحظة: ST(7000) هي نفسها نقطة (M) في فصل Travers .

موقع النقطة على جبل السنداس

٢. حساب الإنحرافات (Azimuth)

H.Angle (DAB+) = 91 27 19.5

H.distance = 362.234 (m)

1) Azimuth (EA) = 303 00 49

2) Azimuth (AB+) = 303 00 49+ 180 + 91 27 19.5 – 360
= 214 28 09

3) Azimuth (B+B) = 219 07 05

4) Azimuth (B-1000) = 284 57 07

5) Azimuth (1000-2000) = 176 55 22

6) Azimuth (2000-3000) = 171 29 32

7) Azimuth (3000-4000) = 158 45 57

8) Azimuth (4000-5000) = 215 54 21

9) Azimuth (5000-6000) = 66 02 17

10) Azimuth (6000-7000) = 158 13 22

٣. حساب الإحداثيات غير المصححة

ST(B+)

ΔE = D* SIN Azimuth (AB+)

= 362.234* SIN Azimuth 214 28 09
= -205.011

ΔN = D* COS Azimuth (AB+)

= 362.234* COS Azimuth 214 28 09
= -298.637

E (B+) = E(A) + ΔE
= 158802.01 + (-205.011)
= 158596.999 (m)

N (B+) = N(A) + ΔN
= 101824.13 + (-298.637)
= 101525.493 (m)

ST(B)

ΔE = D*SIN Azimuth(B+B)
= 69.148 * SIN 219 07 05
= -43.627

ΔN = D*COS Azimuth(B+B)
= 69.148 * COS 219 07 05
= -53.648

E (B) = E(B+) + ΔE
= 158553.372 (m)

N (B) = N(B+) + ΔN
= 101471.845 (m)

ST(1000)

ΔE = D*SIN Azimuth(B-1000)
= 398.716* SIN 284 57 07
= -385.216

ΔN = D*COS Azimuth(B-1000)
= 398.716 * COS 284 57 07
= 102.872

E (1000) = E(B) + ΔE
= 158168.156 (m)

N (1000) = N(B) + ΔN
= 101574.717 (m)

ST(2000)

ΔE = D*SIN Azimuth(1000-2000)
= 139.053* SIN 176 55 22
= 7.465

ΔN = D*COS Azimuth(1000-2000)
= 139.053* COS 176 55 22
= -138.852

E (2000) = E(1000) + ΔE
= 158175.621 (m)

N (2000) = N(1000) + ΔN
= 101435.864 (m)

ST(3000)

ΔE = D*SIN Azimuth(2000-3000)
= 129.758* SIN 171 29 32
= 19.197

ΔN = D*COS Azimuth(2000-3000)
= 129.758* COS 171 29 32
= -128.330

E (3000) = E(2000) + ΔE
= 158194.818 (m)

N (2000) = N(2000) + ΔN
= 101307.534 (m)

ST(4000)

ΔE = D*SIN Azimuth(3000-4000)
= 183.072* SIN 158 45 57
= 66.305

ΔN = D*COS Azimuth(3000-4000)
= 183.072* COS 158 45 57
= -170.643

E (4000) = E(3000) + ΔE
= 158261.122 (m)

N (4000) = N(3000) + ΔN
= 101307.534 (m)

ST(5000)

ΔE = D*SIN Azimuth(4000-5000)
= 296.550* SIN 215 54 21
= -173.913

ΔN = D*COS Azimuth(4000-5000)
= 296.550* COS 215 54 21
= -240.200

E (5000) = E(4000) + ΔE
= 158087.187 (m)

N (5000) = N(4000) + ΔN
= 100896.707 (m)

٤. مصفوفات تصحيح الإحداثيات

J and K MATRICES_____ Iteration: 1

-0.5559[illegible]	-0.824471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.00013
0.570815	0.777852	-0.77585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000796
0.000000	0.000000	-0.25801	-0.96614	0.258006	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.00016
0.000000	0.000000	0	-0.05569	0.998558	0.053685	-0.99856	0	0	0	0	0	0	0.000477
0.000000	0.000000	0	0	0	-0.14795	0.988996	0.147945	-0.989	0	0	0	0	0.000096
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	-0.36218	0.93211	0.362175	-0.93211	0	0	0.000282
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	0	0	0.583527	0.809929	-0.58353	-0.80993	-0.00053
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.815474	0.40681	0.16842
469.4907122 272726		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.17206
0.384 [illegible]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45201
-2014.[illegible]		-2781.81	177.4731	499.8076	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.76201
0.000000	0.000000	499.8076	1747.748	-430.174	-1481.22	-79.6338	0	0	0	0	0	0	-0.06553
0.000000	0.000000	0	-1481.22	-79.6338	9053.84	514.8086	-1572.12	-285.175	0	0	0	0	-0.37569
0.000000	0.000000	0	0	0	-1572.12	-285.175	2622.318	648.2933	-1050.2	-408.058	0	0	-0.48458
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	-1050.2	-408.058	1618.513	0.101155	-563.844	107.9578	0.788685
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	0	0	-563.511	407.9578	125.8591	-100.977	59.14825
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135.5048	-305.981	-180.284

X MATRIX -- Iteration: 1

1	0.163946
2	0.201024
3	0.157953
4	0.227717
5	0.204527
6	0.364511
7	0.159118
8	0.408545
9	0.111239
10	0.446896
11	0.043534
12	0.420541
13	-0.060215
14	0.506754

J and K MATRICES -- Iteration: 2

-0.565014	-0.824454	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.250363
0.601156	0.775555	-0.77566	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.017722
0.000000	0.000000	0.25836	0.96605	0.258355	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009513
0.000000	0.000000	0	0.05938	0.998574	0.053376	0.99857	0	0	0	0	0	0	0.046879
0.000000	0.000000	0	0	0	0.14763	0.989048	0.147627	0.98904	0	0	0	0	0.045101
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	0.36181	0.932254	0.361805	0.93225	0	0	0.000223
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	0	0	0.889851	0.456668	0.5609	0.89966	0.000417
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.92406	-0.40058	-0.01241
-109.8000	22.47512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.01577
2,761.1381	35.96.2681	1838.288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-71.8575
-2341.333	38.187591	-2362.96	183.606	195.7715	0	0	0	0	0	0	0	0	-11.2251
0.000000	0.000000	409.7715	1046.081	-420.565	-1481.74	-70.2022	0	0	0	0	0	0	10.72753
0.000000	0.000000	0	-1481.74	-70.2022	3054.49	313.0533	-1572.74	-234.751	0	0	0	0	-2.87453
0.000000	0.000000	0	0	0	-1572.74	-234.751	2623.1	642.1026	-1050.36	-407.641	0	0	-15.0169
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	-1050.36	-407.541	1613.515	-0.58378	-565.176	408.2253	-11.0219
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	0	0	558.175	408.2253	426.8813	101.061	11.0548
0.000000	0.000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136.2944	307.164	15.4109

X MATRIX -- Iteration: 2

2	0.000001
3	0.000081
4	-0.000002
5	0.000094
6	-0.000082
7	0.000135
8	-0.000087
9	0.000172
10	-0.000099
11	0.000188
12	-0.000078
13	0.000235
14	-0.000069

INVERSE MATRIX

0.0003144	0011750	0.00028262	.00008983	00026522	0014882	021414	10539	0.0001	4805	0.00008	531	0.000077	15	0.0000596	6 -0.00000474	0.0000951
0.0001176	0065424	0.00009916	.00061401	00005972	0051249	007554	31943	0.0000	8279	0.00009	801	0.000043	04	0.0000791	1 -0.00001530	9.555E-05
0.0002826	0009916	0.00030161	.00010785	00026106	0009953	022423	07460	0.0001	5687	0.00008	212	0.000084	54	0.0000567	7 0.00000055	9.229E-05
0.0000898	0061401	0.00010785	.00064035	00008459	0059402	008585	37116	0.0000	9009	0.00011	214	0.000044	45	0.0000901	7 -0.00002100	0.0001099
0.0002652	0005972	0.00026106	.00008459	00033330	0024050	024914	16569	0.0001	6879	0.00010	762	0.000083	93	0.0000759	1 -0.00001300	0.0001193
0.0001488	0051249	0.00009953	.00059402	00024050	0112444	010426	70787	0.0000	9015	0.00013	636	0.000021	34	0.0001487	6 0.00006870	0.000185
0.0002141	0007654	0.00022423	.00008685	00024914	0010426	023233	05626	0.0001	6602	0.00009	171	0.000052	65	0.0000563	9 0.00000572	0.0000918
0.0001053	0031543	0.00007460	.00037116	00016569	0070787	005526	82970	0.0000	8054	0.00020	408	0.000020	29	0.0001575	8 -0.00006917	0.0001362
0.0001480	0008279	0.00015687	.00009009	00016875	0009015	016582	08054	0.0001	5070	0.00005	235	0.000056	68	0.0000363	7 0.00002556	5.789E-05
0.0000853	0005801	0.00008212	.00011214	00010762	0018636	008171	20408	0.0000	5235	0.00021	630	0.000012	30	0.0001847	2 -0.00006650	0.0001984
0.0000771	0004304	0.00008454	.00004446	00008359	0002134	009235	02029	0.0000	9663	0.00001	230	0.000050	19	0.0000292	7 0.00005816	2.3E-07
0.0000596	0007911	0.00005677	.00006017	00007591	0014876	005539	16758	0.0000	3637	0.00018	472	0.000009	27	0.0001743	8 -0.00005464	0.0001757
-0.0000047	0001530	0.00000055	.00002100	00001300	0006870	000572	05917	0.0000	2665	-0.00006	690	0.000058	15	-0.0000545	4 0.00010430	-8.87E-05
0.0000951	0009555	0.00009229	.00010988	00011931	0018457	009180	19619	0.0000	5789	0.00019	836	0.000000	23	0.0001756	9 -0.00008870	0.0002456

Adjustment Statistics:

Iterations = 2

Redundancies = 3

Reference Variance = 29.394

Reference So = ±5.4

Failed to pass X^2 test at 95.0% significance level!

X^2 lower value = 0.22

X^2 upper value = 9.35

Point Report

Total COGO Points:932

Number	Northing (m)	Easting (m)	Elevation (m)	Description
1	101602.547	158244.606	864.258	asph
2	101594.229	158239.362	863.779	asph
3	101590.220	158236.502	863.547	asph
4	101587.476	158233.985	863.421	asph
5	101587.811	158233.661	863.328	c.s
6	101584.383	158230.467	863.219	asph
7	101580.560	158221.440	862.560	asph
8	101580.040	158216.325	862.157	asph
9	101580.124	158211.137	861.799	asph
10	101580.947	158204.386	861.378	asph
11	101585.641	158178.554	860.448	asph
12	101586.146	158178.690	860.579	c.s
13	101587.540	158179.024	860.522	c.s
14	101588.848	158155.915	860.062	asph
15	101590.961	158156.177	860.302	asph
16	101576.963	158153.039	860.526	m
17	101576.303	158163.646	860.539	t.s
18	101573.139	158184.950	860.913	m
19	101571.697	158187.633	861.021	m
20	101570.281	158188.312	861.075	m
21	101569.587	158187.551	861.037	m
22	101581.921	158177.756	860.489	m
23	101579.172	158179.667	860.482	mh
24	101579.216	158194.605	861.069	m
25	101578.683	158194.380	861.052	m
26	101574.706	158219.017	862.522	m
27	101573.998	158218.986	862.540	m
28	101574.978	158222.044	862.692	m
29	101576.037	158224.930	862.853	m
30	101577.869	158228.419	863.024	m
31	101580.362	158232.049	863.272	m
32	101582.528	158234.545	863.412	m

33	101584.241	158236.310	863.568	m
34	101583.956	158236.613	863.533	m
35	101582.271	158235.191	863.480	m
36	101579.502	158233.582	863.430	m
37	101576.874	158232.847	863.457	m
38	101574.894	158232.685	863.505	m
39	101573.051	158232.719	863.598	m
40	101572.762	158232.412	863.573	m
41	101572.634	158231.770	863.500	m
42	101573.118	158226.829	863.148	m
43	101598.301	158251.890	864.549	asph
44	101579.692	158240.733	863.755	asph
45	101575.981	158242.310	864.158	asph
46	101573.805	158246.830	864.851	asph
47	101573.988	158254.450	865.803	asph
48	101565.163	158251.002	865.654	m
49	101562.827	158251.100	865.674	m
50	101562.632	158241.503	864.687	m
51	101563.869	158217.480	862.708	m
52	101565.873	158206.618	862.014	m
53	101553.702	158251.711	865.772	asph
55	101553.591	158228.558	863.496	asph
56	101550.283	158218.884	862.615	asph
57	101542.809	158208.419	861.010	asph
58	101529.823	158197.417	859.524	asph
59	101525.117	158194.945	859.178	asph
60	101523.009	158193.869	859.075	asph
61	101506.545	158192.220	858.882	asph
62	101474.750	158190.631	859.081	asph
63	101468.941	158191.045	859.260	asph
64	101462.212	158192.311	859.557	asph
65	101455.384	158195.236	860.107	asph
66	101450.461	158200.148	860.869	asph
67	101447.538	158206.001	861.788	asph
68	101446.092	158213.468	863.138	asph
69	101446.331	158222.026	864.750	asph
70	101438.375	158222.532	864.881	asph
71	101438.929	158214.088	863.361	asph
72	101440.029	158205.775	862.120	asph
73	101442.608	158196.585	860.896	asph

74	101444.497	158192.411	860.455	asph
75	101444.733	158189.869	860.222	asph
76	101442.217	158186.136	859.707	asph
77	101439.584	158183.958	859.321	asph
78	101454.416	158179.777	859.426	asph
79	101458.708	158181.926	859.484	asph
80	101465.329	158183.468	859.238	asph
81	101505.807	158185.286	858.721	asph
82	101509.642	158184.966	858.661	asph
83	101512.157	158183.134	858.608	asph
84	101514.950	158179.165	858.151	asph
85	101515.651	158177.180	857.831	c.w+c.s
86	101516.331	158176.131	857.670	c.s
87	101513.950	158167.817	856.536	c.s
88	101512.044	158168.460	856.468	c.s
89	101510.663	158170.170	856.697	c.w
90	101511.409	158180.680	857.260	c.w
91	101479.131	158178.517	859.275	c.w
92	101479.211	158180.098	859.280	mh
93	101523.400	158176.904	858.076	m
94	101524.815	158177.157	858.177	m
95	101525.377	158174.531	857.886	m
96	101524.763	158170.541	857.460	m
97	101536.247	158177.426	859.030	asph+c.s
98	101538.007	158176.589	858.950	c.s
99	101533.798	158172.054	858.295	c.s
100	101538.039	158179.086	859.210	asph
101	101540.927	158181.145	859.542	asph
102	101544.924	158182.351	859.848	asph
103	101553.134	158182.568	860.389	asph
104	101556.971	158181.850	860.558	asph
105	101560.201	158180.577	860.621	asph
106	101562.171	158179.188	860.642	asph
107	101564.291	158175.840	860.490	asph
108	101570.006	158149.946	860.142	asph
109	101564.879	158160.270	860.103	t.s
110	101571.292	158186.302	861.258	e.p
111	101570.469	158187.535	861.221	t.s
112	101586.966	158178.247	860.588	t.s
113	101587.636	158171.838	860.467	t.s

114	101557.670	158192.349	861.230	m
115	101557.502	158193.320	861.227	m
116	101558.283	158192.899	861.296	m
117	101557.603	158192.910	861.429	p
118	101540.099	158192.255	860.001	m
119	101540.117	158191.465	860.037	m
120	101540.425	158191.905	860.171	m
121	101545.043	158197.909	860.669	m
122	101545.728	158198.159	860.847	m
123	101558.801	158198.442	861.679	m
124	101555.966	158200.793	861.853	p
125	101554.186	158202.115	861.812	e.p
126	101555.926	158211.629	862.453	m
127	101579.630	158241.854	863.978	e.p
128	101563.378	158245.703	865.369	e.p
129	101534.226	158213.444	860.582	e.p
130	101502.555	158196.423	859.025	e.p
131	101457.706	158199.567	860.372	e.p
132	101435.029	158205.742	862.203	t.p
133	101430.068	158184.851	858.506	t.p
134	101434.542	158174.309	858.602	e.p
135	101430.840	158174.844	858.403	e.road
136	101429.779	158178.472	858.521	c.l
137	101429.483	158182.371	858.514	e.road
138	101417.717	158174.624	857.687	e.road
139	101417.636	158178.344	857.736	c.l
140	101417.467	158181.737	857.770	e.road
141	101404.635	158175.096	857.265	e.road
142	101404.910	158178.710	857.250	c.l
143	101405.267	158181.984	857.383	e.road
144	101392.128	158174.927	856.951	e.road
145	101392.767	158179.074	856.873	c.l
146	101393.069	158182.789	856.900	e.road
147	101395.987	158175.289	857.131	e.p
148	101401.997	158183.652	857.151	t.p
149	101382.214	158176.634	856.550	e.road
150	101383.151	158180.372	856.628	c.l
151	101383.578	158183.778	856.655	e.road
152	101367.334	158179.065	856.165	e.road
153	101368.457	158182.984	856.213	c.l

154	101369.128	158186.833	856.323	e.road
155	101375.764	158186.149	856.483	t.p
156	101352.980	158183.135	855.747	e.road
157	101354.000	158186.434	855.797	c.l
158	101354.615	158190.106	855.951	e.road
159	101346.646	158183.949	855.568	e.p
160	101340.780	158185.534	855.374	e.road
161	101341.792	158188.963	855.605	c.l
162	101342.092	158192.224	855.667	e.road
163	101339.769	158185.275	855.237	s.road
164	101337.595	158180.161	853.769	s.road
165	101333.976	158181.720	853.802	s.road
166	101334.944	158186.333	855.082	s.road
167	101333.222	158184.170	854.858	door
168	101328.455	158185.392	854.808	door
169	101304.694	158194.922	854.681	e.p
170	101302.301	158196.085	854.545	e.road
171	101303.321	158200.462	855.709	c.l
172	101284.102	158200.871	854.641	c.w
173	101261.935	158207.382	854.511	c.w
174	101261.220	158207.462	854.705	e.p
176	101260.981	158207.475	852.008	c.w
177	101259.528	158204.808	851.365	c.w+door
178	101256.162	158206.561	850.711	door
179	101261.025	158207.703	851.664	e.p
180	101255.670	158206.612	851.415	c.w
181	101253.014	158207.825	851.312	c.w
182	101247.425	158209.547	851.240	bu
183	101245.029	158210.434	851.307	bu
184	101236.783	158213.334	851.564	bu
185	101232.640	158218.015	850.196	e.p
186	101204.553	158234.072	850.345	t.p
187	101204.164	158235.509	850.249	c.w
188	101201.387	158236.646	850.059	bu
190	101201.788	158230.244	849.674	c.l
191	101200.444	158227.367	849.650	e.road
192	101182.146	158246.458	850.459	bu
193	101181.335	158244.647	850.042	e.p
194	101180.607	158240.135	849.130	s.road
195	101179.030	158237.304	849.066	c.l

196	101177.508	158234.845	849.009	e.road
197	101172.240	158237.093	848.596	s.road
198	101169.126	158238.853	848.554	s.road
199	101158.282	158256.337	848.691	t.p
200	101177.000	158245.322	849.433	s.road
201	101180.850	158243.821	849.798	s.road
202	101181.388	158253.681	851.743	s.road
203	101184.731	158251.593	851.903	s.road
204	101167.559	158234.495	847.475	s.road
205	101170.724	158233.725	847.641	s.road
207	101149.203	158260.708	848.046	e.p
208	101151.406	158259.216	848.568	s.road
209	101156.073	158257.776	848.661	s.road
210	101157.129	158263.255	850.003	s.road
211	101153.659	158264.480	850.037	s.road
212	101145.631	158268.998	848.984	el
213	101141.078	158260.872	847.721	c.l
214	101136.381	158253.403	845.460	el
215	101126.258	158270.634	847.040	c.l
216	101130.512	158278.268	848.156	el
217	101122.391	158263.518	845.487	el
218	101108.620	158281.034	846.505	c.l
219	101106.325	158272.944	845.688	el
220	101114.223	158288.354	847.599	el
221	101110.048	158286.055	847.155	t.p
222	101108.726	158285.608	846.895	s.road
223	101109.630	158289.820	847.872	s.road
224	101112.199	158295.843	849.501	s.road
225	101109.289	158297.821	849.636	s.road
226	101104.652	158287.827	846.862	s.road
227	101101.996	158287.385	846.466	e.p
228	101089.234	158291.690	845.582	c.l
229	101093.558	158299.356	846.858	el
230	101085.536	158284.390	843.139	el
231	101086.733	158297.165	844.663	e.w
232	101088.269	158299.714	847.285	c.w
233	101070.821	158305.853	845.191	c.l
234	101075.169	158312.148	845.810	el
235	101065.985	158299.192	843.259	el
236	101071.077	158311.641	845.270	s.road

237	101077.579	158309.053	845.724	s.road
238	101079.244	158312.054	846.487	s.road
239	101073.408	158316.148	846.306	s.road+bu
240	101072.347	158314.052	845.674	bu
241	101061.155	158319.696	844.925	bu
242	101046.133	158321.342	844.069	c.l
243	101049.738	158327.082	844.334	el
244	101043.102	158312.688	841.883	el
245	101043.894	158327.854	844.730	s
246	101034.801	158331.274	843.724	s
247	101018.993	158339.000	843.401	s
248	101018.085	158332.111	843.514	e.p
249	101012.864	158338.968	843.241	c.l
250	101015.643	158346.778	843.391	el
251	101008.989	158331.534	842.263	el
252	100988.153	158352.417	843.003	c.l
253	100991.888	158361.020	842.788	el
254	100984.795	158345.201	841.389	el
255	100983.067	158348.761	842.335	e.p
256	100980.418	158350.483	842.535	bu
257	100972.591	158354.594	843.233	bu
258	101424.366	158177.925	858.096	C.L
259	101427.340	158175.072	857.946	R
260	101426.760	158168.901	855.102	ELE
261	101428.788	158182.164	858.145	R
262	101427.803	158188.410	859.174	ELE
263	101412.311	158178.182	857.306	C.L
264	101411.746	158175.052	857.180	R
265	101411.684	158169.760	855.368	ELE
266	101412.232	158181.076	857.345	R
267	101412.779	158186.830	857.443	ELE
268	101395.005	158178.704	856.680	C.L
269	101393.956	158175.837	856.714	R
270	101392.825	158170.722	854.744	ELE
271	101394.498	158181.862	856.550	R
272	101395.622	158186.760	856.679	ELE
273	101378.615	158180.848	856.248	C.L
274	101377.780	158177.647	856.280	R
275	101377.759	158172.803	854.280	ELE
276	101378.918	158184.237	856.222	R

277	101379.544	158189.745	856.317	ELE
278	101363.590	158184.346	855.856	C.L
279	101362.899	158181.329	855.879	R
280	101361.584	158177.392	854.637	ELE
281	101364.067	158187.480	855.912	R
282	101364.300	158193.842	856.959	ELE
283	101348.426	158187.719	855.390	C.L
284	101347.640	158184.957	855.431	R
285	101347.672	158180.160	853.550	ELE
286	101349.214	158190.580	855.582	R
287	101351.351	158196.690	856.916	ELE
288	101336.406	158191.488	855.269	C.L
289	101336.306	158188.200	855.076	R
290	101336.031	158181.413	853.823	ELE
291	101338.520	158193.141	855.321	R
292	101340.760	158200.491	856.427	ELE
293	101337.855	158198.016	855.954	T.P
294	101333.091	158202.327	855.853	BU
295	101316.818	158196.972	854.773	C.L
296	101314.471	158193.759	854.779	R
297	101312.956	158190.221	854.827	ELE
298	101309.083	158191.467	854.550	S
299	101315.000	158200.640	854.839	R
300	101316.242	158206.381	855.583	ELE+BU
301	101306.018	158208.708	855.373	BU
302	101304.911	158206.376	855.082	C.W
303	101309.815	158205.013	855.175	C.W
304	101297.138	158201.829	854.348	C.L
305	101295.785	158199.536	854.295	R
306	101295.716	158193.515	853.958	ELE
307	101297.890	158205.234	854.415	R
308	101298.603	158210.208	854.773	ELE
309	101280.973	158206.602	853.915	C.L
311	101279.905	158203.536	853.902	R
312	101281.416	158209.584	853.861	R
313	101282.908	158214.066	853.890	ELE
314	101272.508	158208.334	853.664	C.L
315	101243.559	158218.404	852.568	C.L
316	101241.840	158215.274	852.557	R
317	101244.814	158221.637	852.597	R

318	101247.204	158225.683	853.124	ELE
319	101236.493	158213.323	850.339	C.W
320	101229.304	158227.302	852.352	C.W+DOOR
321	101220.621	158229.365	852.323	C.W+DOOR
322	101216.004	158225.587	851.694	C.L
323	101217.335	158230.442	852.010	R
324	101214.605	158223.173	851.684	R
325	101212.298	158218.690	851.424	ELE
326	101200.891	158230.063	851.194	C.L
327	101199.826	158227.604	851.253	R
328	101198.321	158222.223	849.894	ELE
329	101223.765	158223.479	851.963	C.L
330	101222.118	158220.430	851.688	R
331	101219.754	158215.833	851.532	ELE
332	101188.498	158233.997	850.999	C.L
333	101186.681	158231.233	850.907	R
334	101184.893	158227.048	850.201	ELE
335	101189.692	158237.638	851.157	R
336	101191.816	158241.257	851.852	ELE+BU
337	101202.902	158233.099	851.418	R
339	101212.542	158230.218	851.743	R
340	101220.196	158227.521	851.945	R
342	101178.796	158235.367	850.619	R
343	101181.831	158240.198	850.785	R
344	101164.910	158243.973	850.269	R
345	101167.770	158249.024	850.352	R
346	101152.814	158257.441	850.034	R
347	101150.672	158252.854	849.750	R
348	101131.783	158264.884	848.849	R
349	101133.791	158268.807	848.900	R
350	101118.798	158277.779	848.350	R
351	101115.990	158274.199	848.265	R
352	101106.244	158284.767	848.177	R
353	101104.490	158281.127	847.902	R
354	101092.457	158286.858	847.322	R
355	101094.575	158290.728	847.358	R
356	101079.308	158296.478	846.928	R
357	101081.552	158300.712	846.997	R
358	101066.048	158313.008	846.535	R
359	101062.658	158309.145	846.358	R

360	101042.964	158320.794	845.498	R
361	101045.430	158324.632	845.619	R
362	101026.384	158334.329	845.079	R
363	101024.350	158330.486	844.871	R
364	101003.914	158340.583	844.672	R
365	101006.109	158344.867	844.785	R
366	100985.164	158353.466	844.846	R
367	100984.341	158351.657	844.507	R
368	100973.439	158360.659	844.507	C.L
369	100974.695	158363.241	844.543	R
370	100976.645	158367.579	844.867	ELE
371	100972.617	158357.210	844.556	R
372	100959.109	158366.138	844.408	C.L
373	100959.844	158368.676	844.486	R
374	100960.677	158373.107	845.292	ELE
375	100958.491	158363.859	844.366	R
376	100957.556	158358.982	843.673	EL+SR
377	100954.946	158348.697	841.527	SR
378	100959.319	158346.145	841.203	SR
379	100963.537	158359.953	844.284	SR+C.W
380	100957.395	158362.248	844.360	E.P
381	100948.089	158370.108	844.282	C.L
382	100948.736	158372.140	844.461	R
383	100949.794	158376.720	845.774	EL
384	100947.505	158368.527	844.188	R
385	100944.663	158361.579	842.819	EL
386	100943.479	158369.836	844.172	R+SR
387	100934.301	158359.989	842.325	SR
388	100930.544	158361.570	842.152	SR
389	100938.468	158372.192	844.400	R+SR
390	100930.721	158379.247	844.895	C.L
391	100931.687	158381.738	844.965	R
392	100934.493	158386.930	845.655	ELE
393	100929.453	158377.349	844.936	R
394	100927.594	158371.592	842.736	ELE
395	100911.049	158387.427	845.129	C..L
396	100911.877	158389.752	845.240	R
397	100913.518	158395.879	846.132	ELE
398	100911.226	158384.540	845.149	R
399	100907.357	158378.632	842.374	ELE

400	100892.491	158382.173	842.683	ELE
401	100872.295	158385.345	842.989	ELE
402	100892.076	158392.543	845.617	C.L
403	100892.407	158394.288	845.571	R
404	100892.771	158400.692	847.258	ELE
405	100890.277	158390.348	845.633	R
406	100874.514	158397.780	846.900	C.L
407	100873.795	158395.281	846.843	R
408	100875.430	158399.748	846.859	R
409	100876.533	158406.122	847.448	ELE
410	100868.303	158399.793	847.384	C.L
411	100867.713	158396.652	847.885	R
413	100872.675	158402.254	847.517	R/SR
414	100869.592	158403.131	847.698	C.L/SR
415	100865.216	158403.533	847.529	R/SR
416	100868.437	158409.341	848.732	C.L/SR
417	100870.562	158409.807	848.775	R/SR
418	100877.317	158411.035	848.033	ELE/SR
419	100866.033	158410.202	848.903	R/SR
420	100859.572	158410.200	848.279	ELE/SR
421	100859.035	158423.192	850.368	ELE/SR
422	100865.025	158423.038	851.336	R/SR
423	100867.474	158422.958	851.285	C.L/SR
424	100869.973	158422.612	851.508	R/SR
425	100876.707	158421.645	849.882	ELE/SR
426	100881.643	158432.283	851.643	ELE/SR
427	100873.525	158434.762	854.041	R/SR
428	100871.211	158435.852	854.003	C.L/SR
429	100869.002	158437.010	853.940	R/SR
430	100860.506	158437.855	853.982	ELE/SR
431	100883.592	158449.894	856.782	C.L/SR
432	100885.800	158448.110	856.971	R/SR
433	100892.624	158442.658	853.858	ELE/SR
434	100883.748	158452.163	856.941	R/SR
435	100878.153	158457.402	857.708	ELE/SR
436	100907.581	158464.409	859.490	C.L/SR
437	100908.408	158462.117	859.439	R/SR
438	100911.678	158456.341	857.713	ELE/SR
439	100907.264	158466.874	859.379	R/SR
440	100904.372	158474.671	860.075	ELE/SR

441	100929.823	158476.313	860.853	C.L/SR
442	100931.234	158473.943	860.860	R/SR
443	100934.597	158469.680	860.704	ELE/SR
444	100930.057	158479.714	860.830	R/SR
445	100927.513	158485.177	861.692	ELE/SR
446	100951.199	158487.033	861.803	C.L/SR
447	100952.576	158484.343	861.876	R/SR
448	100954.534	158480.066	861.927	ELE/SR
449	100950.029	158488.860	861.702	R/SR
450	100946.987	158494.500	862.535	ELE/SR
451	100852.799	158399.518	846.996	C.L
452	100853.056	158396.881	846.904	R
453	100852.698	158390.164	846.759	ELE
454	100852.176	158401.921	847.116	R
455	100852.378	158408.348	847.967	ELE
456	100831.505	158402.951	847.644	C.L
457	100830.871	158400.940	847.657	R
458	100830.597	158393.700	847.815	ELE
459	100831.682	158404.819	847.856	R
460	100832.418	158411.040	848.642	ELE
461	100807.532	158406.194	848.495	C.L
462	100807.751	158408.230	848.511	R
463	100807.779	158415.116	849.596	ELE
464	100807.446	158403.648	848.500	R
465	100808.178	158396.086	846.958	ELE
466	100799.840	158389.954	846.470	S.R
467	100795.966	158390.282	846.286	S.R
468	100802.219	158404.357	848.411	S.R+R
469	100795.797	158405.615	848.313	S.R+R
470	100778.891	158409.252	847.729	C.L
471	100779.019	158407.258	847.837	R
472	100780.174	158399.314	846.423	ELE
473	100780.024	158410.853	847.906	R
474	100780.233	158418.162	849.083	ELE
475	100757.644	158407.277	845.656	C.L
476	100757.318	158409.349	845.916	R
477	100755.854	158415.919	847.095	ELE
478	100756.836	158405.069	845.664	R
479	100757.549	158397.840	843.779	ELE
480	100736.692	158404.988	843.461	C.L

481	100736.732	158407.042	843.788	R
482	100736.125	158413.928	845.137	ELE
483	100737.940	158402.559	843.554	R
484	100740.214	158395.953	841.709	ELE
485	100716.245	158407.889	842.167	C.L
486	100716.420	158409.967	842.370	R
487	100716.215	158417.450	843.664	ELE
488	100716.250	158405.093	842.089	R
489	100715.173	158398.114	839.302	ELE
490	100695.314	158407.090	839.773	C.L
491	100694.903	158409.584	840.132	R
492	100694.408	158416.467	841.909	ELE
493	100695.278	158404.661	839.682	R
494	100696.869	158396.637	837.193	ELE
495	100675.414	158405.223	837.470	C.L
496	100674.977	158407.217	837.539	R
497	100674.153	158414.922	838.771	ELE
498	100675.581	158402.962	837.525	R
499	100675.562	158396.453	834.899	ELE
500	100653.372	158404.117	835.449	C.L
501	100653.070	158406.152	835.643	R
502	100652.812	158412.958	836.848	ELE
503	100652.847	158402.247	835.487	R
504	100653.668	158394.492	833.711	ELE
505	100634.314	158406.604	834.582	C.L
506	100635.228	158408.703	832.378	R
507	100635.796	158415.577	836.047	ELE
508	100633.646	158404.279	834.302	R
509	100631.830	158396.591	832.655	ELE
510	100615.318	158415.275	834.108	C.L
511	100615.764	158416.897	834.303	R
512	100616.625	158424.733	835.770	ELE
513	100613.842	158413.590	834.084	R
514	100610.673	158406.814	832.227	ELE
515	100596.445	158423.029	833.924	C.L
516	100596.772	158424.726	833.940	R
517	100597.920	158431.778	834.900	ELE
518	100594.974	158421.380	833.859	R
519	100593.352	158414.253	832.043	ELE
520	100576.674	158429.882	833.316	C.L

521	100577.276	158432.016	833.387	R
522	100578.861	158440.039	834.393	ELE
523	100575.648	158428.051	833.107	R
524	100574.157	158420.003	831.635	ELE
525	100556.650	158436.710	832.411	C.L
526	100557.309	158438.855	832.639	R
527	100559.694	158445.791	833.869	ELE
528	100554.657	158434.748	832.109	R
529	100550.913	158427.983	831.111	ELE
530	100536.389	158447.723	832.383	C.L
531	100537.019	158449.243	832.549	R
532	100537.820	158455.664	833.422	ELE
533	100533.693	158447.272	832.354	R
534	100530.213	158440.778	831.663	ELE
535	100520.021	158457.397	834.291	C.L
536	100523.083	158466.385	834.111	ELE
537	100519.438	158451.317	834.376	ELE
538	100510.720	158458.621	835.760	C.L
539	100504.091	158465.609	836.208	ELE
540	100501.961	158457.619	836.907	C.L
541	100500.349	158449.122	836.943	ELE
542	100495.988	158458.871	837.826	C.L
543	101442.309	158165.335	858.038	T.P
544	101438.263	158165.797	857.669	R
545	101436.216	158166.972	857.791	C.L
546	101433.991	158167.788	857.726	R
547	101433.309	158168.169	857.752	S
548	101433.119	158158.266	856.641	R+cW
549	101412.290	158128.398	853.726	R+cW
550	101408.660	158130.392	853.714	R
551	101436.456	158172.093	858.411	R
552	101437.506	158173.352	858.609	R
553	101436.943	158174.610	858.778	R
554	101434.669	158176.050	858.750	R
555	101447.764	158166.090	858.575	SAHA
556	101475.755	158162.025	859.045	SAHA
557	101492.701	158161.872	858.935	SAHA
558	101497.919	158164.098	859.010	SAHA
559	101508.181	158175.402	859.082	SAHA
560	101508.429	158180.180	859.200	SAHA

561	101479.165	158178.270	859.279	SAHA
562	101472.460	158179.406	859.232	SAHA
563	101465.896	158179.225	859.386	SAHA
564	101460.344	158179.860	859.480	SAHA
565	101457.389	158181.263	859.520	SAHA
566	101448.809	158174.466	859.183	M.H
567	101440.568	158166.073	857.973	R
568	101438.612	158165.802	857.699	R
1000	101575.080	158168.361	860.767	st
2000	101436.272	158175.780	858.869	bs
4000	101137.311	158261.166	849.165	st
5000	100897.213	158087.127	868.498	bs

Profile Vertical Curve Report

Client:	**Prepared by:**
Client	Preparer
Client Company	Your Company Name
Address 1	123 Main Street
Date: 21/12/2011 12:38:47 ص	

Vertical Alignment: FG
Description:
Station Range: Start: 0+000.00, End: 1+101.16

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+538.33	Elevation:	842.786m
PVI Station:	0+574.48	Elevation:	843.171m
PVT Station:	0+610.64	Elevation:	844.446m
Low Point:	0+538.33	Elevation:	842.786m
Grade in(%):	1.06%	Grade out(%):	3.53%
Change(%):	2.46%	K:	29.336m
Curve Length:	72.307m	Curve Radius	2,933.632m
Headlight Distance:	401.965m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+679.48	Elevation:	846.876m
PVI Station:	0+720.00	Elevation:	848.305m
PVT Station:	0+760.52	Elevation:	850.489m
Low Point:	0+679.48	Elevation:	846.876m
Grade in(%):	3.53%	Grade out(%):	5.39%
Change(%):	1.86%	K:	43.524m
Curve Length:	81.030m	Curve Radius	4,352.444m
Headlight Distance:	2,370.046m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+780.56	Elevation:	851.569m
PVI Station:	0+813.83	Elevation:	853.363m
PVT Station:	0+847.10	Elevation:	854.053m

High Point:	0+847.10	Elevation:	854.053m
Grade in(%):	5.39%	Grade out(%):	2.08%
Change(%):	3.32%	K:	20.074m
Curve Length:	66.546m	Curve Radius	2,007.388m
Passing Distance:	499.739m	Stopping Distance:	233.745m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+888.82	Elevation:	854.919m
PVI Station:	0+925.00	Elevation:	855.670m
PVT Station:	0+961.18	Elevation:	857.067m
Low Point:	0+888.82	Elevation:	854.919m
Grade in(%):	2.08%	Grade out(%):	3.86%
Change(%):	1.79%	K:	40.460m
Curve Length:	72.351m	Curve Radius	4,046.025m
Headlight Distance:	6,199.971m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	1+006.28	Elevation:	858.810m
PVI Station:	1+023.90	Elevation:	859.491m
PVT Station:	1+041.52	Elevation:	859.607m
High Point:	1+041.52	Elevation:	859.607m
Grade in(%):	3.86%	Grade out(%):	0.66%
Change(%):	3.20%	K:	11.000m
Curve Length:	35.247m	Curve Radius	1,100.000m
Passing Distance:	500.217m	Stopping Distance:	225.026m

Vertical Alignment: Alignment 1 - -2.000%
Description:
Station Range: Start: 0+000.00, End: 0+046.18

Vertical Alignment: FG-A2
Description:
Station Range: Start: 0+000.00, End: 0+132.19

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+013.79	Elevation:	849.446m
PVI Station:	0+054.75	Elevation:	857.222m
PVT Station:	0+095.71	Elevation:	859.641m
High Point:	0+095.71	Elevation:	859.641m
Grade in(%):	18.98%	Grade out(%):	5.91%
Change(%):	13.08%	K:	6.264m
Curve Length:	81.923m	Curve Radius	626.429m
Passing Distance:	159.205m	Stopping Distance:	91.779m

صور مفصلة لطريق المشروع (من البداية الى النهاية)

باتجاه الشارع الإلتفافي

باتجاه الشارع الإلتفافي

باتجاه الشارع الإلتفافي

باتجاه الشارع الإلتفافي

باتجاه الشارع الإلتفافي

باتجاه الشارع الإلتفافي

باتجاه الشارع الإلتفافي

باتجاه الشارع الإلتفافي

باتجاه الشارع الإلتفافي

باتجاه الشارع الإلتفافي

باتجاه الشارع الإلتفافي

الشارع الإلتفافي رقم 60
نهاية طريق المشروع

جدول (٣-١) جدول عد المركبات ليوم الثلاثاء

اليوم : الثلاثاء
التاريخ : ٢٠١١/٤/١٢

الوقت		سيارة خاصة	تكسي عمومي	شاحنة خفيفة (محورين)	حافلة	شاحنة ثقيلة (٣ محاور فاكثر)	هصاورة	المجموع خلال ١٥ دقيقة
6:00	6:15	27	28	3	12	3	2	75
6:15	6:30	28	22	4	13	5	-	72
6:30	6:45	22	28	3	9	10	3	75
6:45	7:00	24	24	5	7	8	-	68
7:00	7:15	23	25	5	14	14	4	85
7:15	7:30	24	34	4	14	13	2	91
7:30	7:45	28	27	2	13	5	1	76
7:45	8:00	33	33	4	17	5	2	94
8:00	8:15	18	17	3	5	3	1	47
8:15	8:30	27	22	2	7	4	-	62
8:30	8:45	16	21	4	4	5	-	50
8:45	9:00	18	19	3	3	2	-	45
9:00	9:15	23	28	3	5	4	2	65
9:15	9:30	27	26	2	7	2	3	67
9:30	9:45	18	18	2	4	3	-	45
9:45	10:00	18	19	2	8	3	2	52
10:00	10:15	18	28	2	13	2	2	65
10:15	10:30	23	32	2	14	3	2	76
10:30	10:45	27	32	2	13	2	-	76
10:45	11:00	19	23	2	7	3	2	56
11:00	11:15	27	23	3	7	8	-	68
11:15	11:30	27	18	4	7	12	3	71
11:30	11:45	23	28	3	8	5	2	69
11:45	12:00	32	30	3	9	8	-	82
12:00	12:15	32	33	7	18	13	2	105
12:15	12:30	33	34	2	11	8	-	88
12:30	12:45	28	28	2	16	16	-	90
12:45	13:00	22	37	4	12	9	-	84
13:00	13:15	28	32	3	17	6	2	88
13:15	13:30	18	27	2	13	8	-	68
13:30	13:45	23	32	3	13	12	2	85
13:45	14:00	23	33	2	11	7	-	76

79	-	6	13	4	32	24	14:15	14:00
76	2	6	17	3	22	26	14:30	14:15
56	-	13	7	4	18	14	14:45	14:30
52	2	5	8	3	14	20	15:00	14:45
55	2	9	7	2	22	13	15:15	15:00
46	-	6	4	3	15	18	15:30	15:15
43	2	3	4	3	18	13	15:45	15:30
64	-	10	9	4	19	22	16:00	15:45
84	3	11	6	5	32	27	16:15	16:00
82	-	8	5	4	33	32	16:30	16:15
82	2	9	7	7	27	30	16:45	16:30
70	-	7	2	3	33	25	17:00	16:45
71	-	8	8	9	13	33	17:15	17:00
79	-	4	11	4	32	28	17:30	17:15
77	-	3	12	8	32	22	17:45	17:30
45	-	3	7	3	9	23	18:00	17:45
3,377	**52**	**322**	**458**	**166**	**1,232**	**1,147**	**المجموع**	

جدول (٣-2) جدول عد المركبات ليوم الاربعاء

اليوم :الاربعاء
التاريخ : ٢٠١١/٤/١٣

79	2	5	15	5	30	22	6:15	6:00
73	-	5	15	5	30	18	6:30	6:15
66	2	5	15	-	30	14	6:45	6:30
87	-	6	13	6	40	22	7:00	6:45
88	3	9	12	4	35	25	7:15	7:00
98	-	8	20	4	32	34	7:30	7:15
90	-	4	11	3	38	34	7:45	7:30
83	2	7	10	3	35	26	8:00	7:45
85	-	7	10	3	42	23	8:15	8:00
89	-	10	13	3	40	23	8:30	8:15
87	-	9	12	3	32	31	8:45	8:30
99	3	8	8	7	45	28	9:00	8:45
106	3	4	12	4	45	38	9:15	9:00
96	-	8	13	4	33	38	9:30	9:15
97	2	10	8	5	40	32	9:45	9:30

100	-	20	12	4	35	29	10:00	9:45
112	-	20	13	7	37	35	10:15	10:00
107	2	8	12	7	38	40	10:30	10:15
78	1	9	12	5	27	24	10:45	10:30
75	-	15	8	4	25	23	11:00	10:45
87	-	11	13	3	32	28	11:15	11:00
79	-	14	14	5	22	24	11:30	11:15
75	3	9	8	5	23	27	11:45	11:30
85	-	9	12	7	27	30	12:00	11:45
112	2	18	15	2	35	40	12:15	12:00
87	-	12	8	2	30	35	12:30	12:15
78	-	10	12	3	25	28	12:45	12:30
80	2	8	5	2	33	30	13:00	12:45
100	2	10	8	5	37	38	13:15	13:00
89	-	10	9	2	33	35	13:30	13:15
92	-	13	9	3	30	37	13:45	13:30
93	2	7	13	4	33	34	14:00	13:45
76	-	3	17	3	25	28	14:15	14:00
83	-	4	12	4	33	30	14:30	14:15
99	2	8	11	6	33	39	14:45	14:30
99	2	8	13	3	40	33	15:00	14:45
106	2	8	18	7	33	38	15:15	15:00
96	-	5	13	9	40	29	15:30	15:15
92	2	8	15	5	35	27	15:45	15:30
86	-	6	17	5	33	25	16:00	15:45
85	-	3	13	3	38	28	16:15	16:00
81	1	3	17	2	30	28	16:30	16:15
72	-	3	15	2	25	27	16:45	16:30
86	2	4	15	3	32	30	17:00	16:45
75	-	3	15	2	28	27	17:15	17:00
56	2	2	9	3	22	18	17:30	17:15
63	-	2	13	2	24	22	17:45	17:30
57	-	3	11	1	27	15	18:00	17:45
4,164	**44**	**381**	**594**	**189**	**1,567**	**1,389**	**المجموع**	

جدول (٣-٣) معدل المرور اليومي ADT

اليوم	التاريخ	حجم المرور (٦ صباحا – ٦ مساء) ١٢ساعة	حجم المرور خلال (٢٤ساعة)
الثلاثاء	12/04/2011	3377	4390.1
الاربعاء	13/04/2011	4164	5413.2
معدل المرور اليومي(ADT)		**3770.5**	**4901.65**

جدول (٣-٤) متوسط عدد السيارات خلال ٢٤ساعة

التاريخ	ADT	سيارة خاصة	تكسي عمومي	مركبة ذات ٣ محاور	حافلة	شاحنة ثقيلة	مقطورة
12/04/2011	3377.0	1147	1232	166.0	458	322	52
13/04/2011	4164.0	1389	1567	189	594	381.0	44.0
المتوسط	3770.5	1268	1399.5	177.5	526.0	351.5	48.0
المتوسط لـ٢٤ ساعة	4901.7	1648.4	1819.4	230.8	683.8	457.0	62.4

جدول (٣-٥) مجموع ESAL

تصنيف المركبات	معدل المرور اليومي الحالي	معامل النمو	معدل المرور لـ ٢٠سنة قادمة	معامل (ESAL)	Design ESAL
سيارة خاصة	1648.4	1.49	17917613.5	0.0007	12542.3
تكسي عمومي	1819.4	1.49	19775788.7	0.0200	395515.8
مركبة ذات ٣ محاور	230.8	1.49	2508183.3	0.21	526718.5
حافلة	683.8	1.49	7432700.9	0.57	4236639.5
شاحنة ثقيلة	457.0	1.49	4966909.4	0.7	3625843.9
مقطورة	62.4	1.49	678269.3	1.0	664703.9
مجموع (ESAL)	4902				9,461,964

- **Equivalent Single Axle Load (ESAL) :**

- هو مصطلح يعبر عن مقدار الحمل المكافئ لمحور واحد ويساوي ١٨٠٠٠ رطل بحسب تصنيف المرجع الامريكي (ASHTTO). في تصميم الطرق .

٣-٨ علامات وإشارات المرور

٣-٨-١ مقدمة :

ان العنصر المهم من عناصر النظام المروري هو التحكم المروري ، فالتقاعس بين العناصر التي ذكرناها آنفًا: السائق، والطريق، والمركبة، لابد أن ينظمه تحكم مروري يساعد في المحافظة على أمان مستخدمي الطريق وسلامتهم.

كذلك في متابعة حركة المركبات، والسيطرة عليها، وتداخلها مع مستخدمي الطريق الآخرين .والتحكم المروري له أدواته وتجهيزاته الخاصة به التي يمكن تصنيفها إلى :

١- لوحات مرورية .
٢- علامات أرضية .
٣- إشارات ضوئية .

وأدوات التحكم من أهم التجهيزات الفعالة في توجيه المرور، والتحكم في التشغيل المروري، وتمثل لغة التفاهم بين مستخدمي الطرق من جهة والطريق من جهة أخرى.
إن الغرض الرئيسي من أدوات التحكم المروري يتمثل في استخدامها لتساعد في ضمان الأمان على الطرق، وكفاءة تشغيلها، وذلك من خلال تنظيم حركة المرور، مساعدة مستخدم الطريق في التنبؤ بحالة الطريق أمامه، وإرشاد السائقين وتحذيرهم من أي خطر على الطريق .تنتشر تجهيزات التحكم المروري في مواقع مختلفة على طول الطريق، فهي تستخدم لأغراض مختلفة، منها توضيح حدود الطريق والمسارات، وحواف الرصيف، واتجاهات المناورات، وأماكن عبور المشاة.

٣-٨-٢ متطلبات فعالية اشارات المرور :

وكي تكون وظيفة أداة المرور فعالة فإنه يجب أن تتحقق فيها خمسة متطلبات أساسية هي أن :

١ - تفي بالغرض الذي وضعت من أجله.
٢ - تجذب انتباه مستخدم الطريق.
٣ - تنقل رسالة بسيطة، واضحة، مقروءة، وسهلة الفهم لمستخدم الطريق.
٤ - تحترم حق الطريق لكل مستخدميه.
٥ - تعطي وقتا كافيا لمستخدم الطريق لأن يستجيب للرسالة التي تنقلها.

- هناك خمسة اعتبارات لتحقيق المطالبات أعلاه هي :

١ - التصميم : عند تصميم أداة التحكم المروري فإن مواصفات الحجم، الشكل، اللون، المادة المصنوعة منها، ومادة العاكس جميعها تؤدي دورا مهما في جذب انتباه مستخدم الطريق .كما أن الرسالة المكتوبة على الأداة، والرموز التوضيحية المرتبطة بها تخضع إلى تصميم دقيق يحمل مواصفات معينة، مثل نوع الخط المستخدم، حجم الخط، لون الخط، بساطة الرسالة المكتوبة، وذلك لضمان وضوح معنى الرسالة لمستخدم الطريق.

٢ - موقع التركيب : يخضع تركيب الأداة لمواصفات فنية معينة لضمان وقوعها ضمن مدى النظر لمستخدم الطريق، وأن يرتبط هذا الموقع بالوضع الذي وضعت من أجله الأداة؛ كذلك أن تعطي وقتا كافيا ليتمكن مستخدم الطريق الذي يسير بسرعة عادية لأن يستجيب للأداة بطريقة ملائمة وآمنة.

و الجدول التالي يبين المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة و التقاطع الذي تدل عليه الإشارة :

جدول (٣-٦) المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة و التقاطع الذي تدل عليه

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

٣ - تشغيل الأداة : ينبغي وضع الأداة المناسبة للظرف الذي تستخدم فيه، والتأكد من مطابقة مضمون الرسالة التي تنقلها الأداة لحالة التشغيل التي وضعت من أجله.

٤ - صيانة الأداة : إن الهدف الرئيسي من صيانة الأداة هو المحافظة على مواصفاتها التصميمة، وذلك لتبقى واضحة دوما لمستخدم الطريق فاحترام مستخدم الطريق للأداة يرتبط بوضوح الأداة ومظهرها الجيد.

٥ - توحيد الأدوات : إن توحيد أشكال الأداة وتماثلها يسهل على مستخدم الطريق تمييزها وفهم مضمونها في وقت قصير .كما أن التماثل يجعل كل مستخدمي الطريق يحملون الفهم نفسه لمعنى الأداة ،وهذا يساعد في حملات التوعية، وأنظمة العقوبة، كذلك من ناحية اقتصادية في تصنيع أدوات التحكم المروري وصيانتها .

٣-٨-٣ أنواع لوحات التحكم المروري :

- يمكن تصنيف لوحات التحكم المروري الى :

١ -اللوحات التنظيمية :

هي تلك اللوحات المرورية التي توضح أنظمة المرور وقوانينه التي يجب على السائق اتباعها، وعدم التزام السائق بها يعد مخالفة مرورية .تصف اللوحات التنظيمية إلى المجموعات التالية:

- لوحات حرم الطريق مثل لوحة التوقف .
- لوحات تحديد السرعة .
- لوحات السير ومنع السير .
- لوحات الانتظار .
- لوحات إجبارية .

	(مثال على اشارة تنظيمية) **معنى الإشارة : ممنوع الاستدارة نحو اليسار .**

٢ -اللوحات التحذيرية :

هي تلك اللوحات التي تنبه السائق وتحذره من وضع غير متوقع على الطريق أمامه، أو وجود خطر داهم، وذلك حتى لا يفاجأ بذلك الخطر وينعكس سلبا على تصرفه في الغالب تأخذ العلامة الشكل المثلث مطلية أرضيتها باللون الأبيض، ومحددة بخط أحمر.

وينبغي استخدام اللوحات التحذيرية في بعض الأماكن على الطريق والتي يتوقع أن تكون خطيرة مثل:

- المنعطفات الحادة .
- المنحدرات ذات الميل الحاد .
- التقاطعات .
- التحذير بوجود الإشارات الضوئية، أو أجهزة التحكم الأخرى .
- المداخل والمعابر .
- الأماكن التي لا تتوافر فيها معايير أمان كاملة لظروف طبوغرافية.
- التحذير بعبور حيوانات.

	(مثال على اشارة حذيرية) **معنى الإشارة : احذر ، أمامك مفترق تقاطع طرق .**

٣ -اللوحات الإرشادية:

هي تلك اللوحات التي تنقل معلومة لمستخدم الطريق عن الاتجاهات، المسافات، الطرق، معالم جغرافية، ومرافق الخدمات .لذلك فإن أبرز مجموعات هذه العلامات:

- لوحات الاتجاه .
- لوحات تمييز الطريق والمكان .

- لوحات مرافق الخدمات .
- لوحات أماكن الترفيه والآثار .

	(مثال على اشارة ارشادية) **معنى الإشارة : اتجه نحو اليسار .**

٤ - اللوحات المؤقتة :

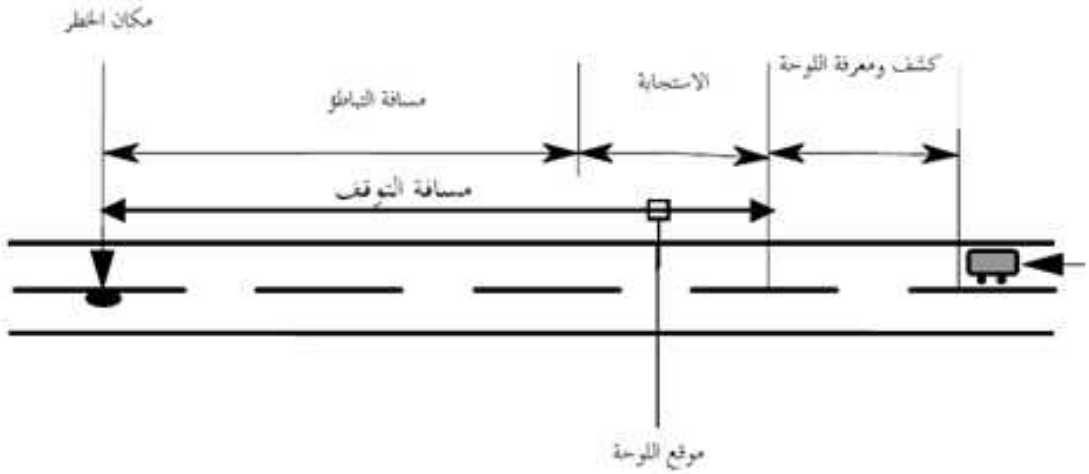
هي تلك اللوحات التي تبلغ السائق عن خطر مؤقت على الطريق، مثل اللوحات المستخدمة في مناطق العمل، تأخذ اللوحات أشكالا هندسية مختلفة لإعطاء دلالات خاصة بكل شكل . تطلى العلامات بدهانات عاكسة لتكون سهلة الوضوح في أوقات انخفاض مستوى الرؤية .

٣-٨-٤ فاعلية لوحة المرور :

يمكن اختبار فاعلية لوحة المرور باعتبار أن مستخدم الطريق يجب أن يمر خلال الأربع المراحل التالية في لمحة خاطفة عند اقترابه منها:

١ -يكتشف وجود اللوحة (هل اللوحة جذبت انتباه المستخدم؟) .
٢ -يقرأ اللوحة (هل اللوحة واضحة؟) .
٣ -يفهم اللوحة (هل اللوحة تنقل رسالة واضحة، بسيطة، وبعيدة عن الغموض؟) .
٤ -ينفذ الغرض المقصود من اللوحة (هل اللوحة تنقل المعنى المقصود من تركيبها ، وتعطي وقتا كافيا للاستجابة لهذا الغرض؟) .

يبين شكل (٣-٥) الأربع المراحل لعلامة تم تركيبها لتحذير السائق من وجود خطر على الطريق أمامه.



شكل (٣-٥) المراحل الاربعة التي يمر بها مستخدم الطريق عند رؤيته لوحة مرور

٣-٨-٥ العلامات الأرضية :

تستخدم العلامات الأرضية لتوجيه، تحذير، أو تنظيم المرور .وقد تستخدم مكملة لوظيفة اللوحات المرورية، أو الإشارات الضوئية في حالات كثيرة تزود العلامات الأرضية مستخدم الطرق برسائل متعددة، وذلك بتكرار مناسب مدعومة بعلامات مرورية أخرى .وقد تكون العلامات الأرضية خطوطا بألوان محددة، أو علامات بارزة مثل عيون القطط.

الخطوط من العلامات الأرضية الشائعة الاستخدام، وتستخدم في رسمها دهانات خاصة على سطح الطريق) يخلط أحيانا مع الدهان خرز زجاجي يعمل مادة عاكسة(، وغالبا ما تتركز وظيفة الخطوط الأرضية في رسم حدود الطريق، ووصف الفضاء المحدد لجدول المرور المتدفق في اتجاه محدد .ويستخدم اللون الأصفر لفصل انسياب المرور في الاتجاهات المتعاكسة، بينما اللون الأبيض للخطوط الأرضية المستخدمة في فصل مسارات الطريق في الاتجاه نفسه، وكذلك حافة الرصف التي لا توجد بعدها حركة مرور .وفي بعض الحالات التي يمنع فيها دخول طريق ما يستخدم اللون الأحمر في طلاء الخطوط الأرضية .
ومع أن للعلامات الأرضية عدة زوايا في تنظيم الأمان وتعزيزه على الطريق، فإن بها بعض العيوب التي ينبغي على من يعمل في حقل السلامة المرورية معرفتها . ومن أبرز هذه العيوب:

- قد تحجب رؤيتها عوامل الجو والإضاءة مثل الأمطار، وأتربة الرياح، والثلوج، وفي الليل، أو في ظروف الضباب.
- قد تتوارى تحت ظروف أحجام المرور أو الصيانة .
- يمكن أن تحجب حركة المرور الرؤية عنها .
- قد تقل مقاومة الاحتكاك بين إطار المركبة وطبقة الرصف .
- لا يمكن تطبيقها على أسطح الطرق غير المرصوفة .
- الرسالة التي تنقلها إلى مستخدم الطريق أقل تأثيرا من تلك التي على لوحة المرور.

مع ذلك فإن الميزة الرئيسية للعلامات الأرضية أن المعلومة تكون ضمن حدود النظر للسائق على نحو متواصل.
ينبغي أن تكون العلامات الأرضية بحجم كبير يضمن وضوحا كافيا لها، وتتحمل ضغط المركبات عليها، ويراعى تأثيرها على مقاومة الاحتكاك .تستخدم مواد مختلفة في تركيبة العلامات المرورية، مثل الدهانات، الثيرمو بلاستيك (البلاستيك الحراري)، رقائق سابقة القطع، و إيبوكسات مرتفع .
يكون لون العلامة إما أبيض أو أصفر، ويفضل الأبيض مفضلا فنيًا، لأنه أكثر وضوحا في الليل .وتصف العلامات إلى خطوط طولية و عرضية.

- للخطوط الطولية الوظائف الآتية:

١ -فصل حركة المرور المتعاكسة.
٢ -تقسيم الطريق في اتجاه واحد إلى مسارات.
٣ -تحديد حافة الطريق.

- تقسم الخطوط الطولية إلى قسمين:

١ - خطوط متقطعة (غير متصلة) : تستخدم لفصل المرور، ولكن للسائق الحق في عبورها أثناء مناورة التخطي مثلا.

٢ - خطوط متصلة : تستخدم في الحالات التي لا يسمح فيها للسائق بالتخطي، مثل المناطق التي يمنع فيها التجاوز، أو عند مواقف السيارات .وأحيانا تكون الخطوط المتصلة مزدوجة، وذلك لتأكيد قيد عدم التخطي.

أما الخطوط العرضية فإنها تكون على عرض الطريق بحيث يعبرها جدول المرور، وغالبا ما يرتبط وجودها بأداة تحكم مروري، مثل الإشارة الضوئية .من أكثرها شيوعا خطوط التوقف، وخطوط عبور المشاة .توضع خطوط التوقف عند الإشارة الضوئية أو علامة التوقف، وذلك لتحدد النقطة التي يجب على المركبات الوقوف خلفها .أما خطوط عبور المشاة فهي تلك التي تحدد المناطق المخصصة لعبور المشاة، مثل تلك الموجودة عند التقاطعات .

أمثلة على بعض العلامات التي تكون مرسومة على سطح الطريق :

جدول (٣-٧) امثلة لبعض العلامات الارضية

الشكل	المعنى
	أسهم تبين اتجاه السير في مفترق الطرق
	خط مشاة : يبين مكان عبور المشاة .
	خط حدود : يشير الخط الى حافة الشارع في المكان الذي لاتوجد فيه أحجار حافة .
	خط فاصل متواصل : يعني ان التجاوز ممنوع
	خط فاصل متقطع : يعني ان التجاوز مسموح .

هندسة النقل والمرور

٣-١ مقدمة

لقد كانت حاجة الإنسان إلى النقل منذ فجر التاريخ وارتبط موضوعه بالحركة الدائمة للإنسان حيث كان ينتقل من مكان إلى آخر بحثا عن ضرورات الحياة ، وتشكلت أولى رحلات الإنسان المنتظمة بين مسكنه (سواء كان الكهف أو الأشجار الكبيرة أو الخيمة ...) والمكان الذي كان يجلب منه الطعام والشراب وذلك على اختلاف الأماكن التي كانت فيها بدايات التجمعات الإنسانية والمستوطنات البشرية .

وقد أدى التطور الحضاري والعمراني التي مرت به مدن العالم عموما على مر السنين ومنها الدول العربية إلى وجود الكثير من المشاكل الحضرية ومنها مشكلات النقل الحضري المتمثلة بشكل رئيسي بازدحام الشوارع والاختناقات المرورية والضوضاء والتلوث البيئي بكافة أشكاله البصرية والسمعية .

ومن خلال ذلك ظهرت الحاجة إلى وجود الكثير من النظم والوسائل المسيرة لأمور الحياة داخل هذه المدن من الناحية الاجتماعية والاقتصادية والسياسية ومن بينها نظم النقل والمرور , التي تعتبر من أهم أسباب الاستقرار الحضري في كثير من مدن العالم ، حيث يعتبر قطاع النقل من القطاعات الهامة والذي يقوم بدور أساسي على المستوى الاجتماعي والاقتصادي والعمراني لكل دولة من الدول المتقدمة منها والنامية على السواء .

فعلى المستوى الاقتصادي يكوّن عنصر النقل الوسيلة اللازمة لربط عناصر ومناطق الإنتاج فيما بينها من خلال نقل الأفراد والبضائع والسلع والمواد الأولية، ومن الناحية الاجتماعية تعتبر نظم النقل والمواصلات بمثابة الرابط

الاجتماعي فيما بين الأفراد في المجتمع خاصة مع الامتداد العمراني الكبير للمدن العربية وغيرها الذي أدى إلى البعد بين أفراد المجتمع لمسافات طويلة لا يمكن الوصول إليها بالسير على الأقدام.

أما على المستوى الحضري والعمراني فتعتبر شبكة الطرق والمواصلات في المدينة بمثابة الشرايين والأوردة التي بموجبها تتغذى كافة مناطق وقطاعات المدينة بما يلزمها للنهوض بكافة الوظائف التي تؤديها المدينة عموما من انتقال المواد والبضائع والسلع والخدمات والسكان من مكان لآخر لتحقيق أغراضهم من العمل والتسوق والترفيه والتعليم وقضاء مصالحهم الشخصية ... الخ .

وتعتبر المشكلات المترتبة على استخدام وسائل النقل قديمة منذ نشوء أولى المدن في العالم خاصة فيما يتعلق بالآثار الناجمة عن الازدحام المروري والآثار البيئية الناتجة عن التلوث والضوضاء ..الخ .

٣-٢ التصنيف الوظيفي للطرق

التصنيف الوظيفي هو العملية التي يتم بموجبها تقسيم الطرق إلى أنواع أو أنظمة وفقاً لطبيعة الخدمة التي تؤديها ، ومن أساسيات هذه العملية أن ندرك أن الطرق المفردة لا تخدم حركة السفر والانتقال بوضعها المستقل خدمة ذات أهمية كبيرة ، فالواقع أن معظم حركة السفر والتنقل تتم باستخدام عدد من الطرق ولذلك فمن الضروري أن نقرر الكيفية التي يمكننا بها توجيه حركة السير ضمن شبكة الطرق ككل بطريقة فعالة ، وهنا تأتى أهمية التصنيف الوظيفي الذي يتم عن طريقه تحديد الدور الذي يؤديه كل طريق لخدمة حركة المرور والنقل .

ويتم تصنيف شبكات الطرق وفقا لمعياري المرتبة والسعة وذلك بحسب تصنيف المرجع الأمريكي لتحديد مواصفات النقل والطرق (ASHTTO) كما يلي :

٣-٢-١ طرق حرة (Free Ways) :

وتصمم هذه الطرق بسعات كبيرة وسرعات عالية وبطاقة استيعابية عالية تصل إلى ٢٠٠٠ مركبة /ساعة وبعدد خطوط بين ٤-٨ وبسرعة تصل إلى ١٢٠ كم/ساعة وتستخدم هذه الطرق للربط بين المدن والأقاليم والمناطق الحضرية لمسافات طويلة .

٣-٢-٢ طرق سريعة (Express Ways) :

وهي طرق سريعة أيضا تصمم للرحلات بين المناطق الإقليمية والحضرية وبطاقة استيعابية تصل إلى ١٤٠٠ مركبة /ساعة وبعدد خطوط ٤-٨ خط وبسرعة عملية ٨٠ كم /ساعة .

٣-٢-٣ طرق شريانية رئيسية (Major Arterial Roads) :

وتصمم هذه الطرق لاستيعاب حجم من الرحلات الحضرية ما بين ٨٠٠-١٢٠٠ مركبة /ساعة وبسرعة تصل آلة ٦٠ كم / ساعة وتربط بين المدينة وضواحيها .

٣-٢-٤ طرق شريانية ثانوية (Minor Arterial Roads) :

ومهمتها نقل حركة المرور المتولد عن مناطق ضمن المناطق الحضرية دون المرور فيها .

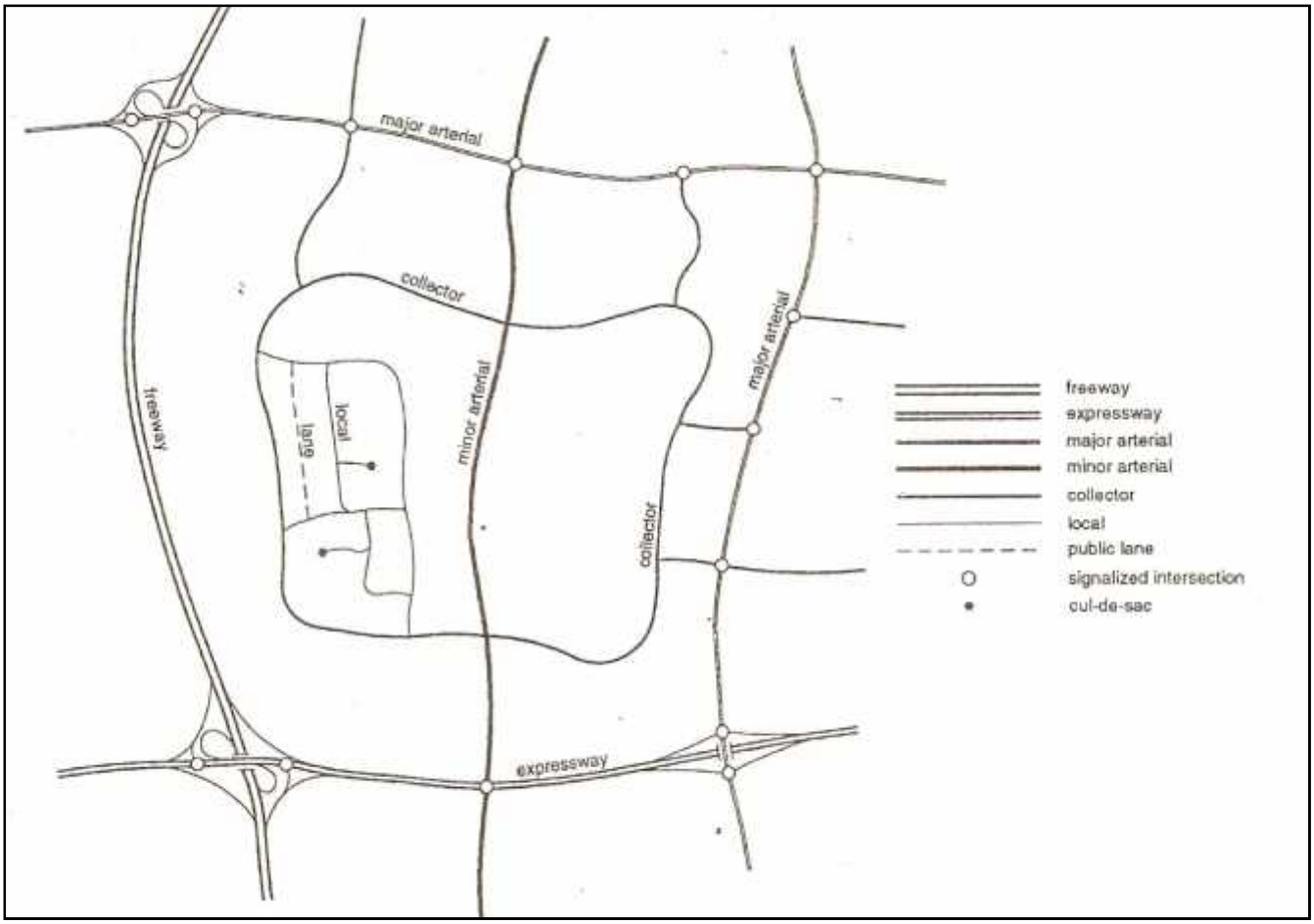
٣-٢-٥ طرق تجميعية (Collector Roads) :

ووظيفتها تجميع الحركة المرورية المتولدة عن منطقة من مناطق التجمعات السكنية والتجارية وغيرها داخل المدينة وربطها بالطرق الشريانية وبطاقة استيعابية من ٦٠٠- ٨٠٠ مركبة / ساعة وبسرعة عملية ٤٠ كم /ساعة .

٣-٢-٦ طرق محلية (Local Roads) :

وهي الطرق القصيرة التي تنسق الحركة المرورية بين الطرق التجميعية والأبنية السكنية مباشرة وهي طرق قصيرة وبطاقة استيعابية بين ٥٠٠- ٦٠٠ مركبة في الساعة وبسرعة من ٢٠ - ٣٠ كم في الساعة ، ويأتي تصنيف الطرق المحلية من الناحية الهرمية في أدنى مرتبة إلا أنها تحتل المرتبة الأولى بالنسبة لمعيار العدد ومجموع الأطوال داخل المدينة .

ويوضح الشكل التالي كيفية الربط والتدرج الهرمي للطرق :



شكل (٣-١) التدرج الهرمي للطرق

٣-٣ المساحة المخصصة للنقل :

تمثل شبكات النقل والطرق في وقتنا الحاضر جزءا كبيرا من مساحة المدينة ومرافقها الحيوية ، حيث تعتبر الطرق بمثابة شرايين المدينة لأنها تمدها بالحياة ، إضافة إلى أن شبكة الشوارع في المدينة وما تتخذها من أنماط وإشكال مختلفة ساهم في إعطاء الشكل والهوية المورفولوجي للمدينة . وتشكل العناصر المكونة لقطاع النقل نسبة تقدر بحوالي ٣٢% من المساحة الكلية للمدينة.

٣-٤ المشكلات التي تتعلق بقطاع النقل والمرور

٣-٤-١ الحوادث :

وهي من أكبر مشاكل المرور تأثيرا على السلامة البشرية ، حيث تزداد نسبة الحوادث بزيادة التحضر عموما (إضافة إلى ظروف البيئة مثل الأمطار والرياح والعواصف) فضلاً عن الحوادث التي تأتي نتيجة الاستهتار بآداب وقواعد المرور ، ولا يمكن القضاء على مشكلة الحوادث بصورة نهائية إلا انه يمكن التخطيط للحد منها وتقليل عددها وتخفيف مستوياتها .

٣-٤-٢ الازدحام :

ويعد الازدحام من أكثر مشكلات النقل الحضري انتشارا في المدن العربية خاصة في أوقات الذروة من اليوم وهي الأوقات التي يسعى فيها الموظفون والعمال للوصول إلى عملهم ، أو في وقت انتهاء الدوام وفي معظم الأحيان يكون سبب الازدحام ضعف الطاقة الاستيعابية لشبكة الطرق وعدم كفاءة نظام النقل في تلبية الاحتياجات المطلوبة بالنسبة لحجم المرور ضمن المدن ، حيث تصل سرعة حركة المرور في كثير من أوقات الذروة بين ٤-٥ كم/ساعة ، الأمر الذي يؤدي إلى ضياع الكثير من الوقت والطاقة ، و يؤثر الازدحام في الحالة النفسية التي تؤدي بدورها إلى انخفاض أداء الإنسان في العمل أو البيت نتيجة الإجهاد النفسي الذي تعرض له على طول الطريق .

٣-٤-٣ عدم احترام قواعد المرور:

حيث تعد المخالفات المرورية احد المقاييس التي تعكس السلوك الفعلي لسائقي المركبات الخاصة والعامة ولها أيضاً مدلول اجتماعي ونفسي وتربوي وثقافي في الوقت نفسه ، وتعتبر من أكبر الأسباب المؤدية إلى المشاكل التي نحن بصدد شرحها .

٣-٤-٤ الضوضاء :

وتتمثل في الأصوات المنبعثة من حركة المرور نتيجة استعمال أبواق السيارات والفرامل واحتكاك العجلات وغيرها من الأصوات التي تسبب إزعاجا وضغطاً على الأعصاب لساكنين المنازل أو المتواجدين ضمن المرافق العامة القريبة من الطرق أو المشاة .

٣-٤-٥ تلوث الهواء :

إن من اكبر أخطار وسائل النقل الضارة في البيئة في مدننا العربية هي أخطار تلوث الهواء التي تزداد بازدياد احتراق الوقود على اختلاف أنواعه ومن مختلف الشاحنات والمركبات ، وهو أمر حاصل بشكل كبير نتيجة الازدحام وتدني سرعة السير كما اشرنا سابقا ، خاصة في المناطق الحضرية التي تزداد فيها الكثافة السكانية في المدن ، حيث يصل التلوث إلى إعداد كبيرة من الناس وبكميات كبيرة في وقت قصير وبالتالي يهدد الصحة العامة والبيئة الطبيعية بشكل كبير .

لذلك يتم الأخذ بعين الاعتبار أثناء تصميم الطريق هذه المشكلات على محمل الجد , لتجنب حدوثها لاحقا بعد إنشاء الطريق.

٣-٥ حركة النقل والمرور

٣-٥-١ التحليل المكاني لحركة النقل والمرور

٣-٥-١-١ تحديد منطقة الدراسة وتقسيمها

عند القيام بدراسات النقل والمرور يجب العمل على تحديد المنطقة الحضرية المشمولة بهذه الدراسة ومحيطها الخارجي وتقسيم المنطقة الداخلية إلى قطاعات وذلك حسب حجم المنطقة الحضرية ونوع المعلومات المطلوب جمعها ويتم بيان ذلك بخرائط عامة للمنطقة وتفصيلية لكل قطاع أو لكل منطقة ثانوية داخل القطاع الواحد .

٣-٥-١-٢ استعمالات الأراضي والنقل

لقد أظهرت أول دراسة قام بها مايكل وباركن (Michel & Parkin) من جامعة بنسلفانيا أن المرور هو دالة لاستعمالات الأرض وان التغير في استعمالات الأرض يولد أنواعا مختلفة من الحركات المرورية ، في حين ذكر بلندن (Blunden) أن المرور هو الرابط بين نظام النقل واستعمالات الأرض وأنه ليس احدهما فقط هو المسئول عن توليد حركة المرور وإنما حركة المرور تتطلب وجود كلا العنصرين ، حيث أن استعمالات الأرض تولد حركة مرورية معينة ونظام النقل أيضا (مثلا إنشاء طريق إلى منطقة معينة) سوف يولد حركة مرورية إلى تلك المنطقة وهذه الحركة المرورية سوف تساهم بدورها في ظهور استعمالات وأنشطة جديدة على الطريق مثل إقامة مصنع أو أنشطة سياحية .

كما دلت بحوث ودراسات تخطيط النقل الحضري بان النقل هو من أهم العناصر الحياتية اليومية للناس حيث يوفر لهم الحركة والانتقال بين الأماكن داخل المدينة وخارجها ، وأن البنية الاقتصادية للمجتمع تحتاج إلى تسهيلات النقل والحركة المعبر عنها اصطلاحا بالرحلة (Trip) ضمن وسائط النقل المختلفة .

وبما أن حركة المرور هي دالة لاستعمالات الأرض الحضرية ، وان هناك علاقة وظيفية متبادلة بين عامل الحركة المتمثل بالنقل وبين الاستعمالات الأخرى للأرض المتمثلة بالنشاطات المختلفة في المدينة فإنه لا يمكن تخطيط وتطوير المنطقة ككل مع شمول مخطط الطرق السريعة ما لم تتوافر بيانات كاملة حول ظروف المرور بالمنطقة وربطها بالمعلومات المتعلقة بالنقل العام واستعمالات الأراضي والسكان والخصائص الاقتصادية والاجتماعية والعمرانية والخدمية ضمن المنطقة المطلوب تخطيطها.

وتتطلب هذه العملية القيام بعدة إجراءات منها المسح الميداني لتقدير حجم المتغيرات المؤثرة بالعلاقة المكانية على النقل وذلك بعد تحديد منطقة الدراسة التي ستشملها دراسة النقل .

٣-٦ المرور وأنواعه :

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

وقد تطورت علوم وهندسة المرور في عصرنا الحالي وتنوعت الدراسات التخطيطية والهندسية المتعلقة بالنقل والمرور بشكل واسع حسب أهدافها ومدى شموليتها ، وقد تم تصنيف الحركات المرورية وفقا لمنشأ ومقاصد الرحلات على النحو التالي :

٣-٦-١ حركة المرور الداخلية :

وهي مجموعة الرحلات التي تبدأ وتنتهي ضمن حدود المحيط الخارجي لمنطقة الدراسة ويعبر عنها بالمرور المحلي (Local Traffic or Local Trip) .

٣-٦-٢ حركة المرور الخارجية / الداخلية :

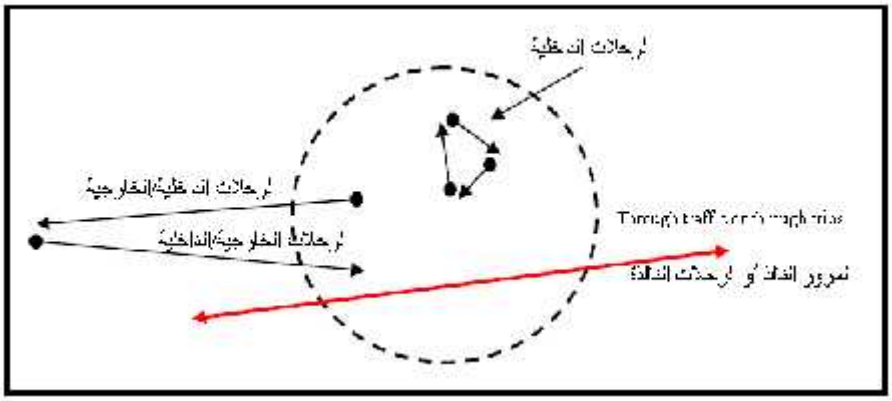
وهي الرحلات التي تنشأ خارج حدود المحيط الخارجي لمنطقة الدراسة وتنهي داخل المحيط الخارجي لمنطقة الدراسة وتسمى أحيانا بالرحلات المنجذبة (Attracted Trip) .

٣-٦-٣ حركة المرور الداخلية / الخارجية :

وهي الرحلات التي تنشأ داخل حدود المحيط الخارجي لمنطقة الدراسة وتنتهي خارجه ، ولذلك يطلق عليها المرور المتولد (Generated Traffic) .

٣-٦-٤ حركة المرور الخارجية / الخارجية :

وهي الرحلات التي يكون منشؤها ونهايتها خارج حدود المحيط الخارجي لمنطقة الدراسة ، ولذلك تعرف بالمرور النافذ (Through Traffic) أي الذي يخترق المنطقة الحضرية أو الأحياء الواقعة ضمنها مؤثرة ومتأثرة به بشكل إيجابي أو سلبي وذلك وفقا لحجم المرور الكلي وتركيبته وموقع المدينة بالنسبة لشبكة الطرق الإقليمية ومدى قربها من المدن الكبرى وحجم المدينة التي يخترقها المرور النافذ فضلا عن كفاءة شبك الطرق داخل المدينة ومدى استيعابها لحجم المرور الداخلي والنافذ بان واحد .



شكل (٣-٢) انواع الحركات المرورية

٧-٣ حجم المرور (Traffic Volume)

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

ويقسم حجم المرور الى ما يلي :

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

و هو حجم المرور السنوي مقسوما على عدد أيام السنة ويتراوح من ٧٠٠ – ١٠٠٠ مركبة.

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

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

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

V = D * S …….. (3-1)

٣-٧-١ الهدف من دراسة حجم المرور :

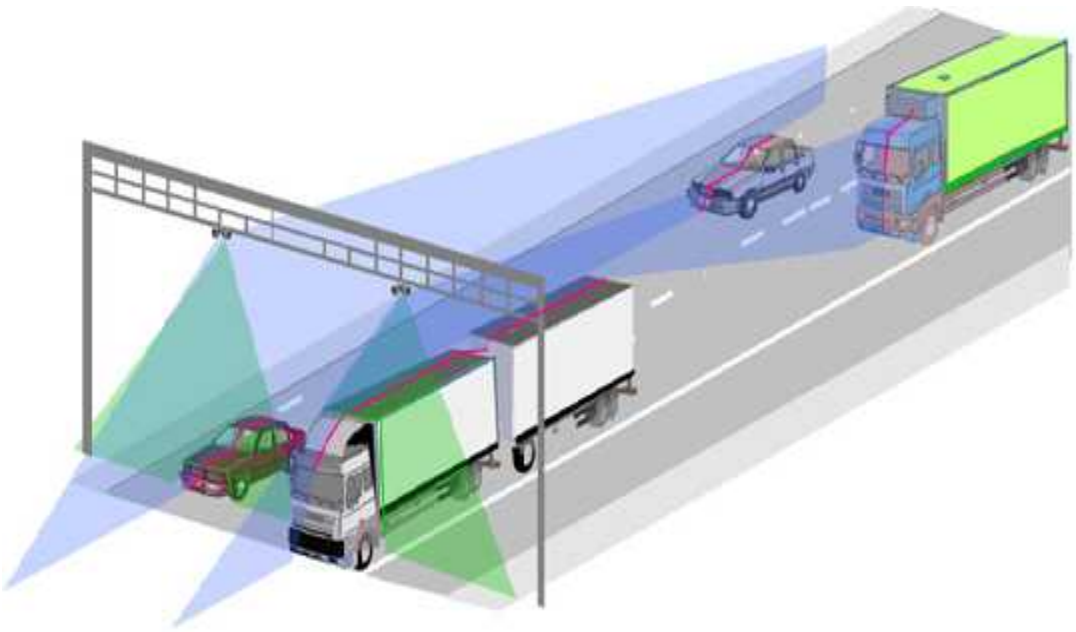
١. تصميم الطريق المراد إنشاؤه.
٢. التنبؤ بعدد المركبات في المستقبل.
٣. معرفة عدد المركبات في ظروف وأوقات مختلفة.

٣-٧-٢ طرق جمع البيانات عن حجم المرور:

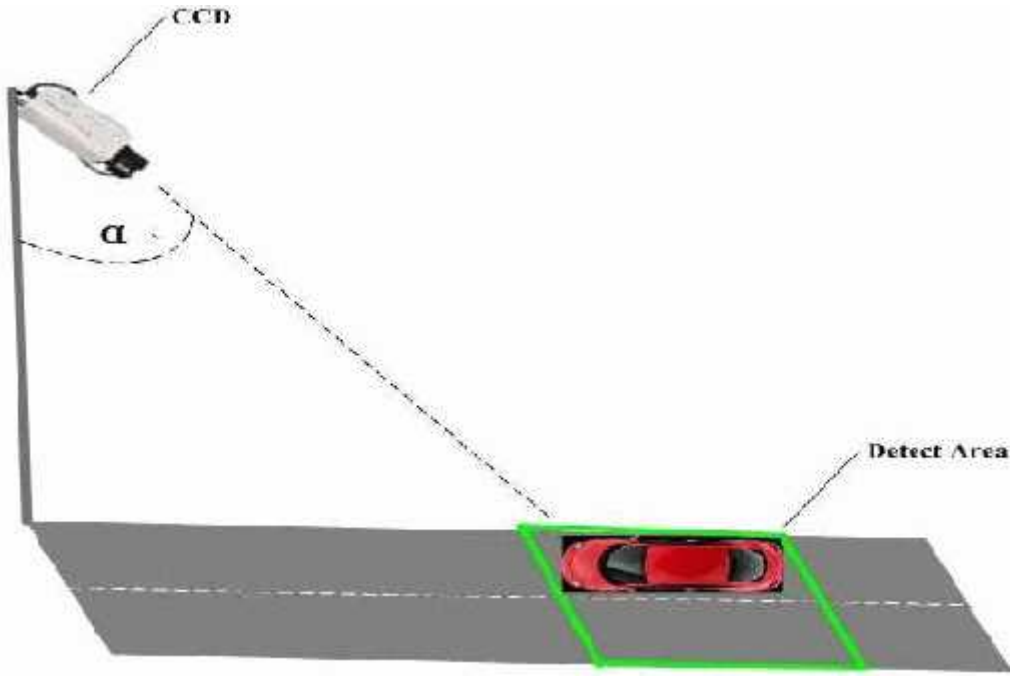
ويتم جمع البيانات عن حجم المرور بثلاثة طرق رئيسية وهي (الطريقة الميكانيكية التلقائية ، والطريقة اليدوية ، وطريقة مركبة الفحص) وذلك حسب حجم البيانات وطول فترتها والغرض منها :

٣-٧-٢-١ الطريقة الميكانيكية التلقائية :

إن هذه الطريقة هي الأكثر تطورا وتمتاز بأنها غير مكلفة و تحتاج إلى أقل جهد و هي أكثر دقة و ذلك لأنها تعتمد على الأجهزة الكهربائية مثل الرادارات و أجهزة التصوير و الكاشفات التي توضع على جانبي الطريق كما و تستخدم الأشعة تحت الحمراء أو العيون الكهروضوئية كما هو موضح في الشكل (٤-٣) والشكل (٤-٤) ، ولكن و مهما بلغت دقة هذه الأدوات العصرية الحديثة، فإن فيها سيئات لا تخدم المهندس المصمم إذ تحتاج إلى صيانة مستمرة ولا تقوم بالتمييز بين حافلة و شاحنة وهذه الأدوات مهمة في حساب عدد المسارب أو عرض الطريق.ويستخدم هذا النوع كثيرا في الحالات التي تتطلب فيها حصر لأعداد المركبات لفترات طويلة أو بشكل مستمر.



شكل (٣-٣) الطريقة الميكانيكية التلقائيةفي عد المركبات



شكل(٣-٤) الطريقة الميكانيكية التلقائيةفي عد المركبات

٣-٧-٢-٢ الطريقة اليدوية :

وهي الطريقة المثالية لحصر أعداد المركبات، و عدد الركاب و ذلك في حالة وجود مسارب متعددة و بحجم مرور كبير، حيث يقف الراصد عند محطة الرصد المحددة فيقوم بتدوين كل سيارة واتجاهها، ويفضل أن يكون معه جداول ليتم التعداد بسرعة و بدقة أكبر. وفي الوقت ذاته يقوم بتصنيف السيارات إلى سيارة صغيرة أو شاحنة أو حافلة، وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة والسهولة والدقة، ولكنها بالمقابل تحتاج إلى فريق عمل كبير.

٣-٧-٢-٣ طريقة مركبة الفحص :

حيث تقوم مركبة متحركة على قطاع محدد خلال فترة زمنية محددة و بداخلها شخص يقوم بتعداد السيارات المارة في عكس اتجاه الحركة والعربات التي يتم التجاوز عنها، لذلك يجب السير في عكس اتجاه المرور و مع اتجاه المرور مرة أخرى .

٣-٧-٣ الدراسات اللازمة لمسح الحجم المروري:

٣-٧-٣-١ دراسة تدفق حركة المرور على الطرق ضمن منطقة الدراسة :

لدراسة تدفق حركة المرور على شبكة الشوارع في المدينة يتم ربطها بشبكة من نقاط المسح المروري وبموجب هذه الدراسة يتم التعرف على الطاقة الاستيعابية الحالية للشوارع وقابليتها التصريفية وبالتالي قياس مدى كفاءة أداء شبكة الشوارع ومعرفة مواقع الضغط والاختناقات المرورية والحوادث .

٣-٧-٣-٢ دراسة أنماط النقل :

إن دراسات النقل تقسم المركبات إلى أنواع مختلفة (الخاصة والعامة ، ومركبات نقل المسافرين الصغيرة ، والمتوسطة والحافلات الكبيرة ومركبات نقل البضائع الصغيرة والمتوسطة والثقيلة الخ).

حيث يتم القيام بمسح شامل لجميع أنواع النقل وأعداد الحافلات التي تقوم بالنقل الجماعي لسكان المدينة ضمن خطوط النقل الداخلي بين القطاعات التخطيطية المختلفة وبذلك يتم معرفة طاقة النقل المتاحة التي تعتبر مؤشرا للكفاءة التشغيلية لوسائط النقل .

٣-٧-٣-٣ مسح المرور عند التقاطعات:

ويقصد بالتقاطعات المساحة التي يتعامد أو يتصل عندها شارعان أو أكثر وتعتبر عنصرا هاما من عناصر شبكة الطرق الحضرية لكونها مسؤولية عن تغيير اتجاهات الحركة المرورية وتصنف التقاطعات حسب قدرتها الوظيفية على استيعاب التدفقات المرورية ، كما تتخذ أشكالا مختلفة وتصمم على مستوى واحد آو عدة مستويات .

ويتم التركيز على التقاطعات خلال المسح المروري ضمن دراسات النقل الحضري وتمثل حركة النقل والمرور فيها بطرق كاتوغرافية مختلفة تعكس حجم المرور الكلي فيها .

٣-٧-٣-٤ مسح حركة المشاة :

لا شك في إن دراسة حركة المشاة هامة في دراسات تخطيط النقل على اعتبارها عنصرا مكملا لحركة النقل الآلي، ذلك إن المشي هو الوسيلة المهمة للتنقل في مراكز المدن وبالتالي لابد من توفير الفضاءات اللازمة لحركة المشاة وفصلها عن حركة المركبات داخل المدينة وتجنيبها الحوادث المرورية وتأمين عناصر الصحة والسلامة والأمان للمشاة .

٣-٧-٤ السير الحالي والمستقبلي :

من الطبيعي أن حجم السير غير ثابت بل يزداد يوما بعد يوم، وعند تصميم للطريق يجب أن يؤخذ حجم السير المستقبلي على الطريق أثناء تصميم الطريق، تفاديا لحصول اختناقات مرورية مستقبلا أي حتى يستوعب الطريق حجم السير الحالي والمستقبلي. لذلك فان السير المستعمل لتصميم الطريق يتكون من العناصر التالية:-

- **السير الحالي** : ويتم الحصول عليه بإجراء تعداد على الطريق أو بتعداد حجم السير على الطرق المؤدية إلى الطريق المراد تصميمه.
- **الزيادة الطبيعية في عدد السيارات** (Factor Peak) الناتجة عن زيادة عدد السكان وزيادة استخدام المركبات بالإضافة إلى الزيادة الناتجة في تطور البلد.
- **السير المتطور**: يتولد هذا السير من التحسين في المنطقة حيث يتم الاستفادة من الأراضي في استعمالات جديدة كالزراعة والسياحة **والصناعة**.

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

٣-٧-٥ عمر الطريق :

إن جميع العوامل من زيادة حجم السكان وحجم السير تدل على انه لا يمكن تخطيط وتصميم الطريق بناء على حجم السير الحالي وإنما يتم التصميم بناءً على عمر مستقبلي للطريق مثلا 10 **أو**15 **أو** 20 عاما ليستوعب حجم المرور خلال هذه الفترة، وبعدها تصبح الطريق غير ملائمة وبحاجة إلى إعادة تأهيل.

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

٣-٧-٦ تحليل المعلومات حول حجم السير :

إن حجم السير الحالي، وما يطرأ عليه من زيادة هو الذي يحدد مقدار التوسيع لعرض الطريق . وحجم السير المتوقع خلال فترة التصميم أمر مهم في عملية تصميم الطريق حيث إن مقدار التوسعة للطريق تعتمد على حجم المرور المتوقع خلال فترة التصميم. ويستخدم معدل السير اليومي (A.D.T) في التصميم ولكن هذا المعدل يختلف من وقت لآخر.

إن أقصى حجم للسير يكون خلال ساعات الازدحام في فصل الصيف ويبلغ ضعفي حجم السير خلال معظم ساعات السنة، ولذلك فان تصميم الطريق بناء على اكبر حجم للمرور يتطلب تكاليف عالية ولا يشترط الالتزام به.

وتتم عملية تعداد المركبات خلال ساعات مختلفة وفي أيام مختلفة وتحديد ساعات الازدحام ومن خلال ذلك يتم حساب عدد المركبات المناسب والذي سيتم اعتماده في التصميم (Design Hour Volume) (D.H.V) كما هو مبين في الحسابات اللاحقة.

٣-٧-٧ عملية عدّ المركبات

صور التقطت أثناء عد المركبات المارة فوق طريق الفحص

نظرا لأن الطريق الذي نعمل على تصميمه هو طريق ترابي مغلق بسبب الاحتلال وبالتالي فانه لا مركبات تمر من هذا الطريق فقررنا ان نجري عملية العد على طريق مشابه له من حيث الموقع والأهمية وهو طريق الفحص الذي يقع في المنطقة الصناعية و الذي يربط المنطقة الجنوبية لمدينة الخليل بالمنطقة الجنوبية للمحافظة عبر الطريق الالتفافي رقم (٦٠).

قمنا بالنزول الى الطريق المذكور لاجراء عملية العد وقمنا بالتقاط الصور للطريق وللمركبات المارة من اجل عملية التوثيق الا اننا فوجئنا بقدوم دورية اسرائيلية باتجاهنا قادمة من نقطة عسكرية مطلة على الشارع وقامت بتوقيفنا وتقييد ايادينا وتعصيب اعيننا ووصلت الى المكان عدة دوريات اخرى وكأننا نشكل تهديدا امنيا لهم وعملت على التحقيق معنا لمدة تزيد عن ٣ساعات تحت لشعة الشمس الى ان قرروا اعطائنا مقابلات لمقابلة الضابط المسؤول عن المنطقة وتم الافراج عنا وعدم السماح لنا بالعمل في تلك المنطقة.

نظرا لما تم ذكره فقد استعنا بدراسة كانت قد اجرتها مؤسسة تابعة لـ USAID لهذا الطريق.

- شملت الدراسة على عملية عد للمركبات المارة من الطريق خلال يومين من الاسبوع هما الثلاثاء والاربعاء بتاريخ (١٢-٢٠١١/٤/١٣)..

وكانت النتائج كما يلي :

الأعمال المساحية

٢-١ مقدمة :

عند تصميم الطرق تأتي الأعمال المساحية في المرتبة الأولى لجمع المعلومات المكانية والارتفاعات والتي على أساسها يتم تصميم الطرق ، التي تشمل تحديد مسار الطريق وعرض الطريق وحساب كمياته وتوقيعه على الأرض الطبيعية .

وتشمل الأعمال المساحية الرئيسية عند دراسة طريق معين على ثلاث مراحل رئيسية ، أعمال استطلاعية لغاية التعرف على موقع وارض الدراسة ، أعمال مساحية أولية لجمع المعلومات المكانية(الإحداثيات) والارتفاعات ، أعمال مساحية نهائية لتوقيع المسار على الأرض الطبيعية .

٢-٢ مرحلة الأعمال الاستطلاعية للموقع :

تم النزول إلى الموقع للتعرف على شكل المنطقة ، وعند زيارة الموقع أدركنا مدى صعوبة العمل الميداني نظرا لوجود الموقع في منطقة C (تحت السيطرة الاسرائيلية) ولعدم وجود نقاط تحكم (control point) في المنطقة ، لذلك تم تحديد نقاط التحكم (control point) في مكان بعيد نوعا ما عن المنطقة حيث كانت نقطتا البداية للمضلع هما برج الارتباط (الاسرائيلي) والنقطة الاخرى تقع على سطح مبنى A (جامعة بوليتكنك فلسطين) ، اما نقطتا النهاية هما نقطة تقع بجوار جبل السنداس اخذت عن طريق طريق نظام تحديد المواقع العالمي الـ (GPS) والاخرى تقع على جبل السنداس وهذه النقاط أخذت من معاملات طابوا لمساحين مرخصين .

تم وضع نقاط المضلع الجديدة في أفضل الأماكن المحيطة بالمشروع التي كانت كاشفة اكبر قدر ممكن من الموقع وكانت هذه النقاط ثابتة وصعب إزالتها ومتبادلة الرؤيا .

٢-٣ الأعمال المساحية الأولية :

بعد تحديد نقاط الضبط الأفقية لاستخدامها في عمل المضلع لربط مخططات الطريق بإحداثيات شبكة فلسطين ، تم عمل وقياس وحساب وتصحيح إحداثيات المضلع وإيجاد ارتفاعات للنقاط المساحية المرجعية الجديدة التي تم وضعها وتثبيتها على الأرض الطبيعية ، حيث تم استخدام المضلع المتصل (Link Traverse) بين نقاط الربط الجديدة ومن ثم تم تصحيح إحداثياته باستخدام طريقة المربعات الصغرى (Least Square) وتم تربيط النقاط وعمل كروكي لها لغاية الاستدلال عليها مستقبلا أو إعادة تأسيسها عند فقدانها.

٢-٤ الأخطاء المساحية:

مما لا شك فيه أن اية عملية قياس تحتوي على قدر معين من الاخطاء نتيجة لعدم امكانية ضبط القياسات ضبطا كاملا . وهذا يعود بالطبع الى عدم الكمال في حواس الانسان واجهزة القياس بالاضافة الى اختلاف الشروط الفيزيائية لعملية القياس كلما تنوعت عناصرها ومواقعها . وعلى اية حال يمكن تحقيق نتائج ادق فأدق عن طريق تهيئة ادوات قياس ومساحين اكثر فعالية وملاءمة ، ولكن ايجاد القيمة الحقيقية للقياس امر مستحيل وان حصل فهو بالصدفة .

٢ـ ٤ـ ١ خطأ عدم تمركز العاكس :

وينشا هذا الخطأ عن عدم تمركز العاكس تماما فوق المحطة المرصودة ، فعند وضع العاكس على النقطة المرصودة بالضبط وتكون فقاعة العاكس الأفقية مضبوطة فهذا يدل على انطباق خطوط الشاقول مع مركز العاكس وبذلك ، يمكن تلاشي خطا عدم تمركز العاكس والشكل (٢-٣) يبين خطا **عدم تمركز العاكس في اتجاه واحد** ، وعندما يكون الخطأ في اتجاهين يكون الخطأ اكبر والشكل (٢-٤) يوضح ذلك .

٢ـ ٤ـ ٢ خطا في رصد الزوايا :

عند قراءة زاوية معينة فلابد من حدوث خطا معين وهذا الخطأ ناتج من قسمين رئيسيين ، الأول من الراصد عند التوجيه والرصد والثاني من الجهاز نفسه ، ويمكن التقليل من هذا الخطأ عن طريق اخذ تكرارا للقراءات وثم حساب القيمة الوسطية للقراءات ، ويمكن حساب مقدار الخطأ عن طريق الانحراف المعياري للقراءات .

٢ـ ٤ـ ٣ خطا في رصد المسافات :

عند مناقشة الأخطاء في المسافات المقاسة بواسطة الأجهزة الالكترونية لابد من التمييز بين **الأخطاء الثابتة** والمتغيرة ، **الخطأ الثابت** (constant error) **كل** الأجهزة الالكترونية تعاني منه وهو على أي حال صغير **إذ** يتراوح بين ±6 to 15 mm ، **الخطأ** الثاني المتغير يتناسب مع مقدار المسافة المقاسة ويتراوح بين جزئيين **العشرة أجزاء** من كل مليون جزء((2 to 10 parts per million (ppm) .

ويعود **أصل الخطأ** الثابت بشكل رئيسي **إلى عدم وقوع مركز إرسال** الموجات الكهرومغناطيسية في الجهاز الالكتروني راسيا فوق محطة القياس (EDM Station) وكذلك عدم وقوع المركز البصري للعاكس راسيا فوق **محطة العاكس** .(تغطية مساحية)

ويمكن تحديد مقدار **الخطأ** في المسافات عن طريق المعادلة التالية :

$$\sigma_D = \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_t^2 + a^2 + (D \times b\ \text{ppm})^2} \quad \text{.....(1-2)}$$

σ_D : **الخطأ في المسافة المقاسة** D .

σ_i : **الخطأ الناتج من عدم** تمركز جهاز الرصد .

σ_t : **الخطأ الناتج من عدم تمركز العاكس** .

a & b : عناصر دقة الجهاز .

٢-٥ القراءات:-

الجدول التالي تظهر القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الزاوية الأفقية و المسافة الأفقية لكل محطة أربع مرات و ذلك للحصول على دقة عالية:-

جدول(٢-١) القراءات التي تم رصدها في الميدان

From	To	H.angle (◦ ' ")	Z.angle (◦ ' ")	H.distance (m)
A	**E**	**00 00 00**		
A	**B+**	**91 27 30**	**88 47 15**	**362.258**
A	**B+**	**91 27 32**	**88 47 20**	**362.240**
A	**B+**	**91 27 16**	**88 47 24**	**362.178**

A	**B+**	**91 27 00**	**88 47 27**	**362.261**
B+	**A**	**00 00 00**		
B+	**B**	**184 39 15**	**90 07 01**	**69.148**
B+	**B**	**184 38 52**	**90 07 01**	**69.159**
B+	**B**	**184 38 22**	**90 06 27**	**69.135**
B+	**B**	**184 39 18**	**90 07 21**	**69.148**
B	**B+**	**00 00 00**		
B	**1000**	**245 50 06**	**99 12 46**	**398.728**
B	**1000**	**245 50 10**	**99 13 13**	**398.709**
B	**1000**	**245 50 00**	**99 13 03**	**398.718**
B	**1000**	**245 49 50**	**99 12 59**	**398.711**
1000	**B**	**00 00 00**		
1000	**2000**	**71 58 02**	**90 49 12**	**139.066**
1000	**2000**	**71 58 25**	**90 49 31**	**139.063**
1000	**2000**	**71 58 11**	**90 49 44**	**139.016**
1000	**2000**	**71 58 20**	**90 49 27**	**139.053**
2000	**1000**	**00 00 00**		
2000	**3000**	**174 34 27**	**91 52 50**	**129.799**
2000	**3000**	**174 34 04**	**91 52 46**	**129.744**
2000	**3000**	**174 34 15**	**91 52 51**	**129.741**
2000	**3000**	**174 33 55**	**91 52 34**	**129.746**

3000	**2000**	**00 00 00**		
3000	**4000**	**167 16 10**	**91 43 47**	**183.068**
3000	**4000**	**167 16 24**	**91 43 30**	**183.077**
3000	**4000**	**167 16 32**	**91 43 42**	**183.073**
3000	**4000**	**167 16 36**	**91 43 43**	**183.068**
4000	**3000**	**00 00 00**		
4000	**5000**	**237 08 48**	**86 16 19**	**296.559**
4000	**5000**	**237 08 40**	**86 16 12**	**296.547**
4000	**5000**	**237 08 34**	**86 16 24**	**296.552**
4000	**5000**	**237 08 44**	**86 16 15**	**296.543**
5000	**4000**	**00 00 00**		
5000	**G**	**30 09 10**	**87 17 11**	**612.511**
5000	**G**	**30 09 03**	**87 17 14**	**612.520**
5000	**G**	**30 08 57**	**87 17 02**	**612.532**
5000	**G**	**30 09 04**	**87 17 42**	**612.522**
G	**5000**	**00 00 00**		
G	**M**	**272 05 34**	**84 01 52**	**266.589**
G	**M**	**272 05 27**	**84 02 12**	**266.595**
G	**M**	**272 05 40**	**84 02 00**	**266.608**
G	**M**	**272 05 39**	**84 02 03**	**266.610**

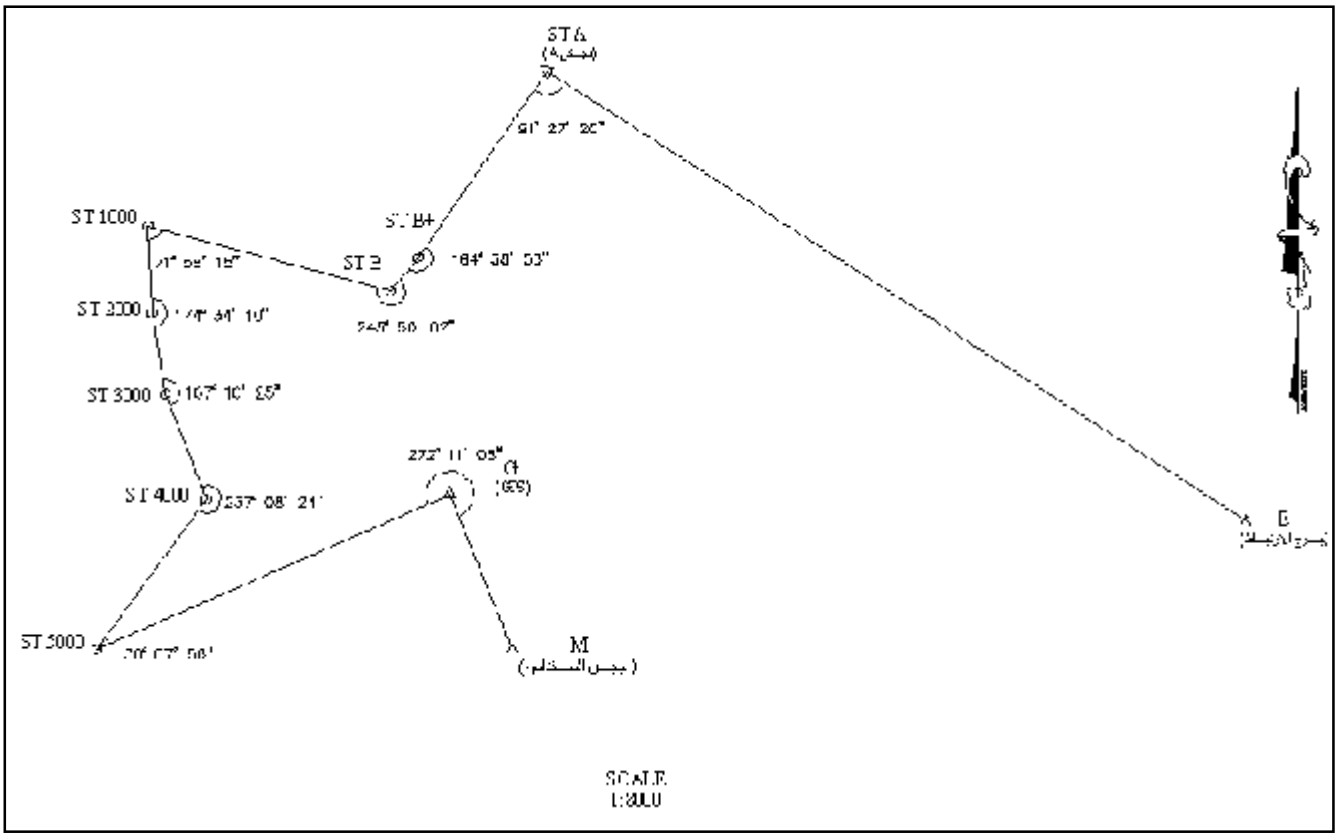
والجدول التالي يظهر معدل الزوايا و المسافات الأفقية المرصودة من الميدان :

جدول (٢-٢) معدل الزوايا و المسافات الأفقية المرصودة من الميدان

From	To	H.angle (◦ ' ")	H.distance (m)
A	E	00 00 00	
A	B+	91 27 19.5	362.234
B+	A	00 00 00	
B+	B	184 38 56.25	69.148
B	B+	00 00 00	
B	1000	245 50 1.5	398.716
1000	B	00 00 00	
1000	2000	71 58 14.5	139.053
2000	1000	00 00 00	
2000	3000	174 34 10.25	129.758
3000	2000	00 00 00	
3000	4000	167 16 25.5	183.072
4000	3000	00 00 00	
4000	5000	237 08 41.5	296.550
5000	4000	00 00 00	
5000	G	30 07 56	613.789
G	5000	00 00 00	
G	M	272 11 05	266.601

٢-٦ المضلع :

لقد تم استخدام المضلع المغلق المتصل (Link Traverse) في عملية الرصد ، وهذا النوع من المضلعات نبدأ فيه بنقطتين معلومتي الإحداثيات ، ونغلق بنقطتين معلومتي الإحداثيات .



(٢-١) شكل توضيحي لمضلع المشروع

شكل (٢-٢)شكل المضلع بالنسبة للموقع العلم للمشروع

هذا الجدول يمثل النقاط معلومة الإحداثيات :

جدول (٢-٣) النقاط معلومة الإحداثيات

Point	Easting (m)	Northing (m)
E	159,914.340	101,101.400
A	158,802.010	101,824.130
G	158,648.177	101,146.161
M	158,746.890	100,898.590

٢-٦-١ حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح:-

يتم حساب الانحراف للخطوط بناءا على العلاقة التالية:-

$$\overline{EA} = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2\text{-}2)$$

Example :

$$\overline{EA} = \tan^{-1}\frac{158802.010 - 159914.340}{101824.13 - 101101.400} = \tan^{-1}\frac{-1112.33}{722.73} = -56°59'11.17''$$

$$\overline{EA} = -56°59'11.17'' + 360° = 303°00'48.83''$$

$$\overline{(AB+)} = \overline{EA} + H.Angle(EAB+)$$

$$\overline{(AB+)} = 303°00'48.83'' + 91°27'20'' = 394°28'24.3'' - 180° = 214°28'9''$$

- بعد حساب الانحراف لكل خط يتم حساب الإحداثيات غير المصححة لكل نقطة بناءا على العلاقات التالية:-

Δ E = Horizontal Distance × sin (azimuth) ……………..………………………….(3-٢)

Δ N = Horizontal Distance × cos (azimuth) ……………………………...………(4-٢)

Easting = easting A + Δ E

Northing =Northing A + Δ N

- **حساب احداثيات المحطة +B :**

Δ Easting = 362.234× sin ($214°28'9''$) = -205.0١١

Δ Northing = 362.234× cos ($214°28'9''$) = -298.6٣٧

Easting(B+) = 158,802.010 + -205.٠١١= 158596.999

Northing (B+) =101,824.130 + -298.637=101525.493

الإحداثيات الأولية لنقاط المضلع :

جدول (٢-٤) الإحداثيات الأولية لنقاط المضلع

Station	Easting (m)	Northing (m)
B+	158596.999	101525.493
B	158,553.373	101,471.845
1000	158,168.156	101,574.716
2000	158,175.621	101,435.864
3000	158,194.818	101,307.534
4000	158,261.122	101,136.891
5000	158,087.187	100,896.706

٢-٦-٢ خطأ الاغلاق في الزاوية :

يتم حساب خطا الإغلاق في الزاوية عن طريق حساب الفرق بين الانحراف المحسوب (Calculated)**والانحراف الثابت**(Given) للخط الأخير :

$$A_{Z\,G-M_{fixed}} = \tan^{-1}\left(\frac{158746.89-158648.177}{100898.59-101146.161}\right)+180^{\circ}$$

$$A_{Z\,G-M_{fixed}} = 158^{\circ}15'41.56''$$

$$Angular \cdot misclosar = Given - Calculated$$

$$Angular \cdot misclosar = 158^{\circ}15'41.51'' - 158^{\circ}13'22'' = 0^{\circ}2'19.51''$$

* خطأ الإغلاق المسموح به للزوايا داخل المدن في نظام دائرة المساحة في فلسطين حسب المعادلة التالية :

$$¢ = 60'' * \sqrt{n} \qquad \text{...} \quad (5\text{-}2)$$

$$¢ = 60'' * \sqrt{9} = 0^{\circ}3'$$

(وخطأ الإغلاق في زوايا المضلع كان ضمن الخطأ المسموح به) .

٢-٦-٣ خطأ الاغلاق في المسافة :

- يتم حساب خطا الإغلاق في المضلع عن طريق حساب الفرق بين الإحداثيات المحسوب (Calculated) والإحداثيات الثابتة (Given) للخط الأخير :

Misclosure in Easting $\Delta X = 158648.177 - 158647.948 = 0.2285$

Misclosure in Northing $\Delta Y = 101146.161 - 101145.790 = 0.3681$

$$¢ = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad \text{.....(٦-2)}$$

$$¢ = \sqrt{0.2285^2 + 0.3681^2} = 0.433$$

ومعدل الخطأ الطولي للإغلاق المسموح به داخل المدن في نظام دائرة المساحة في فلسطين حسب المعادلة التالية :

$$¢ = 0.0006L + 0.2 \quad \text{.....(٧-2)}$$

$$¢ = 0.0006 * 2192.314 + .2 = 1.515$$

L: مجموع اطول الاضلاع

(وخطأ الإغلاق في المسافات للمضلع كان ضمن الخطأ المسموح به)

٢-٦-٤ تصحيح المضلع :

هناك أكثر من طريقة لتصحيح إحداثيات المضلع من الاخطاء .

ولقد استخدمنا طريقة Least Square Method في التصحيح و ذلك لأنها أدق طريقة وتصحح كل احداثيات النقاط بحسب الخطأ الموجود فيها وكذلك تعطي معلومات عن مدى الدقة في المضلع .

المعادلات التي يتم استخدامها في هذه الطريقة هي معادلات الرصد ، ويتم تمثيلها بالمعادلات الطبيعية ثم عمل هذه المعادلات إلى معادلات خطية تقريبية عن طريق متسلسلة تويلر التقريبية ويمكن تمثيلها عن طريق المصفوفات وحلها عن طريق المعادلات التالية :

$$WJX = WK + WV \quad \text{.....(٨-٢)}$$

$$X = (J^T WJ)^{-1} J^T WK = N^{-1} J^T WK \quad \text{.....(٩-٢)}$$

بحيث أن :

X : هي عبارة عن مصفوفة المجاهيل (Unknown matrix).

J : هي عبارة عن مصفوفة معامل معادلات الرصد ويتم ايجادها عن طريق متسلسلة تويلر التقريبية(Jacobean matrix).

V: مصفوفة المتبقيات (Residuals Matrix).

K :مصفوفة الرصد (Observation matrix)

W : مصفوفة الأوزان (Weighted Matrix)

- **معادلات الرصد وعمل التفاضل لها :**

يتم حساب الإحداثيات عادة عن طريق مسافة وانحراف ولإيجاد الإحداثيات تم عمل الأرصاد للمضلع **ثم إنشاء** معادلات الرصد ثم عمل تفاضل لها وتطبيق طريقة المربعات الصغرى **على** هذه المعادلات.
ويتم إنشاء معادلة الرصد للمسافة عن طريق المعادلة التالية وعمل تفاضل لها :

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad \text{.....(١٠-٢)}$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} = \frac{x_i - x_j}{IJ}$$

$$\frac{\partial F}{\partial y_i} = \frac{y_{i-} y_j}{IJ}$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_j} = \frac{x_j - x_i}{IJ}$$

$$\frac{\partial F}{\partial y_j} = \frac{y_j - y_i}{IJ}$$

ويتم إنشاء معادلة الرصد للزوايا عن طريق فرق الانحرافات وعمل تفاضل لها كالتالي :

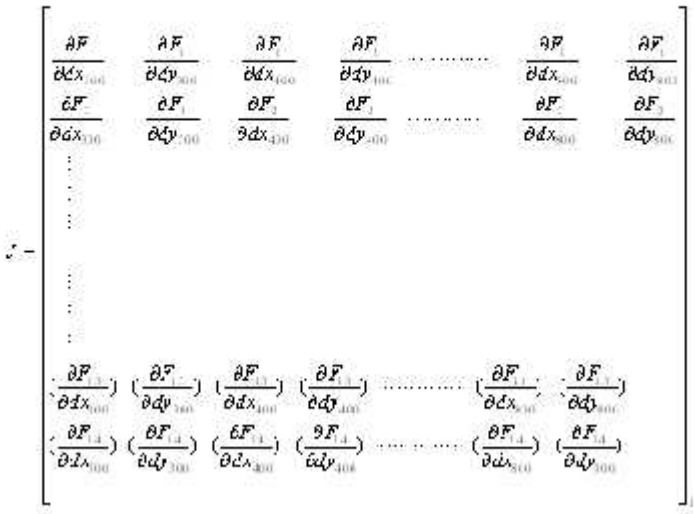
$$^{-} = Az_{IF} - Az_{IB}$$

$$^{-} = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \quad \text{.....(١١-٢)}$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} = \frac{yi - y_b}{IB^2} - \frac{yi - y_f}{IF^2}$$

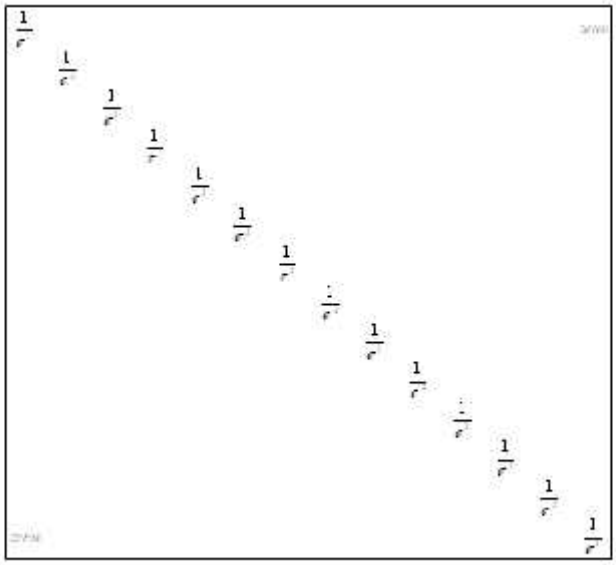
$$\frac{\partial F}{\partial y_i} = \frac{x_b - x_i}{IB^2} - \frac{x_f - x_i}{IF^2}$$

J Matrix :



(17 * 14)

W Matrix :



(14 * 14)

K Matrix :

$$L = \begin{bmatrix} F_1 - F_{1_0} \\ F_2 - F_{2_0} \\ F_3 - F_{3_0} \\ F_4 - F_{4_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{14} - F_{14_0} \end{bmatrix} \quad (14 * 1)$$

X Matrix :

$$X = \begin{bmatrix} dx_{300} \\ dy_{300} \\ dx_{400} \\ dy_{400} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{800} \\ dy_{800} \end{bmatrix} \quad (14 * 1)$$

V Matrix :

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ V_{13} \\ V_{14} \end{bmatrix}_1 \quad (14 * 1)$$

٢-٦-٥ تصحيح الاحداثيات :

تم تصحيح احداثيات المضلع باستخدام برنامج (Adjustment Computations) .

وفيما يلي المعطيات اللازمة للتصحيح :

عدد المحطات الثابتة : ٤

عدد المحطات غير المعروفة : ٧

عدد المسافات المقاسة : ٨

عدد الزوايا المقاسة : ٩

عدد الانحرافات المقاسة : ٠

٢-٦-٥-١ احداثيات المحطات غير المعلومة الاولية :

جدول(٢-٥) احداثيات المحطات غير المعلومة الاولية

Station	X	Y
B+	158,596.999	101,525.493
B	158,553.373	101,471.845
1000	158,168.156	101,574.716
2000	158,175.621	101,435.864
3000	158,194.818	101,307.534
4000	158,261.122	101,136.891
5000	158,087.187	100,896.706

٢ـ٦ـ٥ـ٢ المحطات الثابتة :

جدول(٢-٦) احداثيات المحطات الثابتة

Station	X	Y
E	159,914.340	101,101.400
A	158,802.010	101,824.130
G	158,648.177	101,146.161
M	158,746.890	100,898.590

٢ـ٦ـ٥ـ٣ المسافات الأفقية المقاسة :

جدول (٢-٧) المسافات الأفقية المقاسة

Station Occupied	Station Sighted	Distance	STD
A	B+	362.234	0.039
B+	B	69.148	0.010
B	1000	398.716	0.008
1000	2000	139.053	0.025
2000	3000	129.758	0.028
3000	4000	183.072	0.004
4000	5000	296.550	0.007
5000	G	613.789	0.008

٢ـ٦ـ٥ـ٤ الزوايا الأفقية المقاسة :

جدول (٢-٨) الزوايا الأفقية المقاسة

1	Station Occupied	Station Foresighted	Angle	S
E	A	B+	91°27'20"	14"
A	B+	B	184°38'56"	26"
B+	B	1000	245°50'02"	9"
B	1000	2000	71°58'15"	10"
1000	2000	3000	174°34'10"	14"
2000	3000	4000	167°16'26"	11"
3000	4000	5000	237°08'42"	6"
4000	5000	G	30°07'56"	5"
5000	G	M	272°11'05"	6"

٢ـ٦ـ٥ـ٥ احداثيات المحطات المصححة :

جدول (٢-٩) إحداثيات المحطات المصححة

Station	X	y	Standard error ellipse computed				
B+	158,597.163	101,525.694	0.0961	0.1387	0.1425	0.0903	17.34°
B	158,553.531	101,472.073	0.0942	0.1372	0.1405	0.0891	16.24°
1000	158,168.361	101,575.080	0.0990	0.1818	0.1872	0.0884	15.65°
2000	158,175.780	101,436.272	0.0827	0.1562	0.1567	0.0818	5.34°
3000	158,194.929	101,307.981	0.0666	0.0797	0.0849	0.0598	28.97°
4000	158,261.166	101,137.311	0.0515	0.0716	0.0718	0.0512	6.21°
5000	158,087.127	100,897.213	0.0554	0.0850	0.0921	0.0425	154.26°

٢ـ٦ـ٥ـ٦ المسافات الأفقية المصححة :

جدول (٢-١٠) المسافات الأفقية المصححة

Station Occupied	Station Sighted	Distance	V	S	Std.Res.	Red. #
A	BB	361.976	-0.2584	0.1388	-8.782	0.569
BB	B	69.130	-0.0177	0.0531	-8.838	0.040
B	1000	398.706	-0.0095	0.0426	-6.418	0.035
1000	2000	139.006	-0.0469	0.1253	-4.919	0.145
2000	3000	129.713	-0.0451	0.1372	-3.766	0.183
3000	4000	183.072	-0.0002	0.0216	-0.919	0.004
4000	5000	296.542	-0.0084	0.0376	-8.806	0.019
5000	G	613.802	0.0126	0.0426	8.396	0.035

٢-٦-٥-٧ الزوايا الأفقية المصححة :

جدول (٢-١١) الزوايا الأفقية المصححة

Station Backsighted	Station Occupied	Station Foresighted	Angle	V	S”	Std.Res.	Red. #
E	A	BB	91°27’08"	-12.0"	54.7	-1.2	0.481
A	BB	B	184°40’11"	74.8"	99.0	4.0	0.507
BB	B	1000	245°50’13"	11.2"	47.3	5.2	0.059
B	1000	2000	71°58’04"	-10.7"	50.5	-2.9	0.134
1000	2000	3000	174°34’13"	2.9"	65.9	0.4	0.246
2000	3000	4000	167°16’42"	16.0"	53.5	3.3	0.194
3000	4000	5000	237°08’53"	11.0"	30.9	5.9	0.097
4000	5000	G	30°08’07"	11.0"	24.9	5.6	0.156
5000	G	M	272°11’21"	16.5"	30.9	8.8	0.096

Adjustment Statistics:

Iterations = 2

Redundancies = 3

Reference Variance = 29.394

Reference So = ±5.4

Failed to pass X^2 test at 95.0% significance level!

X^2 lower value = 0.22

X^2 upper value = 9.35

٢-٧ الأعمال المساحية النهائية :

بعد أن يتم انجاز مخططات التصميم **والمقاطع** الطولية والعرضية للطريق وكل ما يلزم لتصميم البنية التحتية يصبح بإمكان الفرق الهندسية **المنفذة** للمشروع الاعتماد على هذه المخططات في عملية التنفيذ.

التصميم الإنشائي للطريق (Structural Design)

٦-١ مقدمة :

عملية التصميم الإنشائي للطريق هي عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف و مواصفاتها ومكوناتها لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق ، والأنـــواع الرئيسية للرصف نوعان. **الأول الرصف الصلب** وهو عبارة عن بلاطات خرسا نية مســـلحة توضع فوق سطح القاعدة الترابية أوطبقة تحت الأساس .

والنوع الثاني الأكثر شيوعاً واستخداما هو **الرصف المرن** ويتكون من عدة طبقات هي تحت الأساس والأساس الحجري أو الحصوي ثم طبقات الرصف الإسفلتية وسوف نستعرض طريقة تصميم الرصف المرن بما انها الطريقة المستخدمة في هذا المشروع .

٦-٢ أنواع الرصفات :

هناك نوعان رئيسيان للرصفة :

٦-٢-١ الرصفة القاسية : (Rigid Pavement)

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 300م للخرسانة المسلحة

٦-٢-٢ الرصفة المرنة (Flexible Pavement)

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

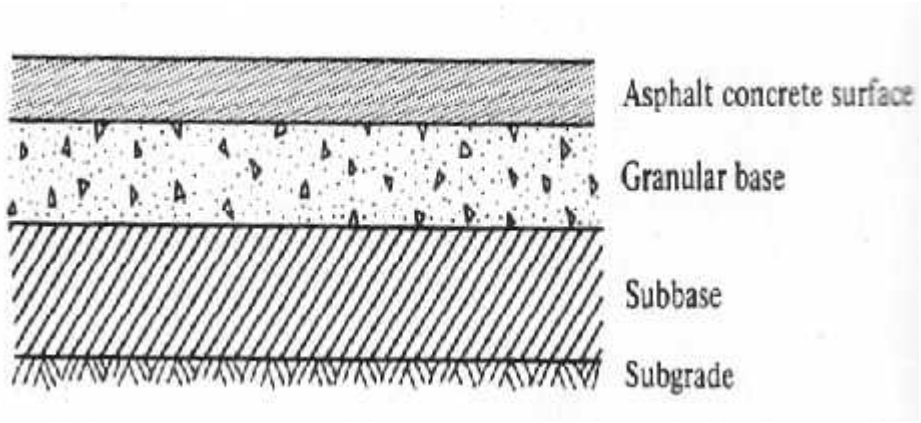
١. **رصفة تلفورد** :

- وذلك بحيث تحدد الرصفة و تبنى اطاريف باحجار تسمى حجارة الشك.
- يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة ٢٠ سم و تعبا الفراغات بحصى صغيرة
- ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات
- يرش اسفلت بدرجة غرز ٨٠% و بمعدل ٤ كيلو على المتر المربع.

٢. **رصفة الفرشيات :**

وقد انتشر استخدام هذه الطريقة في منتصف الخمسينيات ، حيث يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصفة بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البسكورس وفرشها بالسمك المطلوب ، وتفرد هذه الطبقات بحيث لا يتجاوز سمك كل طبقة عن 20سم.

3-6 العناصر الإنشائية للرصفة المرنة (Structural Components Of Flexible Pavement)



شكل (6-1) طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل (٦-١) من العناصر التالية :

١. **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 .

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

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

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

- هناك عدة طرق لتصميم الرصفة المرنة ،وفي هذا المشروع سيتم الاستناد الى طريقة (AASHTO) لتصميم الرصفة المرنة.

٦-4 العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO:

ان هناك مجموعة من العوامل التي تتحكم في تصميم الطريق **مثل** :

- **حجم و نوع المرور(Traffic volum)** : وقد تم إجراء عدة دراسات وجداول ذكرت في فصل النقل والمرور من أجل تحويل **الأحمال** المرورية.

- كما ان **خصائص التربة** والمواد المستخدمة في تكوين وانشاء كل طبقة من طبقات التربة ، و بعض العوامل الأخرى من أحوال جوية كالأمطار والرياح و غيرها.

- وفي ما يلي دراسة لأهم العوامل الرئيسية المساهمة في تصميم الرصفات وانشائها :

٦-٤-١ حساب الأوزان المحورية القياسية :-

و سيتم عمل خطوات التصميم الإنشائي وإيجاد سمك الطبقات (**حسب نظام** AASHTO) :

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

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6-1)$$

حيث :

ESAL: هو مصطلح يعبر عن مقدار الحمل المكافئ لمحور واحد ويساوي ١٨٠٠٠ رطل بحسب تصنيف المرجع (ASHTTO) في تصميم الطرق .

f_d : معامل تصميم الحارة

G_f: معامل النمو.

AADT: معدل المرور اليومي السنوي.

N_i : عدد المحاور لكل مركبة.

f_E : معامل الحمل المكافئ

- وفي ما يلي الجداول التالية توضح الحسابات المتعلقة **بحجم المرور** في طريق المشروع ، حيث تم ذكرها **سابقا في فصل النقل والمرور** :

الجدول (٦-١) حجم المرور

تصنيف المركبات	معدل المرور اليومي الحالي	معدلى النمو	معدل المرور لـ ٢٠ سنةقادمة	معدلى (ESAL)	Design ESAL
سيارة خاصة	1648.4	1.49	17917613.5	0.0007	12542.3
تكسي عمومي	1819.4	1.49	19775788.7	0.0200	395515.8
مركبة ذات ٣ محاور	230.8	1.49	2508183.3	0.21	526718.5
حافلة	683.8	1.49	7432700.9	0.57	4236639.5
شاحنة ثقيلة	457.0	1.49	4966909.4	0.7	3625843.9
مقطورة	62.4	1.49	678269.3	1.0	664703.9
مجموع (ESAL)	4902				9,461,964

٦-٤-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا(California Bearing Ratio Test) (CBR):

مقدمة :

يعتبر فحص نسبة تحمل كاليفورنيا واحداً من الفحوصات الهامة التي تجري للتربة في هندسة الطرق. وقد جاءت تسمية هذا الفحص نسبة إلى قسم الطرق في ولاية كاليفورنيا الأمريكية (California Division of highways)، الذي كان أول من أطلق هذا الفحص سنة ١٩٢٩.

الهدف :

يهدف هذا الفحص إلى معرفة قابلية التربة لأن تكون طبقة أساس للطريق (Base) أو أساس مساعد (Sub-base) أو غيرها من الطبقات التي تتكون منها أي طريق.

ويمكن تلخيص مبدأ هذا الفحص كما يلي:

يتم غرز أداة قياسية أسطوانية الشكل (مكبس) في التربة وبسرعة محددة، ومن خلال العلاقة بين قوة الغرز أو مقاومة الغرز وقيمة الغرز (المسافة) (Load-Penetration relationship) يمكن إيجاد قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR).

وتعّرف قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR-value) بأنها النسبة بين الأحمال اللازمة لغرز المكبس الأسطواني (مساحته ٣ انش مربع) مسافة معينة داخل عينة مدموكة من التربة لها رطوبة وكثافة معينتين، وبين الأحمال القياسية اللازمة لغرز المكبس لنفس العمق في عينة قياسية من الأحجار المكسرة (Crushed stone)، أي أن:

$$\text{نسبة تحمل كاليفورنيا} = \frac{\text{الحمل الذي لزم لإحداث قيمة الغرز}}{\text{الحمل القياسي لإحداث هذا الغرز في عينة من مادة قياسية}} \times ١٠٠\% \quad \text{.....(٦-٢)}$$

وأما قيمة الأحمال القياسية (Standard loads) لقيم الغرز المختلفة فهي موضحة في الجدول (٦-٢) أدناه .

- وبما أن قيمة تحمل كاليفورنيا تلزم للتربة المدموكة، فإن الفحص في المختبر يجري على عينة التربة بعد إيصالها إلى نسبة الدمك المطلوبة، أي عندما تكون لها كثافة مشابهة لكثافة التربة المطلوبة بعد دمكها، وكذلك، عند نفس محتوى الرطوبة (محتوى الرطوبة المثالي). ولهذا، فإن فحص الدمك لعينة معينة من التربة يسبق فحص نسبة تحمل كاليفورنيا لها، لأنه يعطي محتوى الرطوبة المثالي(Optimum moisture content) والكثافة الجافة القصوى(Maximum dry density) للتربة.

- ويتم تحضير العينات لفحص نسبة تحمل كاليفورنيا داخل قوالب معدنية أسطوانية شبيهة بتلك التي يجري فيها تحضير العينات لفحص الدمك (مقاسات القالب حسب مواصفات الجمعية الأمريكية للطرق AASHTO هي قطر مساو لـ ٦ انش وارتفاع ٧ انش)، ويمكن استعمال القوالب المستعملة في فحص الدمك لتحضير عينة فحص نسبة تحمل كاليفورنيا، وذلك بدمك التربة حسب عدد الطبقات والضربات وباستعمال المطارق المختلفة كما هو موضح في الجدول (٨-٢) أدناه.

جدول (٦-٢) العلاقة بين الأحمال القياسية وقيم الغرز في فحص نسبة تحمل كاليفورنيا

الغرز		الحمل		الاجهاد	
ملمتر	انش	كيلونيوتن	باوند	(باوند/انش مربع)	كيلو باسكال
٢		١١.٥٠			
٢.٥	(٠.١)	١٣.٢٤	(٣٠٠٠)	(١٠٠٠)	٦٨٩٥
٤		١٧.٦٠			
٥	(٠.٢)	١٩.٩٦	(٤٥٠٠)	(١٥٠٠)	١٠٣٢٤
٦		٢٢.٢٠			
٨		٢٦.٣٠			
١٠		٣٠.٣٠			
١٢		٣٣.٥٠			

جدول (٦-٣) طرق تحضير العينات لفحص نسبة تحمل كاليفورنيا

نوع الدمك	الطرقة المستعملة	عدد الطبقات	عدد الضربات
١- الدمك القياسي حسب المواصفات البريطانية (BS 1377- Test No. 12)	٢.٥كغم	٣	٦٢
٢- الدمك المعدّل حسب المواصفات البريطانية (BS 1377- Test No. 13)	٤.٥كغم	٥	٦٢
٣- الدمك القياسي حسب المواصفات الأمريكية (ASTM D-698) (AASHTO T-90)	٥.٥ باوند	٣	٥٦
٤- الدمك المعدّل حسب المواصفات الأمريكية (ASTM D-1557) (AASHTO T-180)	١٠.٠باوند	٥	٥٦

- **القيمة العملية لهذا الفحص، فهو:**

(١) يُساعد في الحكم على قابلية عمل طبقة التربة كطبقة أساس أو أساس مساعد في الطريق، والجدول (٦-٤) يوضح ذلك.

(٢) يُساعد في تصميم سُمك رصفة الطريق (Pavement thickness)، وتوجد لهذا الغرض منحنيات خاصة.

جدول (٦-٤) تقييم نتائج فحص نسبة تحمل كاليفورنيا

قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا (%)	التقدير	الاستعمال	تصنيف التربة	
			حسب الظلم الموحد (USCS)	حسب ظلم (AASHTO)
٣-٠	ضعيف جداً	طبقة التأسيس (Subgrade)	OH,CH, MH,OL	A5, A6, A7
٧-٣	ضعيف إلى معتدل	طبقة التأسيس	OH,CH, MH,OL	A4, A5, A6, A7
٢٠-٧	معتدل	أساس مساعد (Sub-base)	OH, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
٥٠-٢٠	جيد	أساس (Base course) أساس مساعد	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A-1-b, A-2-5, A3, A-2-6
٥٠<	ممتاز	أساس	GW, GM	A-1-a, A-2-4, A4

وفي الجدول التالي (٦-٥) نورد قيم نسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق المختلفة حسب متطلبات مواصفات أعمال الطرق في فلسطين والاردن، حيث يغلب استعمال نواتج الكسارات من الحجر الكلسي الطري إلى متوسط القساوة (Soft to medium hard limestone) في طبقات الأساس والأساس المساعد.

جدول (٦-٥) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والاردن

الطبقة	نسبة كاليفورنيا (%)
طبقة التأسيس (Subgrade)	٨ حداً أدنى
أساس مساعد (Sub-base course)	٤٠ حداً أدنى
أساس (Base course)	٨٠ حداً أدنى

جدول رقم (٦-٦) أقل سمك للقطاعات النمطية المقترحة لدرجات الطرق المختلفة

نوع طبقة التأسيس	القطاعات النموذجية للطرق المحلية	القطاعات النموذجية للطرق التجميعية الحضرية والطرق الفرعية الثانوية المحلية الخلوية	القطاعات النموذجية للطرق الشريانية والخلوية الرئيسية
طبقة التأسيس ممتازة (نسبة تحمل كاليفورنيا اكبرمن ٩٠ ٪)	5سم طبقة سطحية 15سم طبقة أساس	5سم طبقة سطحية 5سم طبقة أساس أسفلتي 20سم طبقة أساس	5سم طبقة سطحية 5سم طبقة أساس أسفلتي 25سم طبقة أساس
طبقة التأسيس متوسطة (نسبة تحمل كاليفورنيا ٥٠-٩٠٪)	5سم طبقة سطحية 15سم طبقة أساس	5سم طبقة سطحية 5سم طبقة أساس أسفلتي 25سم طبقة أساس	5سم طبقة سطحية 5سم طبقة أساس أسفلتي 30سم طبقة أساس
طبقة التأسيس ضعيفة (نسبة تحمل كاليفورنيا ٢٠- ٥٠ ٪)	5سم طبقة سطحية 30سم طبقة أساس	5سم طبقة سطحية 5سم طبقة أساس أسفلتي 30سم طبقة أساس	٥سم طبقة سطحية ٧سم طبقة أساس أسفلتي ٣٥سم طبقة أساس

٦-٤-٢-١ طريقة عمل التجربة :

١- تنخل كتلة من العينة على منخل رقم ¾" .

٢- تضاف كمية من الماء إلى العينة في وعاء يمنع التبخر لمدة 24ساعة :
كمية الماء المضافة =(نسبة الماء المثالية –نسبة الرطوبة)×وزن العينة .

٣- يجهز القالب الأسطواني الأول (قالب بروكتور المعدل) مع قاعدته ، تثبت الحلقة وتوضع ورقة ترشيح في قاع القالب ، توزن كتلة من العينة وتقسم إلى خمسة أقسام متساوية بالوزن . يرص كل قسم بداخل القالب مع وجود الحلقة ٥٦ ضربة بواسطة مطرقة بروكتور المعدلة (وزن 4.5 كغم وارتفاع هبوطها 45.8سم) ، وتوزع الضربات على سطح الطبقة بشكل منتظم بحيث تكون الطبقة الأخيرة ملامسة للسطح ومرتفعة قليلا عنة ، تزال الحلقة ويسوى سطح العينة مع وجه القالب باستعمال سكين غير حادة .

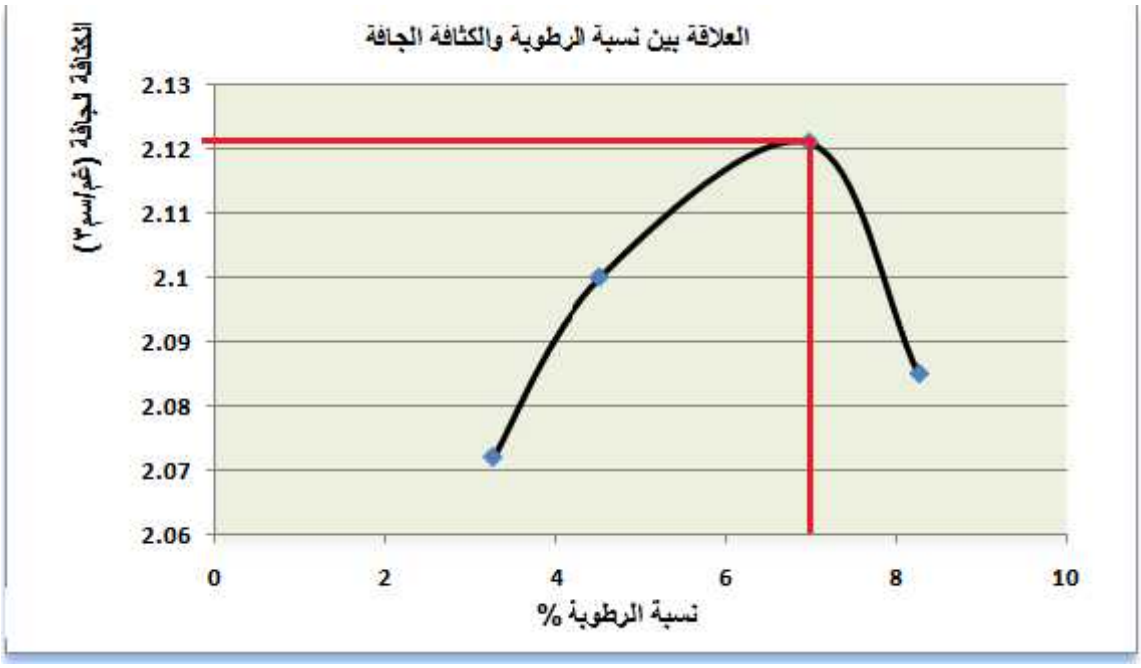
٤- يوضع القالب الأول في جهاز الغرز محتويا على العينة مع وجود القاعدة وسطح العينة إلى الأعلى ، وعن طريق غرز المكبس بمعدل 1 ملم/دقيقة يتم تسجيل الحمل عند غرز مقداره (١ ، ١.٥ ، ٢ ، ٢.٥ ، ٣ ، ٣.٥ ، ٤ ، ٤.٥ ، ٥ ، ٥.٥ ، ٦ ، ٧ ، ٧.٥، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢) ملم .

٦-٤-٢-٢ الحسابات :

لقد قمنا بعمل تجربة الدمك لعينة من التربة قبل عمل فحص (CBR) ، وذلك من أجل معرفة محتوى الرطوبة ، والكثافة الجافة القصوى ، حيث كانت النتائج كالتالي :

من الرسم البياني الموضح في الشكل نجد أن:-

- **أقصى كثافة جافة (maximum density) = ٢.١٢١ غم/سم^3.**
- **نسبة الرطوبة(Optimum moisture) = (٧%).**



شكل(٦-٣) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة التربة

وهذا الجدول يوضح نتائج تجربة CBR :

جدول (٦-٧) نتائج تجربة كاليفورنيا

الغرز (mm)	الحمل	المقاومة (كغم/سم٢)
0	**0**	**0**
0.5	45	5.906976744
1	152	19.95245478
1.5	243	31.89767442
2	351	46.0744186
2.5	**432**	**56.70697674**
3	529	69.43979328
3.5	581	76.26563307
4	625	82.04134367
4.5	680	89.26098191
5	**739**	**97.00568475**
5.5	864	113.4139535
6	900	118.1395349
6.5	995	130.6098191
7	1080	141.7674419
7.5	1270	166.7080103

8	1445	189.6795866
٩	1615	211.994832
10	1795	235.622739
11	1860	244.1550388
12	1962	257.544186

- يرسم منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة ، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب لاختراق (2.5و ٥) ملم في العينة عند التجربة.

- **يتم حساب قيمة CBR للعينة عند قيمة الغرز (٢.٥ ملم) و (٥ ملم) ، وذلك حسب القانون التالي :**

$$\text{نسبة تحمل كاليفورنيا} = \frac{\text{الحمل الذي لزم لإحداث قيمة الغرز}}{\text{الحمل القياسي لإحداث هذا الغرز في عينة من مادة قياسية}} \times ١٠٠\%$$

جدول (٦-٨) الحمل القياسي عند مقدار الغرز (٢.٥، ٥) ملم

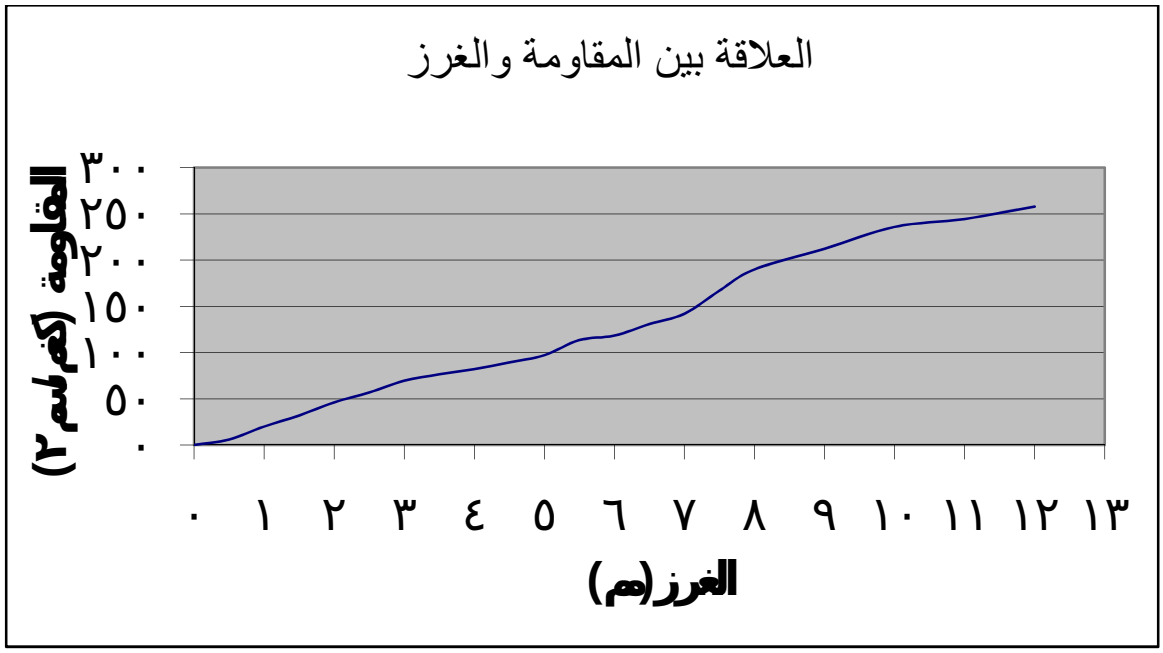
مقدار الاختراق (الغرز)		الحمل القياسي	
mm	inch	Kg/cm2	bound
٢.٥	٠.١	٧٠.٣	٣٠٠٠
٥	0.2	١٠٥.٥	4500

نحسب قيمة (CBR) باستخدام جداول (٦-٧) و (٦-٨) :

- **قيمة CBR عند (٢.٥ ملم) = (٥٦.٧٠٧ ÷ ٧٠.٣) × ١٠٠ = ٨٠.٦٦٤**

- **قيمة CBR عند (٥ ملم) = (٩٧.٠٠٦ ÷ ١٠٥.٥) × ١٠٠ = ٩١.٩٤٩**

- والشكل التالي يظهر منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 56 ضربات



شكل (٦-٣) العلاقة بين المقاومة والغرز

٦-٤-٢-٣ وصف الطبقات بناء على فحص كالفورنيا :

- بما أن قيمة CBR (نسبة تحمل كاليفورنيا) لطبقة التربة الاصلية (Subgrade) عالية فإنه لا يلزم وضع طبقة ما تحت الاساس (Subase) .

لذلك سيكون لدينا ٣طبقات :

١- الطبقة الاسفلتية (Asphalte).
٢- طبقة الاساس (Base) .
٣- طبقة التربة الاصلية (Subgrade) .

- وسيتم اخذ سمك طبقة الاساس (Base) ٢٠سم بناء على مواصفات AASHTO .

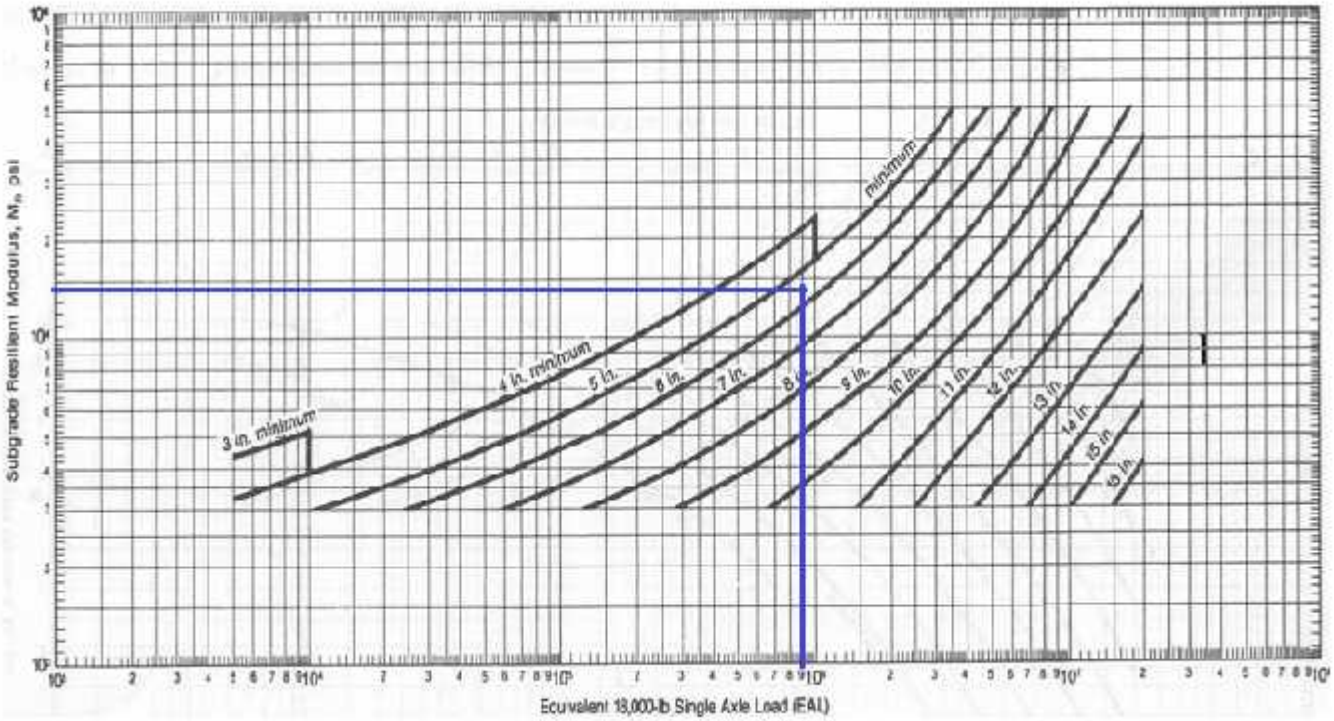
- وسيتم حساب الطبقة الاسفلتية بناء على الشكل التالي الذي يحدد سمك الطبقة بالاعتماد على قيمة CBR و ESAL حيث ان:

ESAL= 9.46 * 10^6

MR= 1500 * CBR

MR: resilient modulus (معامل المرونة)

MR= 1500 * 91= 1.4 * 10^4



شكل (٦-٤) سمك الطبقة الاسفلتية عند طبقة اساس سمكها ٢٠سم (٨انش)

- وفي الشكل (٦-٤) المحور الأفقي يمثل قيمة ESAL والمحور الراسي يمثل معامل المرونة Mr .
- وبناء على تقاطع الخطين يتبين ان سمك الطبقة الاسفلتية ١٠سم.

والجدول التالي يبين أنواع وسماكات طبقات الطريق .

جدول (٦-٩) أنواع وسماكات طبقات الطريق

نوع الطبقة	سمك الطبقة (سم)
الطبقة الاسفلتية	١٠سم
طبقة الاساس	٢٠سم
طبقة التربة الاصلية (subgrade)	-

=

التكلفة وحساب الكميات

٨-١ مقدمة :

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

٨-٢ حساب تكلفة الطريق:

- يبلغ طول الطريق حوالي (1150م) وكما وتتكون الرصفة من طبقتين وهي :

١- الإسفلت بكثافة 2.24 غم/سم٣ .

٢- البسكورس(الأساس) بكثافة 2.14 غم/سم٣.

- ويتم حساب التكلفة كما يلي:

٨-٢-١ حساب تكلفة الرصفة (Pavement):

١- تحسب مساحة المسارب المراد تعبيدها كما يلي:

مساحة المسارب = الطول × العرض .

= NOT

=

= 1150 × 18 = 20700 م٢.

٢- يحسب حجم الإسفلت والبسكورس كما يلي:

- حجم الإسفلت = مساحة المسارب ×سمك طبقة الإسفلت

= 20700 × 0.10 = 2070م٣.

- حجم البسكورس = مساحة المسارب ×سمك طبقة البسكورس

= 20700 × 0.2 = 4140 م٣.

٣- يحسب وزن كل طبقة كما يلي :

- وزن الإسفلت = حجم الإسفلت × كثافة الإسفلت .

= 2070 × 2.24 = 4637 طن .

- وزن البسكورس = حجم البسكورس × كثافة البسكورس .

= 4140 × 2.14 = 8860طن .

=

٤- حساب تكلفة الطبقات :

- سعر واحد طن من البسكورس المشغول = $ 10 .
- سعر واحد طن من الإسفلت المشغول = $ 40 .
- ملاحظة : هذه الأسعار أخذت من السوق المحلي بشكل تقديري .

- تكلفة الإسفلت = وزن الإسفلت ×سعر الطن الواحد من الإسفلت .

= 4637× 40 = $ 185480 .

- تكلفة البسكورس = وزن البسكورس ×سعر الطن الواحد من البسكورس .

= 8860 × 10 = $ 88600 .

- التكلفة الكلية للرصفة = تكلفة الإسفلت + تكلفة البسكورس.

= 185480 + 88600 = $ 274080 .

٨-٢-٢ حساب تكلفة الحفر والردم :

- تم حساب الحجم الكلي لكل من الحفر والردم باستخدام برنامج (Civil 3D) ، ونتائج الحسابات الكاملة موجودة في الملاحق .

=

- وكانت النتائج النهائية للحفر والردم كما يلي :

حجم الحفر الكلي = 10094 م٣ .

حجم الردم الكلي = 7921 م٣ .

سعر المتر المكعب للحفر = 9 $.

سعر المتر المكعب للردم = 6 $.

١- تكلفة الحفر = حجم الحفر ×سعر المتر المكعب للحفر .

= 10094 ×9 = 90846 $.

٢- تكلفة الردم = حجم الردم ×سعر المتر المكعب للردم .

= 7921 × 6 = 47526 $.

- تكلفة الحفر والردم الكلية = تكلفة الحفر + تكلفة الردم .

= 90846 + 47526 = 138372 $.

٨-٢-٣ تكلفة صيانة الطريق :

- تعمل الصيانة لطبقة الإسفلت فقط .

- تكلفة صيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأدوات و الأيدي العاملة = 20 $.

=

- التكلفة الكلية للصيانة = **مساحة الإسفلت** × سعر صيانة المتر المربع للإسفلت .

= 20700 × 20 = 414000 $.

- الجداول التالية توضح التكلفة النهائية :

جدول (٨-١) تكلفة طبقات الرصفة المرنة

نوع الطبقة	الكمية بالطن	تكلفة الطن الواحد ($)	التكلفة الكلية ($)
Base course	**8860**	**10**	**88600**
Asphalt	**4637**	**40**	**185480**
المجموع			**274080**

جدول (٨-٢) تكلفة الحفر والردم

نوع العمل	الكمية بالمتر المكعب	تكلفة المتر المكعب ($)	التكلفة الكلية ($)
الحفر	**10094**	**9**	**90846**
الردم	**7921**	**٦**	**47526**
المجموع			**138372**

- **الخلاصة :**

- تكلفة طبقات الرصفة المرنة (البسكورس والأسفلت) = **274080** $
- تكلفة **الحفر والردم** (وقد تم حساب كميات الحفر والردم في **الفصل الرابع**) = **47526** $
- تكلفة الصيانة **للأسفلت** = **414000** $

= NPN

٩-١ النتائج :

- عمل مساحة أرضية للطريق بعرض ١٨ م من بداية الطريق حتى نهايته باستخدام أجهزة مساحية متطورة والقدرة على التعامل مع هذة الأجهزة في حل جميع العقبات خلال المساحة الأرضية.

- تجهيز كافة التصميمات الأفقية و الرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها .

- حساب كميات الحفر والردم المطلوب تجهيزها لإنشاء الطريق، وحساب سماكة الطبقات على الطريق.

- تجسيد العلوم النظرية والعملية في تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس لتحقيق عناصر الطريق قدر الإمكان والتعامل مع هذه العلوم لحل كافة المشكلات الموجودة على ارض الواقع.

- التعرف على طبيعة ومواصفات وخصائص التربة في منطقة المشروع وكيفية التعامل معها في تصميم الطريق .

- حل مشاكل السكان المتعلقة في المرور وطريقة الوصول إلى منازلهم وأراضيهم الزراعية بسهولة وأمان بحيث تخدم جميع مستخدمين الطريق.

- التعرف على مواصفات التصميم الفلسطينية المأخوذة من الكود الأمريكي (AASHTO) والتعامل مع هذا الكود في تصميم وتخريج الطريق بشكل نهائي .

- التعرف على البرامج المستخدمة في تصميم وانشاء الطرق وتعلم خطوات التصميم في هذه البرامج مثل برامج (Autodesk , Civil 3D) .

٩-٢ التوصيات :

٩-٢-١ توصيات خاصة بالمشروع :

- التأكيد على بلدية الخليل والمؤسسات ذات العلاقة بالمسارعة في تنفيذ المشروع ، لما له من أهمية، حيث يربط الطريق بين منطقة سوق الخضار المركزي والشارع الإلتفافي رقم (٦٠) .

- الإسراع في التأسيس لهذا الطريق وذلك نظرا لحاجة السكان الشديدة إليه وللخدمات التي يفتقر لها ، حيث يساهم في تسهيل وصول السكان الى منازلهم في تلك المنطقة بسهولة ويسر ، ويعمل على إحياء تلك المنطقة عن طريق تشجيع الناس على البناء فيها .

٩-٢-٢ توصيات خاصة بالجامعة :

- طرح مساقات للتصميم الإنشائي للطرق لطلبة هندسة المساحة والجيوماتكس وتخصيص مختبرات ذات صلة بالبرامج المهمة في مشاريع الطرق مثل برامج (Autodesk , Civil 3D) .

- تحفيز الدراسة عن طريق ربط الأمور العلمية بالأمور العملية المطبقة في سوق العمل دون الابتعاد عن هذا الأساس .

- العمل على انتاج طالب قادر على حمل هذا القدر من المسؤولية واستخدام هذا في خدمة المصلحة العامة استنادا لأسس علمية صحيحة .