بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

تقرير مشروع التخرج

تصميم شارع مارلوقا

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

عبد المعز أبو سنينة

تقي الدين الريماوي

إشراف

م. مصعب شاهين

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل– فلسطين

أيار– 2015 م

شهادة تقييم مشروع التخرج

جـــــامعــة بولــيتكــنـــك فــلســطــيــن

كــليـــة الهندســة

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندســة المساحــة والجيومــاتــكــس

مشروع تخرج بعنوان

(تصميم شارع مارلوقا)

إعداد:

عبد المعز أبو سنينة تقي الدين الريماوي

بناء على نظام كلية الهندسة والتكنولوجيا و إشراف ومتابعة المهندس مصعب شاهين المشرف على المشروع، وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة للوفاء بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس في تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس.

توقيع مشرف المشروع توقع رئيس الدائرة

....

2015

الإهداء

إلى قدوتنا ومعلمنا وحبيبنا الأول .... سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

إلى الذين سطروا بدمائهم أروع وأنصع صفحات المجد والفداء والتضحية والعطاء ..... شهداء فلسطين

إلى المرابطين على أرض الإسراء والمعراج إلى الجرحى والمعتقلين .....

إلى

كل غيور على أرض فلسطين

إلى وطني وطن الكرامة ..... فلسطين

إلى من ربيانا صغيرين ..... والدينا الكرام

إلى جامعتنا وصرحنا العلمي ..... جامعة بوليتكنك فلسطين

إلى كل يد تسعى إلى الخير .....

نهدي هذا العمل المتواضع

فريق العمل

شكر وتقدير

الحمد لله والشكر لله دائما وأبدا نحمد الله حمدا كثيرا على هدي العلم ونحمده على فضله وكرمه الذي انعم علينا بالتوفيق في انجاز مقدمة هذا البحث .

ويسرنا أن نتقدم بجزيل الشكر والعرفان للأستاذ المهندس مصعب شاهين على سعة صدره وحسن تعاونه معنا حيث قدم لنا الكثير من التوجيهات والإرشادات ، وبذل الكثير في مساعدتنا على تخطي المصاعب العلمية من أجل إتمام هذا مقدمة هذا المشروع.

كما نتقدم بالشكر والتقدير لجميع محاضري دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين .

كما نود أن نتقدم بجزيل الشكر والعرفان لمكتبة جامعة بوليتكنك فلسطين لما قدمته لنا من مراجع مساعدة لنا في انجاز مقدمة المشروع .

إلى كل من ساهم بجهد قّل أو كثر في إتمام هذا المشروع .

إليهم جميعا عظيم الشكر والعرفان.

ونتقدم بالشكر الخاص لكل من : م.جبريل شويكي م.فادي مسودة

م.سمير إمام

تصميم شارع "مارلوقا"

فريق العمل

تقي الدين الريماوي **عبد المعز أبو سنينة**

إشراف:

م . مصعب شاهين

جامعة بوليتكنك فلسطين- 2014 م.

الملخص

تقوم فكرة المشروع على تصميم وصلة(وصلة مارلوقا) تصل بين "شارع الملك فيصل وشارع الأمير حسن" باستخدام كافة المعايير والوسائل الهندسية والمساحية مع الأخذ بعين الاعتبار جميع عناصر التصميم الهندسي الأفقية والعمودية والميول الجانبية والتصريف الصحي لمياه الأمطار بالإضافة إلى معايير الأمان على الطريق وعمل كافة الفحوصات اللازمة للتأكد من سلامة الطريق إنشائيا وذلك لضمان خدمة المنطقة لأطول فترة زمنية ممكنة، ودراسة كافة العوائق المصاحبة للتصميم وطرق حلها ، بالإضافة إلى العد المروري للتقاطعات الموجودة لدراسة الحجم المروري المتوقع على بداية ونهاية الطريق ووضع

إشارات المرور لضمان السلامة العامة ,لما للشارع من أهمية حيوية في تخفيف أزمة المـــرور فـــي قلـــب المدينة.

Marloqua-Street

Prepared By:

Taqi Aldean Alrimawi **Abed Almuaz Abu Sunainah**

Supervisor:

Eng. Musab Shaheen

Palestine Polytechnic University-2014

Abstract

The project aims to design a link (Marloqua-link) between the "King Faisal Street and Prince Hassan Street " using all the criteria and methods of engineering and surveying taking into account all elements of engineering design, horizontal and vertical alignments, super elevation, side slope and water drainage , in addition to make all the necessary tests to make sure the safety of the road structurally , to ensure to service the area for the longest possible period of time, and study all design obstacles and the ways of solving them, In addition

traffic count at intersections to study the expected traffic volume at the beginning and end of the road, and put traffic lights to ensure public safety ,because of the importance of the street in alleviating the traffic crisis in the heart of the city.

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحة
	الغلاف	I
	شهادة تقييم مشروع التخرج	II
	الإهداء	III
	شكر وتقدير	IV
	ملخص المشروع باللغة العربية	V
	ملخص المشروع باللغة الانجليزية	VI
	فهرس المحتويات	VII
	فهرس الجداول	XI
	فهرس الأشكال	XIII
	الملاحق	XVI

الفصل الأول : المقدمة

١ـ١	مقدمة عامة	1
١ـ٢	أهداف وفكرة المشروع	2
١ـ٣	الدراسات السابقة	3
١ـ٤	موقع المشروع	3
١ـ٤ـ١	منطقة المشروع	5
١ـ٥	طريقة عمل المشروع	6
١ـ٥ـ١	المرحلة الاستكشافية	6
١ـ٥ـ٢	التصميم الابتدائي	6
١ـ٥ـ٣	المسح الميداني للطريق	6
١ـ٥ـ٤	التصميم النهائي للطريق	7
١ـ ٦	البرامج والادوات المساحية المستخدمة	7
١ـ ٧	نطاق المشروع	8

الفصل الثاني : المضلعات

٢ـ ١ مقدمة 10
٢ـ ٢ انواع المضلعات 10
٢ـ ٢ـ ١ المضلع المفتوح 10
٢ـ ٢ـ ٢ المضلع المغلق 11
٢ـ ٣ متطلبات الدقة لأعمال المضلعات 12
٢ـ ٤ عملية انشاء مضلع في الطبيعة تتطلب منا القيام بعدة خطوات 13
٢ـ ٤ـ ١ عملية الاستكشاف للمنطقة 13
٢ـ ٤ـ ٢ رسم كروكي عام للمنطقة 14
٢ـ ٤ـ ٣ اختيار نقاط المضلع 14
٢ـ ٤ـ ٤ تثبيت نقاط المضلع 16
٢ـ ٤ـ ٥ عمل كرت وصف لنقاط المضلع 17
٢ـ ٤ـ ٦ قياس المضلع (traverse measurement) 17
٢ـ ٤ـ ٦ـ ١ القراءات التي تم رصدها في الميدان 17
٢ـ ٥ حساب احداثيات المحطات قبل التصحيح 21
٢ـ ٦ الخطأ في المسافات والزوايا المرصودة 23
٢ـ ٦ـ ١ خطأ عدم تمركز الجهاز 23
٢ـ ٦ـ ٢ خطأ عدم تمركز جهاز الرصد 24
٢ـ ٦ـ ٣ خطا عدم تمركز العاكس 24
٢ـ ٦ـ ٤ الأخطاء في المسافات(error in angle) 26
٢ـ ٦ـ ٥ Instrument Centering Error 26
٢ـ ٦ـ ٦ أخطاء التوجيه (TargetCentering) 26
٢ـ ٦ـ ٧ الأخطاء في قياس الزوايا 27
٢ـ ٧ تصحيح الأخطاء في الإحداثيات 29
٢ـ ٧ـ ١ Least Square Method 29
٢ـ ٧ـ ٢ Distance observation reduction 31
٢ـ ٧ـ ٣ Angle observation reduction 31
٢ـ ٨ النتائج 33

الفصل الثالث : المشاكل والعوائق الهندسية في الطريق

٣ـ ١ مقدمة 37

٣-٢ تعريف بالمشاكل والعوائق 37
٣-٣ تجمع واصطفاف المركبات في بداية الطريق 38
٣-٣-١ توضيح المشكلة 38
٣-٣-٢ الحلول المقترحة 38
٣-٤ الاختناقات المرورية عند تقاطع الطريق 39
٣-٤-١ توضيح المشكلة 39
٣-٤-٢ الحلول المقترحة 39
٣-٥ تشقق الاسفلت في الجزء المعبد من الطريق 40
٣-٥-١ توضيح المشكلة 40
٣-٥-٢ الحلول المقترحة 41
٣-٦ اعتراض المباني لتوسعة الطريق 42
٣-٦-١ توضيح المشكلة 42
٣-٦-٢ الحلول المقترحة 42
٣-٧ استملاك الاراضي من قبل المواطنين 43
٣-٧-١ توضيح المشكلة 43
٣-٧-٢ الحلول المقترحة 44
٣-٨ انحدار جانب الطريق 44
٣-٨-١ توضيح المشكلة 44
٣-٨-٢ الحلول المقترحة 45

الفصل الرابع : التصميم الهندسي للطريق

٤-١ مقدمة 46
٤-٢ أسس عملية التصميم 47
٤-٢-١ حجم المرور 47
٤-٢-٢ تركيب المرور 47
٤-٢-٣ السرعة التصميمية 48
٤-٢-٤ قطاع الطريق 48
٤-٢-٥ عرض الحارة 49
٤-٢-٦ الأرصفة 49
٤-٢-٧ الميول العرضية 49
٤-٢-٨ الميول الطولية 49
٤-٢-٩ الجزر الفاصلة 50
٤-٣ العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق 50
٤-٤ التخطيط الأفقي للطريق 51
٤-٤-١ المنحنيات الأفقية 51

٤ـ ٤ـ ١ـ ١ المنحنيات الأفقية الدائرية 51
٤ـ ٥ القوة الطاردة المركزية 56
٤ـ ٥ـ ١ ارتفاع ظهر المنحنى (التعلية) 58
٤ـ ٦ التخطيط الرأسي للطريق 60
٤ـ ٦ـ ١ أنواع المنحنيات الرأسية 61
٤ـ ٦ـ ٢ عناصر المنحنى الرأسي 61
٤ـ ٦ـ ٣ الميول الرأسية العظمى 63
٤ـ ٦ـ ٤ طول المنحنى الرأسي 64

الفصل الخامس : العد المروري

٥ـ ١ حجم المرور 66
٥ـ ١ـ ١ مقدمة 66
٥ـ ١ـ ٢ الهدف من دراسة أحجام المرور 67
٥ـ ١ـ ٣ مفاهيم أساسية 67
٥ـ ١ـ ٤ عربات التصميم 70
٥ـ ١ـ ٥ تعداد المركبات 72
٥ـ ١ـ ٥ـ ١ فترات التعداد 72
٥ـ ١ـ ٥ـ ٢ أنواع التعداد على الطريق 72
٥ـ ١ـ ٥ـ ٣ طرق حصر (تعداد) المرور 73
٥ـ ٢ الحسابات 74

الفصل السادس : الفحوصات المخبرية والتصميم الإنشائي للطريق

٦ـ ١ مقدمة 84
٦ـ ٢ الأنواع الرئيسية للرصف 84
٦ـ ٣ الفحوصات المخبرية 85
٦ـ ٣ـ ١ تجربة بروكتور القياسية 85
٦ـ ٣ـ ٢ نسبة تحمل كاليفورنيا 88
٦ـ ٤ تصميم الرصفة المرنة 93
٦ـ ٤ـ ١ حساب قيمة (ESAL) 93
٦ـ ٤ـ ٢ حساب سماكات طبقات الرصف 98
٦ـ ٤ـ ٢ـ ١ معامل الرجوعية (Mr) 98
٦ـ ٤ـ ٢ـ ٢ الأنحراف المعياري العام 99

٦ـ ٤ـ ٢ـ ٣ الرقم الأنشائي (SN) 99
٦ـ ٤ـ ٢ـ ٤ موثوقية تصميم الرصفة المرنة..... 101

الفصل السابع : كميات الحفر والردم والطبقات الإنشائية للطريق

٧ـ ١ مقدمة..... 107
٧ـ ٢ العوامل المؤثرة في حساب الكميات 107
٧ـ ٣ جداول كميات الحفر والردم الصافي للمسار 108
٧ـ ٤ حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع 109
٧ـ ٥ حساب كميات الإسفلت وطبقة الأساس للمشروع 110

الفصل الثامن : التكلفة الكلية للمشروع

٨ـ ١ مقدمة..... 111
٨ـ ٢ حساب تكلفة الطريق 111
٨ـ ٣ ملخص التكلفة الكلية للمشروع 111
٨ـ ٣ـ ١ تكلفة الحفر والردم..... 111
٨ـ ٣ـ ٢ تكلفة الطبقات الإنشائية..... 112
٨ـ ٣ـ ٣ تكلفة بلاط الأرصفة وحجر الرصف 112
٨ـ ٣ـ ٤ التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق..... 112
المصادر والمراجع 114

فهرس الجداول

الرقم	اسم الجدول	رقم الصفحة
١ـ ١	الجدول الزمني لمقدمة المشروع	8
١ـ ٢	الجدول الزمني للمشروع	9
٢ـ ١	متطلبات الدقة لأعمال المضلعات	12
٢ـ ٢	قيم الخطأ المسموح بها في الضفة الغربية	13
٢ـ ٣	قراءات الرصد ومتوسط القراءات	18
٢ـ ٤	الاحداثيات غير المصححة	22
٢ـ ٥	احداثيات النقاط المأخوذة بواسطة GPS	23

٢-٦ معدل المسافات المقروءة بين المحطات ومقدار الخطأ في كل مسافة 27
٢-٧ قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية 28
٢-٨ قيم المسافات المصححة ومقدار الدقة في كل مسافة 34
٢-٩ قيم الزوايا المصححة ومقدار الدقة في كل زاوية 34
٢-١٠ الإحداثيات المصححة 35
٤-١ السرعة حسب تصنيف الطريق 48
٤-٢ قيم معامل الاحتكاك حسب السرعة التصميمية 59
٤-٣ قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة 59
٤-٤ أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة ألتصميميه ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي 60
٤-٥ قيمة الثابت K في المنحنيات الرأسية 62
٤-٦ قيمة الميول الراسية العظمى 63
٤-٧ العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف 64
٤-٨ العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك 65
٥-١ سعة الطريق حسب مواصفات (AASHTO) 69
٥-٢ الأبعاد الرئيسية للمركبات حسب مواصفات (AASHTO) 71
٥-٣ العد في مفرق الحسين 74
٥-٤ حساب معامل ساعة الذروة 76
٥-٥ حساب معامل ساعة الذروة 77
٥-٦ حساب معامل ساعة الذروة 77
٥-٧ العد في مفرق التربية 78
٥-٨ حساب معامل ساعة الذروة 80
٥-٩ حساب معامل ساعة الذروة 81
٥-١٠ حساب معامل ساعة الذروة 81
٥-١١ أعداد ونسبة المركبات لكل نوع 83
٦-١ قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات التربة 87
٦-٢ المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن 88

٣-٦	standard load value	89
٤-٦	العلاقة بين الحمل القياسي وقيم الغرز	91
٥-٦	نسبة المركبات في المسرب الواحد (f_d)	93
٦-٦	معامل النمو (Growth factor)	94
٧-٦	تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية	95
٨-٦	معامل الطبقة لطبقة الأساس الحصوية المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا	98
٩-٦	الانحراف المعياري حسب نوع الطريق S_o	99
١٠-٦	تعريف جودة التصريف للمياه	100
١١-٦	معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (mi)	100
١٢-٦	مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق	101
١٣-٦	قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية	101
١٤-٦	سماكات الطبقات الانشائية للمشروع	106
١-٧	كميات الحفر والردم لمسار الطريق	108
١-٨	تكاليف المواد المستخدمة في المشروع	113

فهرس الأشكال

الرقم	اسم الشكل	رقم الصفحة
١-١	منطقة الدراسة	4
٢-١	موقع المشروع	5
١-٢	المضلع المفتوح	10
٢-٢	المضلع المغلق	11
٣-٢	Closed traverses or link traverses	11
٤-٢	رسم توضيحي للمضلع	15
٥-٢	الأوتاد التي تستخدم في تثبيت نقاط الربط في الميدان	16
٦-٢	الخطأ في عدم تمركز جهاز القياس	24

٢-٧ خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاه واحد 25
٢-٨ خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاهين..... 25
٣-١ اصطفاف السيارات في بداية الطريق..... 38
٣-٢ الاختناقات المرورية في منطقة التقاطع..... 40
٣-٣ عيوب التشققات في الطريق..... 41
٣-٤ اعتراض المباني لتوسعة الطريق..... 42
٣-٥ اعتراض الأسوار والمباني لمسار الطريق..... 43
٣-٦ الأراضي الخاصة على جوانب الطريق 44
٣-٧ الانحدار على جانب الطريق 45
٤-١ مقطع عرضي للطريق 49
٤-٢ أنواع المنحنيات الدائرية..... 52
٤-٣ عناصر المنحنى الدائري البسيط..... 52
٤-٤ تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات 56
٤-٥ فرق الميل أو زاوية الميل..... 61
٤-٦ عناصر المنحنى الرأسي 61
٤-٧ مسافة الرؤية للتوقف الآمن..... 65
٥-١ أنواع المركبات والأحمال الواقعة على محاورها..... 71
٥-٢ الحجم المروري لكل ربع ساعة (يسار)..... 75
٥-٣ الحجم المروري لكل ربع ساعة (يمين)..... 75
٥-٤ الحجم المروري لكل ربع ساعة (وسط) 76
٥-٥ مفرق الحسين..... 77
٥-٦ مفرق التربية..... 78
٥-٧ الحجم المروري لكل ربع ساعة (يسار)..... 79
٥-٨ الحجم المروري لكل ربع ساعة (وسط) 79
٥-٩ الحجم المروري لكل ربع ساعة (يمين)..... 80
٥-١٠ مفرق التربية..... 82
٦-١ طبقات الرصفة المرنة 84
٦-٢ العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة 88

٦-٣ العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 56 ضربة 92
٦-٤ منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية (a1) 102
٦-٥ منحنى معامل طبقة Base (a2) 103
٦-٦ منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN لطبقات الرصفة المرنة..... 103
٦-٧ منحنى إيجاد الرقم الإنشائي SN1 104
٦-٨ منحنى إيجاد الرقم الإنشائي SN2 105

الملاحق(Appendix)

١- موقع المشروع

٢- شكل المضلع

٣- تربيط النقاط

٤- Adjust Report

الفصل الأول

١

المقدمة

الفصل الأول

المقدمة

١- ١مقدمة عامة : -

تطورت الطرق بتطور أعمال نقل الغذاء والسلع من أمكنة إلى أخرى، فظهرت طرق الحيوانات؛ إذ استخدِمَتِ الجمال والفيلة وسائل نقلٍ. ومع اكتشاف العجلات والعربات بدأ التفكير في إنشاء الطرق، وأول من استخدم العربات قدماء المصريين. ومن أوائل الطرق التي أنشئت طريق كان يربط النيل بالأهرامات عام ٣٠٠٠ق.م، وكان البابليون أول من استعمل الإسفلت مادة من مواد الإنشاء على الطرق المقدسة، كما استخدمت الطرق المحسَّنة في بلاد ما بين النهرين عام ٣٠٠٠ق.م، ورُبِطت إيطاليا بالدانمرك عام ٢٠٠٠ قبل الميلاد، وفيما بين عامي ١٩٠٠ ـ ـ ٣٠٠ق.م؛ أنشِئت أربع طرق للتجارة عُرِفت بالطرق العنبرية .Amber Roads وأنشِئت طريق الحرير الصيني The Chinese Silk Road عام ١٠٠ق.م فربطت روما القديمة بالصين. ومن أهم الطرق التي بناها الرومان طريق أبين Appian Way التي تعدّ الطريق الرئيسي لليونان.

[١]

تطور إنشاء الطرق في المكسيك وأمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية وإسبانيا في القرنين الخامس عشر والسادس عشر، وامتدت الطرق من المكسيك إلى كاليفورنيا في القرن الثامن عشر حدث تقدم مهم في تكنولوجيا الطرق، وقدم مهندسون كثيرة وسائل محسَّنة لإنشاء الطرق وبنائها، كان منهم المهندس John McAdam الذي قدم طريقة mcadam ، وذلك باستخدام الحجارة المكسرة المخلوطة ميكانيكيا والمرصوصة، حيث ترش المواد البيتومينية على سطحها لربط الحصويات ببعضها.وتابع مهندسو الطرق

[١] المرجع رقم (١)

أبحاثهم لتصميم الطرق الحديثة المتينة والاقتصادية الأكثر ربحا وأمانا آخذين بالحسبان العوامل المؤثرة على تطور النقل الطرقي.

١-٢ أهداف وفكرة المشروع : -

تم اختيار هذا المشروع من أجل خدمة المواطنين وتسهيل حركتهم وقضاء حاجاتهم وذلك بسبب الزيادة السكانية والتوسع العمراني في مدينة الخليل ككل و في المنطقة وزيادة عدد الناس والمركبات لتلك المنطقة، لأنها تربط بين عدة شوارع رئيسية ، وكذلك فان الطريق تعتبر حلقة وصل بين شارع الملك فيصل وشارع الأمير حسن في مدينة الخليل ، كما تكمن أهمية المشروع أيضا أن الطريق يمكن الناس من الوصول إلى المناطق المجاورة والبعيدة بأقل تكلفة ووقت ، وسيعمل على إنعاش الأراضي المحيطة بالطريق المقترح، وكذلك تظهر أهمية المشروع أن هذه الطريق هي الأقصر التي تربط بين وسط المدينة ومنطقة عين سارة ، وبعد التنسيق مع بلدية الخليل ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية قمنا بدراسة ومسح وعمل تصميم هندسي وإنشائي للطريق.

تشتمل فكرة المشروع على تخطيط و تصميم الطريق الواصل بين وسط المدينة ومنطقة نمرة (شارع مارلوقا)، وتم في هذا المشروع القيام بكافة الأعمال المساحية اللازمة للتعرف على مسار الطريق وطبيعة التضاريس ودراسة الصخور والتربة وذلك بعمل مسح أولي للمنطقة ، وبعد إجراء كافة الدراسات قمنا بتصميم المنحنيات الرأسية والمنحنيات الأفقية وعمل التوسعة عليهما، ويشمل عمل الميول الجانبية والأفقية لتصريف مياه الأمطار والمياه العادمه، ومن ثم إجراء كافة الحسابات للحفر والردم الذي يلزم لتوقيع الطريق.

وفي النهاية سوف يتم تحديد سماكة الرصفة اللازمة، وإشارات المرور على الطريق، وعمل جدول بالتكاليف اللازمة لتنفيذ المشروع وإضافة مقترحات لتحسين الطريق الذي يقدر طوله ٨٥٠ م.

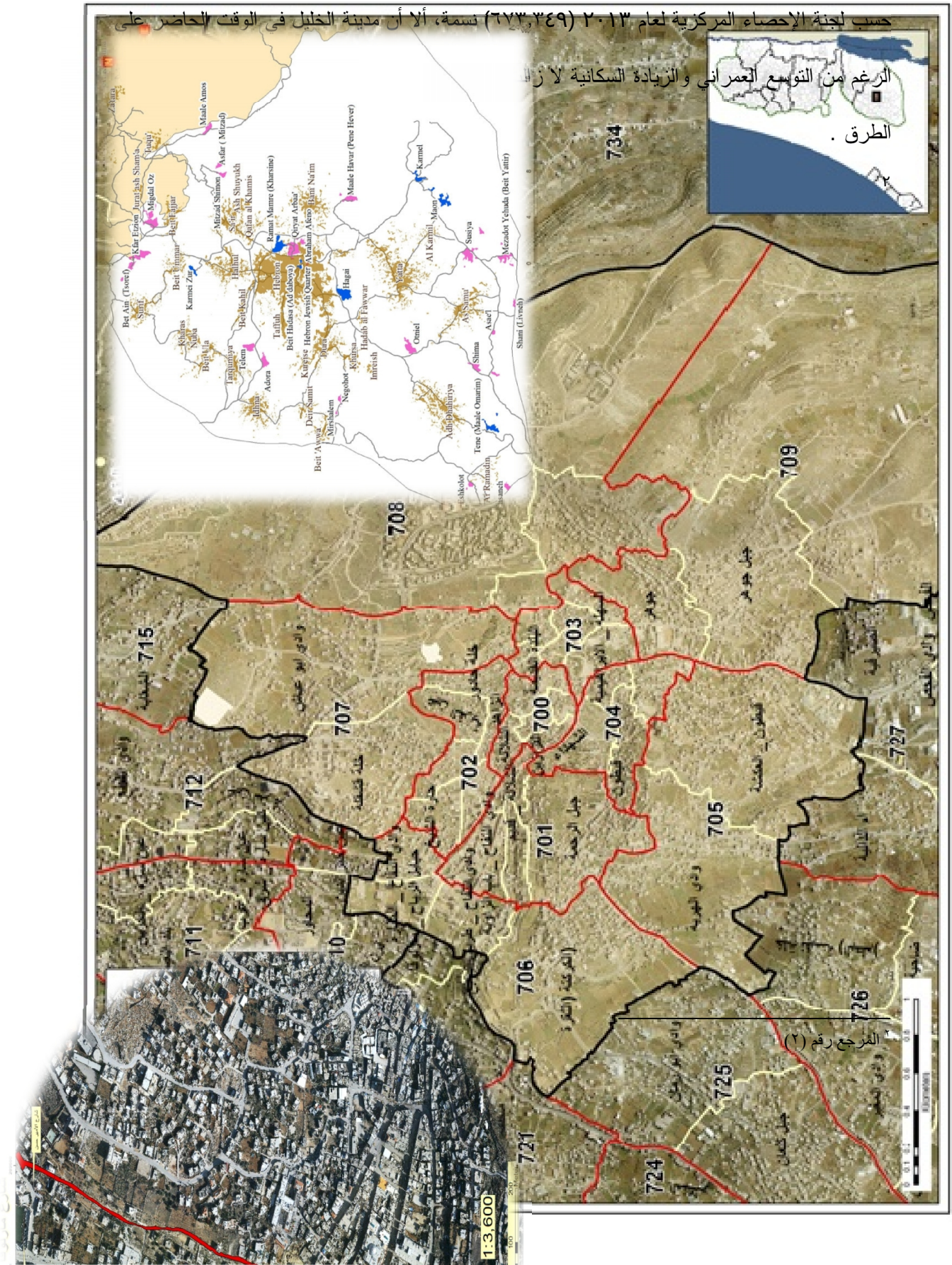
١-٣ الدراسات السابقة :-

منطقة الدراسة كغيرها من المناطق الداخلة ضمن حدود بلدية الخليل شهدت خلال السنوات الماضية العديد من الأعمال الهندسية التي تهدف إلى تطويرها بشكل دائم لتزدهر وتتطور بشكل حضاري يواكب متغيرات العصر واحتياجات السكان في كل وقت. بحيث خضع الطريق فيها إلى أكثر من عملية تخطيط منذ عام ١٩٤٤ وتم عمل مسح للطريق عام ١٩٨٠ ومن ثم في عام ٢٠١٢، ثم فتح الطريق وخضع لمشروع تعبيد بعرض(٦) أمتار في جزء صغير من الطريق، من ثم توقف المشروع جراء مشاكل مع السكان . ومن المتوقع إنشاء الطريق بعرض (14) متر في حال حل المشاكل القائمة.

١-٤ موقع المشروع :-

مدينة الخليل: نشأت مدينة الخليل في موقع له خصائص مميزة ساهمت في خلق المدينة وتطورها ونموها، تقع الخليل في جنوب الضفة الغربية عند التقاء دائرتي عرض ٣١,٢٩' و ٣١,٢٣' شمالا وخطي عرض ٣٥,٤- ٢٥,٧٠° وهذا الموقع جعل الخليل في موقع متوسط نسبيا بالنسبة لفلسطين إلا أنها أقرب إلى الشمال الشرقي منه من الجنوب الغربي، وقد أنشئت المدينة على سفحي جبل الرميدة وجبل الرأس، ترتفع عن سطح البحر تقريبا ٩٤٠م، يصل إليها طريق رئيسي يربطها بمدينة بيت لحم والقدس وطرق فرعية تصلها بالمدن والقرى في محافظة الخليل، تنتشر فيها العديد من المعاهد والجامعات والمستشفيات والمؤسسات الأهلية، وتضم الخليل العديد من الأحياء القديمة والحديثة، و توسعت المدينة خارج أسوار

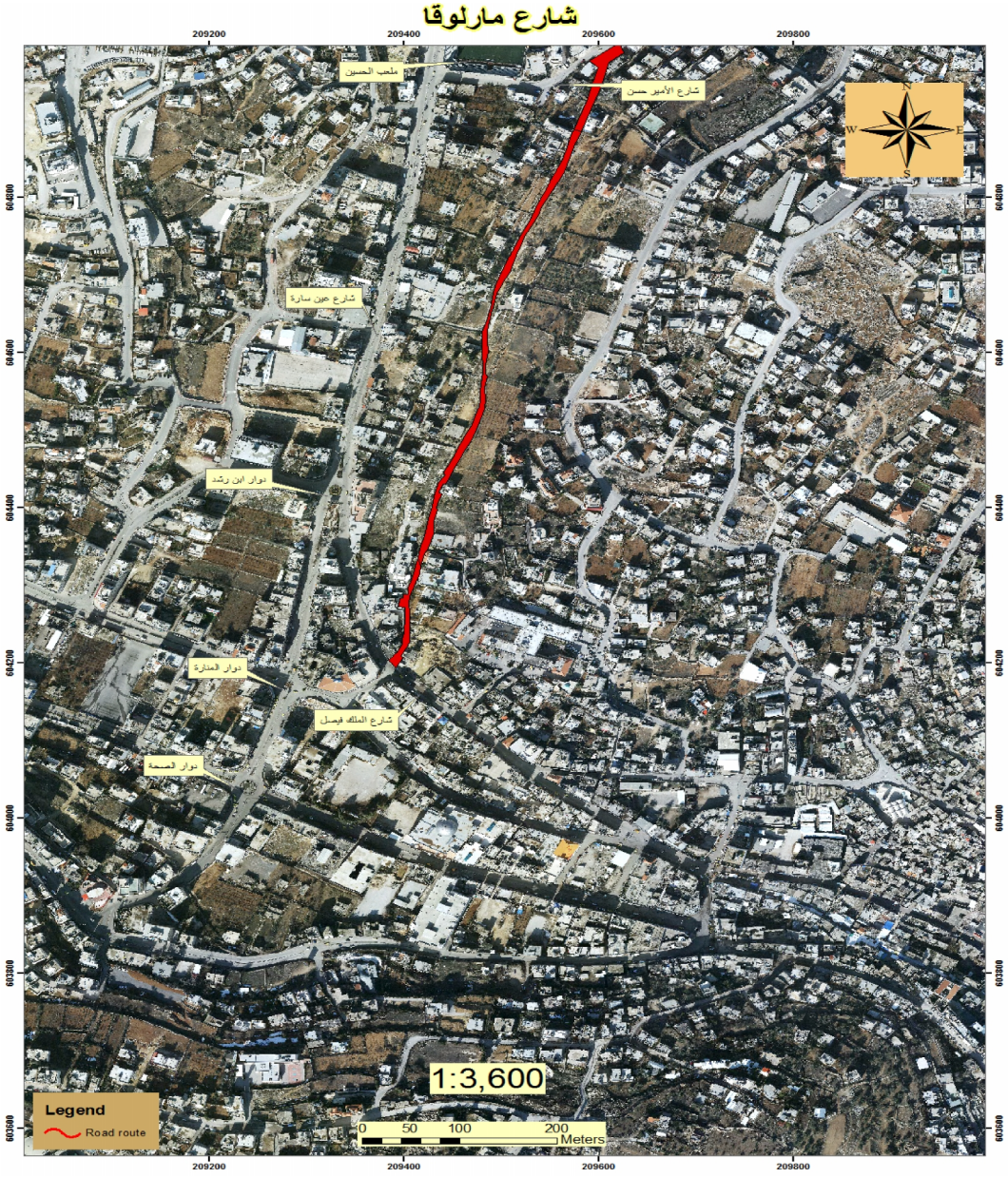
الخليل وامتدت إلى مختلف الاتجاهات، تأسست بلدية الخليل عام ١٩٢٧م فأشرفت على تنظيم المدينة وقامت بإنشاء شبكة مجاري وشقت الطرق وبلغت المساحة العمرانية للمدينة ٢٢٨٠٠ دونم ،ويبلغ عدد سكان الخليل حسب لجنة الإحصاء المركزية لعام ٢٠١٣ (٦٧٣,٣٤٩) نسمة، ألا أن مدينة الخليل في الوقت الحاضر على الرغم من التوسع العمراني والزيادة السكانية لا ز
الطرق .



الشكل رقم (١-١) منطقة الدراسة

١-٤-١ منطقة المشروع :-

تربط المنطقة بشكل عام وشارع مارلوقا بشكل خاص منطقة التربية والتعليم في وسط المدينة مع منطقة نمرة وبذلك يخفف الأزمة المرورية في الشوارع الرئيسية للمدينة ويشكل مخرج من المدينة للمواصلات الخارجية .



الشكل رقم (١-٢) موقع المشروع

١- ٥ طريقة عمل المشروع:-

يعتمد العمل بهذا المشروع على إستراتيجية متبعة وفقا للخطوات التالية:-

١-٥-١ المرحلة الاستكشافية

١- تحديد منطقة المشروع وهي تصميم و تخطيط الطريق الواصل بين شارع الملك فيصل وشـــارع الأمير حسن بالرجوع إلى بلدية الخليل .

٢- زيارة استكشافية لمنطقة المشروع ومعرفة طبوغرافية وتضاريس المنطقة .

٣- إحضار الصور الجوية لمنطقة المشروع و دراستها.

٤- البحث عن المصادر و المراجع التي تتعلق بتصميم الطرق .

٥- التقاط صور فوتوغرافية لمنطقة المشروع و بيان المنحنيات .

١-٥-٢ التصميم الابتدائي

١- بالاعتماد على الزيارات الميدانية ، و باستخدام صور الأقمار الصناعية لمنطقة المشروع ومن خـــلال برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS 10.1) وبرنامج (Civil 3D 2015) قمنـــا باختيـــار المسار المبدئي للطريق واختيار مواقع مناسبة لمحطات المضلع (Traverse) .

٢- بعد اختيار المسار المبدئي للطريق واختيار مواقع مناسبة لمحطات المضلع قمنا بتنزيل هذه المحطات على الطريق باستخدام (Sokkia Set 530R Total Station).

١-٥-٣ المسح الميداني للطريق

١- عمل مضلع لمنطقة المشروع حيث قمنا بتوزيع أربع نقاط (GPS)، و باستخدام جهاز (Total Station) لرصد المحطات وحساب إحداثياتها، و هناك فصل سيوضح حساب المضلع و تصحيحه .

٢- قمنا بعملية الرفع المساحي لكافة التفاصيل الموجودة على الطريق و ذلك بالاعتماد على محطات المضلع التي تم حسابها وتصحيحها باستخدام (Adjustment by Least Squares) وذلك من أجل دقة العمل المساحي.

١-٥-٤ التصميم النهائي للطريق :-

تم بعد عملية الرفع المساحي للطريق التالي :-

١- عمل التخطيط والتصميم بمراحله المختلفة (المنحنيات الأفقية والراسية).

٢- عمل المقاطع العرضية والطولية للطريق.

٣- حساب المساحات والحجوم .

٤- عمل الفحوصات الإنشائية للطريق .

٥- تجهيز جداول الأسعار التقديرية للمشروع.

١-٦ البرامج والأدوات المساحية المستخدمة : -

- جهاز المحطة الشاملة (Total Station).

- برنامج (Civil 3D 2015).
- برنامج (ArcGIS 10.1).
- جهاز (GPS).
- برنامج (Adobe Photoshop).
- برنامج (Google Earth).
- برنامج (adjust).

١-٧ نطاق المشروع:-

١- الفصل الأول: المقدمة.

٢- الفصل الثاني: المضلعات.

٣- الفصل الثالث : المشاكل العوائق في الطريق .

٤- الفصل الرابع : التصميم الهندسي للطريق.

٥- الفصل الخامس : العد المروري.

٦- الفصل السادس: الفحوصات المخبرية والتصميم الإنشائي للطريق.

٧- الفصل السابع : كميات الحفر والردم والطبقات الانشائية للطريق.

٨- الفصل الثامن : التكلفة الكلية المشروع .

٩- الفصل التاسع : النتائج والتوصيات .

تجهيز التقرير النهائي																
الرسم بالحاسوب																

النشاط / الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
اختيار المشروع																
المساحة الاستطلاعية																
أعمال المساحة والمضلعات																
تحليل ودراسة العوائق																
الرفع المساحي																

جدول رقم (١-١) الجدول الزمني لمقدمة المشروع

النشاط / الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
العمل الميداني																
التصميم الأفقي والرأسي للطريق																
التصميم الإنشائي للطريق																
الرسم بالحاسوب																
العد المروري																
حساب المساحات والحجوم																
حساب التكلفة النهائية للمشروع																
تجهيز التقرير النهائي																

جدول رقم (١-٢) الجدول الزمني للمشروع

الفصل الثاني

٢

المضلعات

الفصل الثاني

المضلعاتTraverse

٢-١ مقدمة:

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

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

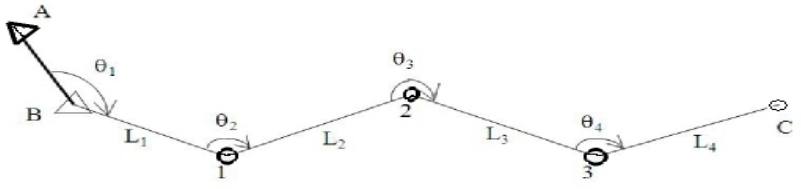
ويعود الهدف في إنشاء المضلعات في تعين إحداثيات (تحديد مواقع) نقاط جديدة انطلاقا من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو نقاط يتم وضعها بواسطة (GPS) وهو من الأجهزة الحديثة وهو جهاز يستخدم لإيجاد إحداثيات نقطة ما أو أي طريقة أخرى مثل طريقة Intersection أو طريقة Resection.

٢-٢ أنواع المضلعات (Types of Traverses):

هنالك الكثير من المسميات المختلفة للمضلعات، سنذكر أبرزها:

٢-٢-١ المضلع المفتوح (Open Traverses):

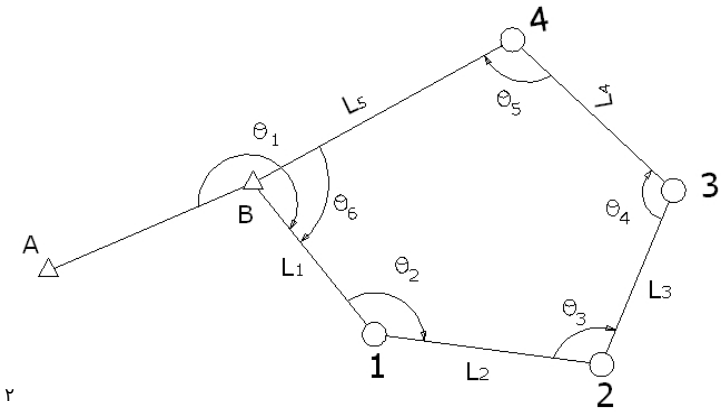
[1]يطلق هذا الاسم على كل مضلع غير مغلق الشكل (أو الأضلاع) حيث يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بالغلق أو القفل على نقطتين أخريين غير معلومتي الإحداثيات، كما في الشكل(٢-١):



[1] المرجع رقم (٣)

٢-٢-٢ المضلع المغلق (Closed Traverses):

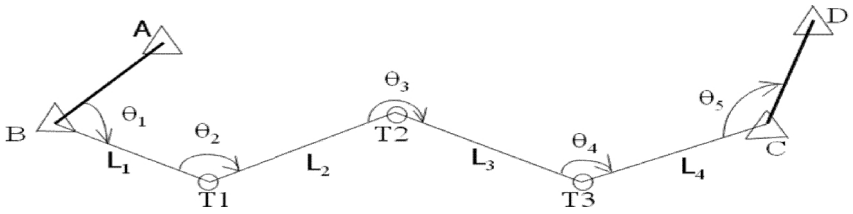
في هذا النوع من المضلعات، يكون المضلع مغلقا من حيث عدد الأضلاع أو الشكل الخارجي، حيث يبتدئ بالربط على نقطتين معلومتي الإحداثيات ثم ينتهي بالغلق على ذات النقطتين فيسمى(Closed loop traverses) كما في الشكل (٢-٢)



[٢]

الشكل (٢-٢) المضلع المغلق

أو على نقطتين جديدتين فيسمى (Closed traverses or link traverses) وهذا النوع الذي قمنا باستخدامه في وهذا المشروع ، كما في الشكل (٢-٣)



[٣]

الشكل(٢-٣)Closed traverses or link traverses

[٢] المرجع رقم (٣)
[٣] المرجع رقم (٣)

حيث قمنا باستخدام جهاز (Trimble GPS) في وضع أربع نقاط (اثنتين في البداية واثنتين في النهاية) وقمنا بقياس الزاوية الأفقية والمسافات الأفقية بين كل محطة باستخدام جهاز(Total station).

٢-٣ متطلبات الدقة لأعمال المضلعات (Accuracy Standards for Traverse):

يبين جدول (٢-١) متطلبات الدقة لأعمال المضلعات والتي يمكن الاستئناس بها في الحكم على دقة ونوعية القياسات الميدانية، حيث هنالك عدة درجات متفاوتة، تعتبر المرتبة الثالثة هي الأكثر شيوعا على نطاق المشاريع ذات المساحة المحدودة، أما المشاريع الهندسية الكبرى مثل قياس إزاحة المنشآت وغيرها فتحتاج إلى المرتبة الأولى.

جدول رقم (٢-١): متطلبات الدقة لأعمال المضلعات

	المرتبة الأولى First Order	المرتبة الثانية Second Order		المرتبة الثالثة Third Order	
		صنف أول Class I	صنف ثاني Class II	صنف أول Class I	صنف ثاني Class II
عدد الأضلاع غير معلومة الانحراف يجب أن لا يتجاوز	5 -6	10 - 12	15 - 20	20 -25	30 - 40
مقدار العد الأدنى لقراءة الزوايا الأفقية	0.2"	10"	10"	10"	10"
عدد القراءات (عدد مرات الرصد)	16	12	8	4	2
الخطأ المعياري في قياس المسافات	1/600 000	1/300 000	1/20 000	1/60 000	1/30 000
خطأ القفل في الانحراف عند خطوط أو نقاط التحقق يجب أن لا يتجاوز	1.0"/sat Or 2"√N	1.5"/sat Or 3"√N	2.0"/sat Or 6"√N	3.0"/sat Or10"√N	8"/sat Or 30"√N
خطا القفل في الموقع بعد تصحيح الانحراف يجب أن لا يتجاوز	0.04m√K Or	0.08m√K Or	0.2m√k Or	0.4√K Or	0.88√k Or

	1:100 000	1:50 000	1:20 000	1: 10 000	1: 5000 [٤]

والجدول رقم (٢ -٢) يبين قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية.

جدول رقم (٢-٢): قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية

	Allowable error	
	Important area (example : urban area)	Less important area (Example : rural area)
Measured distance Measured angles	L= .0005l +.03 m $\Delta = 60"\sqrt{n}$	$\Delta L = .0007l + .03m$ $\Delta = 90"\sqrt{n}$
Closer error	$€ = .0006\sum l + .20m$	$€ = \sum l + .20m.0009$
n=number of measured angles,	Where L= measured length, Δ= angle closure error in second [٥]	

٢-٤ عملية إنشاء مضلع في الطبيعة تطلبت منا القيام بعدة خطوات[٦]:

٢-٤-١ عملية الاستكشاف للمنطقة

[٤] المرجع رقم (٤)
[٥] المرجع رقم (٤)
[٦] المرجع رقم (٤)

الغرض من عملية الاستكشاف هو التعرف على المنطقة التي سيتم إنشاء مضلع بها وتكوين فكـــرة شاملة عنها ،ومواقع التفاصيل داخلها بالنسبة لبعضها البعض وبالنسبة لحدودها ،وما تحتويه من معالم طبيعية وصناعية مثل المباني والشوارع والمناهل حيث توجهنا إلى الموقع وتم تصويره بهدف التعرف على المنطقة .

٢-٤-٢ رسم كروكي عام للمنطقة

بعد إجراء عملية الاستكشاف للمنطقة يتم التجول فيا مرة أخرى ورسم كروكي شامل يبين جميـــع التفاصيل الطبيعية والصناعية، ولا يشترط أن يرسم الكروكي بمقياس رسم معين او بأدوات هندسية بل يكفي ان يكون مرسوما بإتقان وممثلا للطبيعة بقدر الإمكان مع ملاحظة الجهات الأصلية أثناء الرسم.

ويراعى عند رسم كروكي المنطقة ما يلي:

١.أن يكون بالقلم الرصاص الخفيف ليتيسر عمل التغيرات التي يتضح عدم مطابقتها للطبيعة.

٢.أن يكون الكروكي واضحا بدرجة تسمح بيان التفاصيل.

٣.أن توضح بقدر الإمكان الإشارات الاصطلاحية لبيان نوع التفاصيل على هذا الكروكي.

٤.أن يوضح اتجاه الشمال على الكروكي.

٥.أن توقع النقاط المختارة للمضلع على هذا الكروكي.

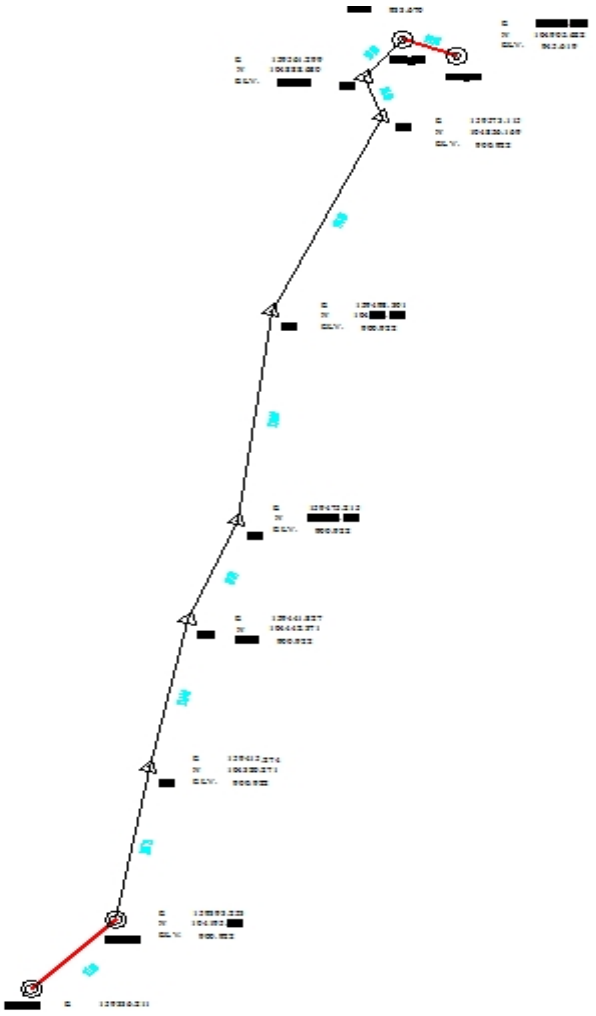
حيث تم رسم كروكي لمنطقة المشروع تبين الشارع وأعمدة الكهرباء ، وأعمدة التلفون ، والمواقع المهمة مثل المساجد، والمدارس ،والمصانع ،والمنازل التي تقترب من الشارع.

٢-٤-٣ اختيار نقاط المضلع

وهناك بعض الشروط الواجب مراعاتها عند اختيار نقاط المضلع وهو ما يلي:

شروط اختيار نقاط المضلع:

- أن تكون عدد النقاط أقل ما يمكن وقدر الحاجة إليه.
- أن تكون النقاط في أماكن مكشوفة قدر الإمكان ويسهل العثور عليها عند الرغبة في البحث عنها لاستعمالها.
- أن ترى كل نقطة النقطة السابقة واللاحقة.
- أن تكون أطوال خطوط الأضلاع متماثلة قدر الإمكان.
- يتم اختيار النقاط بحيث تشكل فيما بينها مثلثات زواياها بين ٣٠,١٢٠ تقريبا، وذلك لان المثلثات ذات الزوايا الحادة جدا أو المنفرجة جدا يكون رسمها مصحوب بأخطاء دائما.
- يتم اختيار النقاط بحيث تكون الخطوط الواصلة بينها أقرب ما يمكن من التفاصيل ومن حدود المنطقة المرفوعة، بحيث لا تبعد أي نقطة من التفاصيل المأخوذة عن ٣٠متر من أي خط من خطوط المضلع.
- يتم اختيار النقاط بحيث تكون في مواقع يصعب إزالتها، فلا تكون في ارض رخوة أو تتعرض لحركة المرور أو عرضة للعبث بها.حيث تم مراعاة هذه النقاط على القدر المستطاع به بما يتلاءم مع الطبيعة للطريق ومنطقة المشروع.



الشكل (٢-٤) رسم توضيحي للمضلع

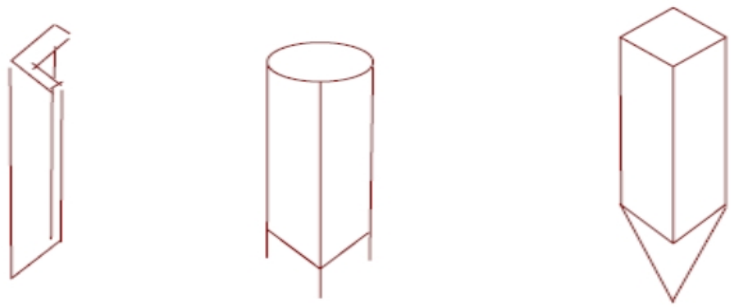
٢-٤-٤ تثبيت نقاط المضلع

بعد اختيار مواقع نقاط المضلع تثبت هذه النقاط بأوتاد خشبية في الأرض وتكون بارزة قليلا،إما في الأراضي الحجرية أو المرصوصة فيتم تثبيت زوايا حديدية أو مسامير تكون رؤوسها في مستوى سطح الأرض.

الأوتاد الخشبية المستخدمة في تثبيت المضلع عادة تكون بطول (٢٠-٣٠سم) تقريبا ومقطعها إما أن تكون مربعا طول ضلعه (٣-٤سم) او مستديرة بقطر حوالي 5سم، أما الزوايا الحديدية فتكون استخدمت في

الأراضي الصلبة وبطول (٥٠-٦٠سم) إذا ما استخدمت في ارض قليلة الصلابة ومقطع الزاوية المستخدمة ٣سم*٣سم*١سم وحتى 0سم *0سم *١سم.

الشكل التالي يوضح بعض أشكال الأوتاد التي تستخدم في تثبيت نقاط المضلع.



الشكل (٢-٥) الأوتاد التي تستخدم في تثبيت نقاط الربط في الميدان.

وبعد الانتهاء من اختيار وتثبيت نقاط المضلع في الطبيعة توقع مواضعها على الكروكي العام بالتقريب، ويتم التوصيل بينها على الكروكي بلون مختلف للون الذي رسم به الكروكي وذلك للحصول على شكل المضلع المستخدم، وترقيم نقطة المضلع بالأرقام والحروف.

وبعد اختيار وتثبيت نقاط المضلع في الطبيعة تأتي الخطوة الخامسة لعملية إنشاء المضلع وهي:

٢-٤-٥ عمل كرت وصف لنقاط المضلع

وهو توضيح لما يحيط بالنقطة توضيحا مكبرا، ونختار موضعين ثابتين (الأفضل ثلاثة)، ثم تقاس الأبعاد بين المواضع الثابتة ونقطة المضلع المراد عمل كرت وصف لها ،وتسجل الأبعاد على كرت الوصف

حتى إذا أزيلت النقطة أو لم يستدل عليها فيما بعد يمكن تحديد موقعها مرة أخرى ،ومن الأفضل أن تكون الأبعاد في اتجاهات متعامدة مع بعضها .

حيث تم تحديد نقاط التحكم (control point) المحيطة بالمنطقة والتي أخذت من نقاط لمعاملات الطابو من معتمدة في دائرة المساحة، والتي تم إيجادها عن طريق نظام تحديد المواقع بالأقمار الصناعية (GPS) والبعض الأخر عن طريق المضلعات، أول التقاطع الأمامي (Intersection) أو التقاطع الخلفي (Resection).

٢-٤-٦ قياس المضلع (Traverse Measurement)

تم الاعتماد على طريقة المضلع الموصول (Link Traverse) لحساب إحداثيات نقاط الربط الجديدة حيث تم استخدام جهاز المحطة الشاملة (Total Station) لقياس المسافات والزوايا، وتم الاعتماد على أسلوب التكرار.

٢-٤-٦-١ القراءات التي تم رصدها في الميدان:

الجدول التالي (٢-٣)يظهر القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الزاوية الأفقية والعمودية والمسافة الأفقية والمائلة لكل محطة ثلاث مرات وذلك للحصول على دقة عالية.

جدول رقم (٢-٣):قراءات الرصد ومتوسط القراءات

No	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance	Zenith Angle			Slope Distance
				°	'	"		°	'	"	

							(m)				(m)
1	1000	2000	1	145	30	57	126.739	81	34	30	128.122
2				145	30	56	126.747	81	34	31	128.130
3				145	30	30	126.739	81	34	29	128.122
Average				145	30	47.6	126.741	81	34	30	128.124
Instrument height (m)		1.59									

No	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance (m)	Zenith Angle			Slope Distance (m)
				°	'	"		°	'	"	
1	2000	1	2	182	16	03	124.977	85	47	58	125.314
2				182	15	42	124.986	85	47	44	125.323
3				182	15	18	124.990	85	47	41	125.727
Average				182	15	41	124.984	85	47	47.67	125.454
Instrument height (m)		1.56									

No	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance (m)	Zenith Angle			Slope Distance (m)
				°	'	"		°	'	"	

1	1	2	3	190	07	00	87.698	85	57	46	87.916
2				190	06	37	87.697	85	57	42	87.915
3				190	07	25	87.701	85	57	44	87.919
Average				190	07	0.67	87.698	85	57	43.33	87.916
Instrument height (m)	1.565										

No	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance (m)	Zenith Angle			Slope Distance (m)
				°	'	"		°	'	"	
1	2	3	4	165	14	33	174.032	90	35	26	174.041
2				165	14	37	174.048	90	35	29	174.057
3				165	13	44	174.042	90	35	18	174.051
Average				165	14	18	174.040	90	35	24.33	174.049
Instrument height (m)	1.53										

No	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance (m)	Zenith Angle			Slope Distance (m)
				°	'	"		°	'	"	
1	3	4	5	197	23	52	176.889	87	45	50	177.024
2				197	24	00	176.902	87	45	47	177.037
3				197	23	37	176.906	87	46	13	177.040
Average				197	23	49.6	176.899	87	45	56.67	177.033
Instrument height (m)	1.49										

No	From	ST	To	Horizontal Angle	Horizontal	Zenith Angle	Slope

				°	'	"	Distance (m)	°	'	"	Distance (m)
1	4	5	6	135	00	49	34.616	91	10	52	34.623
2				134	59	50	34.618	91	10	38	34.625
3				135	00	38	34.617	91	10	35	34.624
Average				135	00	25.67	34.617	91	10	41.67	34.624
Instrument height (m)			1.50								

No	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance (m)	Zenith Angle			Slope Distance (m)
				°	'	"		°	'	"	
1	5	6	3000	239	06	46	39.601	95	12	55	39.766
2				239	06	03	39.619	95	12	40	39.784
3				239	06	18	39.629	95	12	02	39.793
Average				239	06	22.33	39.616	95	12	32.33	39.781
Instrument height (m)			1.54								

No	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance	Zenith Angle			Slope Distance
				°	'	"		°	'	"	

							(m)				(m)
1	6	3000	4000	251	01	18	39.911	73	05	16	41.715
2				251	01	10	39.899	73	05	23	41.702
3				251	01	36	39.913	73	05	32	41.716
Average				251	01	21.33	39.907	73	05	23.67	41.711
Instrument height (m)		1.51									

كانت المسافات والزوايا التي تم رصدها في الميدان قريبة من بعضها وهذا دليل على أن القراءات كانت دقيقة حيث تم التصفير على كعب الشاخص ،وإذا كان كعب الشاخص غير ظاهر فتم التصفير على الشاخص بعـد ضبطه عموديا بواسطة (hand level)حيث أن هذا الإجراء يساعد بشكل كبير في إعطاء قراءة صحيحة .

٢- ٥ حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح:

يتم حساب الانحراف للخطوط بناءا على العلاقة التالية:

$$\overline{1000,2000} = (\tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N}) + C \text{.....2.1}$$

Example:

♠ $AZ_{1000,2000} = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} + C$

$$\text{AZ}_{1000,2000} = \tan^{-1}\frac{159393.253 - 159336.212}{104195.489 - 104137.442} = 44\ 29\ 57.06$$

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

Δ Easting = Horizontal Distance × sin (Azimuth) | Δ Northing = Horizontal Distance ×cos (Azimuth)

Easting = Easting B + Δ easting

Northing =Northing B + Δ northing

Example for Station 1:

Δ Easting =126.741 ×sin(10 00 44.66) = 22.035

Δ Northing = 126.741 ×cos(10 00 44.66) =124.810

Easting = 159393.253+ 22.035= 159415.288 m

Northing = 104195.489+ 124.810=104320.299 m

لقد تم حساب الإحداثيات غير المصححة يدويا كما هو موضح في الجدول (٢ – ٤)

جدول(٢-٤): الإحداثيات غير المصححة

St number	Correct coordinate X	Correct coordinate Y
1	159415.288	104320.299
2	159441.857	104442.426
3	159475.263	104523.512
4	159498.368	104696.011
5	159573.202	104856.302
6	159561.381	104888.838

لقد تم تصحيح المضلع بناءا على إحداثيات معلومة و صحيحة تم أخذها بواسطة جهاز (GPS) و

الجدول (٢-٥) يشمل هذه الإحداثيات :

جدول (٢-٥) إحداثيات النقاط المأخوذة بواسطة GPS

Trig name	Easting (m)	Northing (m)
1000	159336.211	104137.442
2000	159393.253	104195.489
3000	159586.292	104919.380
4000	159623.746	104905.622

٢-٦ الخطأ في الزوايا والمسافات المرصودة (errors in angle and distance)

جميع الأرصاد في الأعمال المساحية تحتوي على أخطاء من مصادر مختلفة، وتكون هذه الأخطاء تراكمية، وينتج عن هذه الأخطاء خطأ القفل في المسافات والزوايا عند رصد المضلعات، ويمكن حصر مصادر هذه الأخطاء بثلاث أخطاء رئيسية، الأول خطا عدم تمركز الجهاز، الثاني خطا في رصد الزوايا، الثالث خطا في رصد المسافات.

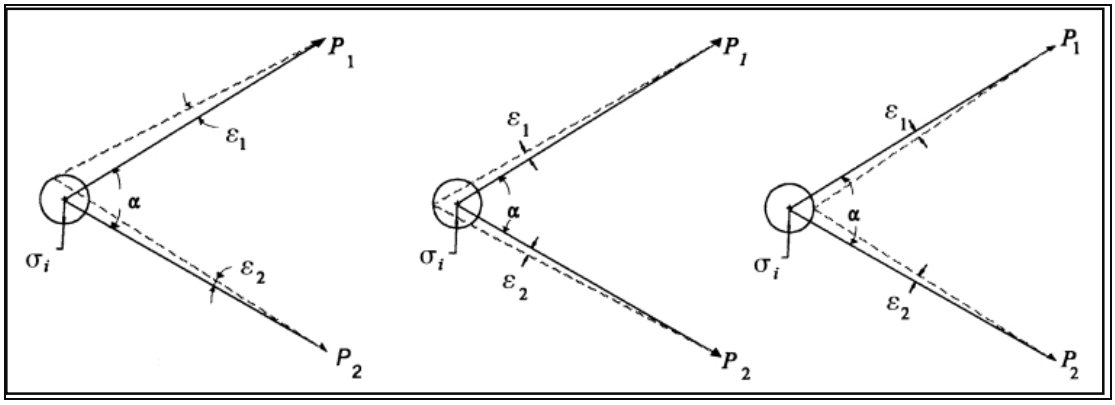
٢-٦-١ خطأ عدم تمركز الجهاز

يؤثر خطا عدم تمركز الجهاز على قراءة الزوايا والمسافات معا، ويعتمد مقدار هذا الخطأ على دقة ضبط الراصد للجهاز سواء كان جهاز القياس أو العاكس، ولذلك يمكن تقسيم هذا الخطأ إلى خطأين الأول خطا عدم تمركز جهاز القياس والثاني خطا عدم تمركز العاكس.

وتعتبر هذه الأخطاء أخطاء عشوائية حيث يمكن التقليل منها بإعادة القياسين خلال التبادل بين الجهاز والعاكس في احتلال كل من طرفي خط القياس.

٢-٦-٢ خطأ عدم تمركز جهاز الرصد

وهو عبارة عن عدم تمركز جهاز القياس تماما فوق محطة الرصد، في كل محطة يجب عمل تسامت للجهاز وهذا التسامت يمكن أن يحتوي على خطا في تحديد موقع مركز الجهاز، وهذا الخطأ يعتمد على نوعية الجهاز وعلى نوعية حامل الجهاز ووضوح الرؤيا للمسامت وعلى دقة التسامت وعلى مهارة الرصد، والشكل (٢-٥) يوضح ذلك.



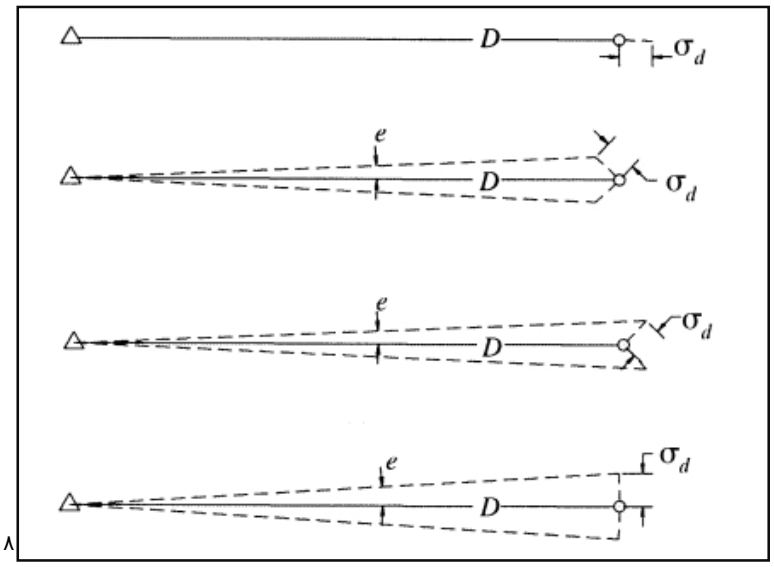
[٧]

الشكل (٢-٦) الخطأ في عدم تمركز جهاز القياس

٢-٦-٣ خطا عدم تمركز العاكس

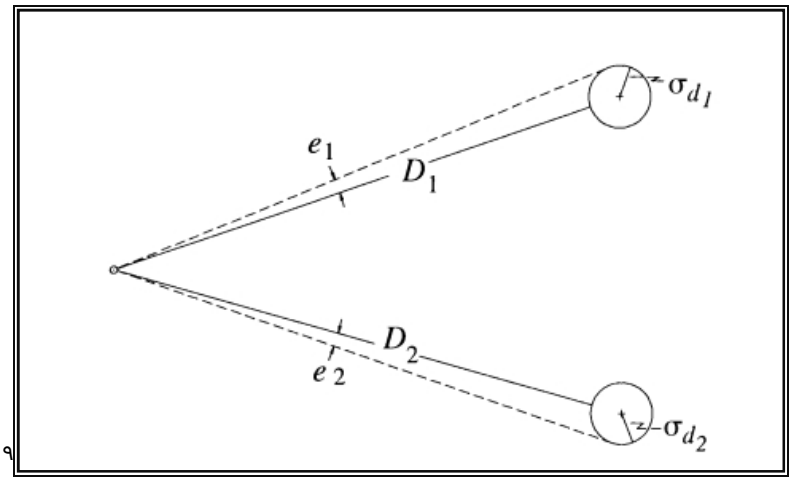
وينشأ هذا الخطأ عن عدم تمركز العاكس تماما فوق المحطة المرصودة، فعند وضع العاكس على النقطة المرصودة بالضبط وتكون فقاعة العاكس الأفقية مضبوطة فهذا يدل على انطباق خطوط الشاقول مع مركز العاكس وبذلك، يمكن تجنب خطا عدم تمركز العاكس. والشكل (٢-٦) يبين خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاه واحد، وعندما يكون الخطأ في اتجاهين يكون الخطأ أكبر والشكل (٢-٧) يوضح ذلك.

[٧] المرجع رقم (٥)



[٨]

الشكل (٢-٧) خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاه واحد.



[٩]

الشكل (٢-٨) خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاهين.

الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة من نـــوع Sokkia Set 530R Total Station وقيم الأخطاء في هذا الجهاز هي كالتالي:

- الخطأ في الزاوية angular error = 5"
- الخطأ في المسافة distance error = ±3 mm + 2ppm

[٨] مرجع رقم (٥)
[٩] مرجع رقم (٥)

٢-٦-٤ الأخطاء في المسافات Error in Angle:

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....2.2}$$

حيث أن:

σ_D : الخطأ في المسافة المقاسة

σ_i : الخطأ في ضبط الجهاز

σ_t : الخطأ في وضعية العاكس

a, b : معاملات الجهاز

٢-٦-٥ Instrument Centering Error :

وهذا الخطأ يكون بالعادة ناتج عن الأسباب التالية:

- دقة الجهاز The Quality of Instrument
- دقة الحامل The Quality of Tripod
- ومهارة الراصد الذي يعمل على الجهاز The Skill of the Observer
- الظروف البيئية.

٢-٦-٦ أخطاء التوجيه (Target Centering):

وهذه الأخطاء تكون ناجمة عن وضع العاكس بشكل غير قائم ويقدر هذا الخطأ بقيمة ٢ ملم

a, b وهذه معاملات الجهاز والتي يتم الحصول عليها من الكتيب المرافق حيث أن:

$3mm \pm 2ppm = a, b$

مثال على تصحيح الأخطاء في المسافات:

المسافة المقاسة ما بين المحطة 2000, 1 تساوي 126.741 م

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....2.3}$$

$$\sigma_D = \sqrt{(0.002)^2 + (0.002)^2 + (0.003)^2 + (126.741 \times 0.000002)^2} = 0.004m$$

والجدول التالي(٢-٦) يشمل معدل المسافات المقروءة بين المحطات ومقدار الخطأ في كل مسافة:

جدول(٢-٦):معدل المسافات المقروءة بين المحطات ومقدار الخطأ في كل مسافة

Line	Distance (m)	$\sigma_D(m)$
2000 – 1	126.741	0.004
1 – 2	124.984	0.004
2 – 3	87.698	0.004
3 – 4	174.040	0.004
4 – 5	176.899	0.004
5 – 6	34.617	0.004
6 – 3000	39.616	0.004

٢-٦-٧ الأخطاء في قياس الزوايا:

إن الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة، لذلك فان الأخطاء في الزوايا يمكن جمعها ضمن خطا واحد ناتج عن ما يلي:

- أخطاء في التوجيه Pointing Errors
- أخطاء في القراءة Reading Errors

والخطأ الناتج عنهما من الممكن حسابه وفق العلاقة التالية:

$$\sigma_{\alpha pr} = \frac{2\sigma_{DIN}}{\sqrt{n}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2.4$$

حيث أن:

$\sigma_{\alpha pr}$: هو الخطأ الناتج عن التوجيه والقراءة.

σ_{DIN}: الخطأ الناتج عن جهاز المحطة الشاملة.

n: عدد مرات التكرار

وقيمة هذا الخطأ تكون ثابتة تقريبا لجميع الزوايا وتساوي

$$\sigma_{\alpha pr} = \pm \frac{2 \times 5''}{\sqrt{3}} = 5.77 \ldots\ldots\ldots .2.5$$

وهذا الخطأ مسموح حسب جدول المواصفات التالي حيث تم اعتماد(Less Important Area)

جدول رقم (٢-٧) قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية.

	Allowable error	
	Important area (example : urban area)	Less important area (Example : rural area)
Measured distance Measured angles	L= .0005l +.03 m Δ $\Delta = 60''\sqrt{n}$	$\Delta L = .0007l + .03m$ $\Delta = 90''\sqrt{n}$

$\epsilon = \sum l + .20m.0009$	$\epsilon = .0006\sum l + .20m$	Closer error
Δ= angle closure error in second Where L= measured length, n=number of measured angles,[١٠]		

٢-٧ تصحيح الأخطاء في الإحداثيات:

هناك أكثر من طريقة لتصحيح إحداثيات المضلع منها:

- Least Square Method. (By Adjust program)

- Bowditch Rule.

لقد استخدمنا الطريقة الأولى في التصحيح و ذلك لأنها أدق طريقة وتصحح كل إحداثي حسب الخطأ الموجود فيه وكذلك تعطي معلومات عن مدى الدقة في المضلع، حيث تم تصحيح الإحداثيات باستخدام برنامج(Adjust).

١-٧-٢ Least Square Method

المعادلة الرئيسة

$$X = (A^T A)^{-1} A^T L \ldots\ldots\ldots\ldots 2.6$$

حيث أن:

X :Unknown matrix

L :Observation matrix

V :Variance matrix

[١٠] مرجع رقم (٣)

والصيغ التالية عبارة عن المصفوفات العامة لهذه الطريقة وقد تم تحديد صيغ المشـــتقات والرتـــب للمصفوفات بناء على القراءات التي تم رصدها في الميدان والمجاهيـــل المـــراد حسـابها (إحـــداثيات المحطات):

The Jacobean Matrix A:

$$A=\begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_2} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_6} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_6} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_2} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_6} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_6} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{21}}{\partial dx1}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dy2}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dx2}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dy2}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dx5}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dy5}) \\ (\frac{\partial F_{22}}{\partial dx1}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dy2}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dx2}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dy2}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dx5}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dy5}) \\ & & & & & & \end{bmatrix}_{15*12}^{11}$$

عدد الصفوف يمثل عدد المعادلات

عدد الأعمدة يمثل عدد المجاهيل (الإحداثيات)

F: - Distance between stations

[11] مرجع رقم (٥)

Distance observation reduction ٢-٧-٢

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad \text{.....2.7}$$

Linearization:

Taking the derivatives of last equation:

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

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

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

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

Angle observation reduction ٣-٧-٢

$$\theta = Az_{IF} - Az_{IB}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \quad \text{.....2.8}$$

Taking the derivatives of the last equation:

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

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

The Observation Matrix L:

$$L=\begin{bmatrix} F_1-F_{1_0} \\ F_2-F_{2_0} \\ F_3-F_{3_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots F_6-F_{6_0} \end{bmatrix}_{15\times 1}$$ 12

The Weight Matrix W:

$$W=\begin{bmatrix} (\sigma F_1)^2 & & & & & & \\ & (\sigma F_2)^2 & & & & & \\ & & (\sigma F_3)^2 & & & & \\ & & & \ddots & & & \\ & & & & \ddots & & \\ & & & & & \ddots & \\ & & & & & & (\sigma F_6)^2 \end{bmatrix}_{15*15}$$

The Unknowns Matrix X:

$$X=\begin{bmatrix} dx_1 \\ dy_1 \\ dx_2 \\ dy_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_6 \\ dy_6 \end{bmatrix}_{12\times 1}$$

[12] مرجع رقم (٥)

The Variance Matrix V:

$$V=\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ V_{14} \\ V_{15} \end{bmatrix}_{15\times 1}$$

ولقد تم استخدام الإحداثيات غير المصححة كقيم ابتدائية في عملية الحل (Y_0, X_0)

$$X = X_0 + dx$$
$$Y = Y_0 + dy \quad \text{.....3.9}$$

٢- ٨النتائج:

قيم الأخطاء الناتجة

من المعروف أن نسبة الخطأ المقبولة في نظام دائرة المساحة في فلسطين داخل المدن هي

60*√(n) حسب جدول رقم(٢-٢).

فتكون نسبة الخطأ المسموحة في مشروعنا =49.71 02 00

ويظهر أن الــ (Angular error) اقل من ذلك ونسبة الخطأ مقبولة مقارنة مع جدول أخر.

بعد إدخال القراءات التي تم رصدها إلى برنامج(Adjust) ،ظهرت النتائج التالية: -

الجدول التالي (٢-٨) يظهر قيم المسافات المصححة ومقدار الدقة في كل مسافة:

جدول(٢-٨): المسافات المصححة ومقدار الدقة في كل مسافة

Line	Adjusted Distance (m)	S
2000-1	126.710	0.0424
1-2	124.953	0.0424
2-3	87.667	0.0424
3-4	174.010	0.0424
4-5	176.869	0.0425
5-6	34.592	0.0435
6-3000	39.588	0.0429

الجدول التالي(٢-٩) يظهر قيم الزوايا المصححة **ومقدار الدقة** في كل زاوية

جدول(٢-٩): الزوايا المصححة ومقدار الدقة في كل زاوية

From	Station	To	H. angle	S"
1000	2000	1	145°30'31.10"	83.219
2000	1	2	182°15'38.13"	84.768

1	2	3	190°07’04.18"	99.555
2	3	4	165°14’13.89"	97.429
3	4	5	197°23’58.98"	79.083
4	5	6	135°00’05.66"	179.158
5	6	3000	239°07’27.34"	202.789
6	3000	4000	251°01’13.23"	190.267

وبعد إجراء العمليات الحسابية حسب العلاقة الرئيسية باستخدام برنـامج (Adjust) تـم الحصـول علـى الإحداثيات المصححة التي تظهر في الجدول التالي-:

جدول (٢-١٠): الإحداثيات المصححة

Station	Easting (m)	Northing (m)	Std Dev Nth	Std Dev Est
1	159415.274	104320.271	0.0428	0.0508
2	159441.827	104442.371	0.0564	0.0868
3	159475.215	104523.431	0.0619	0.0949
4	159498.301	104695.902	0.0606	0.0784
5	159573.115	104856.169	0.0525	0.0554
6	159561.299	104888.680	0.0402	0.0395

وما يلي تقرير برنامج (Adjust) للقيم التي تم تصحيحها:

Number of Control Stations = 4

Number of Unknown Stations = 6

Number of Distance observations = 7

Number of Angle observations = 8

Iterations = 2 Redundancies = 3

Reference Variance = 109.162

Reference So = ±10.4

Possible blunder in observations with Std.Res. > 34.374

الفصل الثالث

٣

المشاكل والعوائق في الطريق

الفصل الثالث

المشاكل والعوائق في الطريق

٣- ١ مقدمة :

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

٣- ٢ تعريف بالمشاكل والعوائق :

- تجمع واصطفاف المركبات في الطريق .
- الاختناقات المرورية عند تقاطع الطريق .
- تشقق الإسفلت في الجزء المعبد من الطريق .
- اعتراض المباني لتوسعة الطريق .
- استملاك الأراضي من قبل المواطنين .
- انحدار الطريق .

٣-٣ تجمع واصطفاف المركبات في بداية الطريق :

٣-٣-١ توضيح المشكلة :

نظرا للموقع الحيوي للطريق والمتمثل بوقوع بدايته بالقرب من المنطقة التجارية في المدينة فيقوم العديد من التجار والمتسوقين بوضع مركباتهم على جانب الطريق باعتباره مصف امن لهم وبعيد عن عامة الناس ونظرا لقلة استخدام الطريق من قبل المركبات كونه لا ينفذ إلى أي اتجاه ، مما سبب صعوبة في عملية الرفع التفصيلي للطريق وصعوبة العمل به ،وصعوبة التنقل في الطريق.

والشكل التالي يبين اصطفاف العدد الكبير من المركبات في الطريق :

الشكل (٣-١) اصطفاف السيارات في بداية الطريق (٢٠١٤/١١/١٩)

٣-٣-٢ الحلول المقترحة :

قيام الجهات المختصة بتأمين مواقف خاصة للسيارات ، وان يكون في كل مجمع تجاري مصف خاص (parking) ، والعمل على نشر التوعية بين أفراد المجتمع لمنع هذه الظاهرة .

٣-٤ الاختناقات المرورية عند تقاطع الطريق :

٣-٤-١ توضيح المشكلة :

تعاني منطقة التقاء شارع الملك فيصل مع شارع مارلوقا من الاختناقات المرورية خصوصا في ساعات الذرة ، وتعود أسباب هذه الاختناقات المرورية إلى أهمية المنطقة التي يقع فيها التقاطع ووجود عدد كبير من المركبات التي تمر من هذا التقاطع حيث أن هذا التقاطع يشكل حلقة وصل بين مركز مدينة الخليل والعديد من مناطق المدينة الأخرى ، بالإضافة إلى وجود عدد كبير من المشاة وعدم وجود التصميم الهندسي الجيد للتقاطع ، فيجب العمل على وضع الحلول المناسبة لهذه المشكلة من اجل رفع مستوى الخدمة للتقاطع وتقديم التسهيلات المرورية والانسيابية المطلوبة في حركة السير والفعاليات المرورية المختلفة لما لذلك من اثر مميز في تخفيف الأزمة المرورية في قلب المدينة .

كما أن التقاء شارع مارلوقا مع شارع الأمير حسن سوف يتولد عنه تقاطع (T _ intersection) وهذا التقاطع بحاجة إلى تأهيل وتصميم حسب المعايير الهندسية لضمان خدمة المنطقة بأقصى فعالية ممكنة .

٣-٤-٢ الحلول المقترحة :

يجب العمل على منع توقف مركبات النقل الخاص والعام والباصات في منطقة التقاطع والعمل على دراسة التقاطع من حيث الحجم المروري في كل اتجاه لوضع التصميم الهندسي المناسب له وإظهاره بالشكل الهندسي والمعماري الذي يعكس الوجه الحضاري للمدينة والعمل على تأهيل وتخطيط مناطق التقاطع بالعلامات المرورية التي تنظم حركة المشاة في منطقة التقاطع .

الشكل (٣-٢) الاختناقات المرورية في منطقة التقاطع (٢٠١٤/١١/١٩)

٣-٥ تشقق الإسفلت في الجزء المعبد من الطريق :

٣-٥-١ توضيح المشكلة :

يعاني الجزء المعبد من الطريق (أول ١٠٠ متر من بداية الشارع) من العديد من العيوب والمشاكل المتمثلة في الإسفلت والتي تجعل الطريق غير امن وغير سليم للاستخدام وبالتالي تؤثر سلبا على استخدام الطريق من قبل المواطنين وعلى السلامة العامة ، حيث تتمثل عيوب التشققات في الطريق بما يلي:

- الشقوق الشبكية
- الشقوق الطولية والعرضية
- الهبوطات
- الشقوق الجانبية

والشكل التالي يوضح عيوب التشققات الموجودة في الطريق:

الشكل (٣-٣) عيوب التشققات في الطريق (٢٠١٤/١١/١٩)

٣-٥-٢ الحلول المقترحة :

يجب عمل فحص للرصفات ويتم كالآتي :

- قبل إجراء أي فحص للموقع يجب إتباع وسائل السلامة وذلك لضمان سلامة وسير عملية الفحص، وتوجد مرحلتين لتنفيذ المسح البصري للعيوب، الأولى بقيادة سيارة والثانية بالسير على الأقدام.
- أثناء المرحلة الأولى من الفحص يقود فريق المسح السيارة بسرعة بطيئة على كامل منطقة الرصف ويتم تسجيل المناطق المتأثرة من الرصف بشكل تقريبي وعمل رسومات توضيحية.
- المرحلة الثانية وهي مرحلة السير على الأقدام للمنطقة المدروسة، بهدف التعرف على مواقع العيوب.

وتتم عملية صيانة الطرق كالآتي :

أ) الحفر الإسفلتية : يقوم المتعهد بتحديد مكان الإسفلت بواسطة منشار وظيفته فصل الإسفلت المستوجب عزله عن الإسفلت الجيد بشكل أفقي بمعدل ٩٠ درجة عن مسطح الطريق، بعد عزل الإسفلت ترص الطبقة الترابية التي يليها الإسفلت بواسطة آلة ميكانيكية يدوية رجراج حتى المنسوب المطلوب رصه كما يشير المختبر، ثم نرش الإسفلت السائل(كولاس) بمعدل ١ كغم في المتر المربع الواحد تحت حرارة لا تقل عن ٩٠ درجة مئوية وأن لا تزيد نسبة رطوبة الأرض عن ٣ % حتى لا تجعل لنا طبقة عازلة بين التربة والإسفلت،

ويترك حتى تتدنى حرارته لتساوي حرارة الجو، ثم يلي ذلك وضع الإسفلت على الكولاس السائل ويرص بواسطة مدحلة لا تقل زنتها عن ١٠ طن ولا تزيد عن ١٥ طن بسرعة ٥ كلم في الساعة على أن ترطب العجلات بالماء حتى لا يتناثر الإسفلت عند دمكه ، ثم تفتح الطريق أمام المرور بعد تدني الحرارة لتساوي حرارة الجو.

ب) التربة: إذا مر على الطريق عمر من الزمن ويوجد فيها نتوءات ، تؤخذ عينات من الإسفلت والطبقات التي تليها إلى المختبر لفحصها وللحصول على نتائج تمكننا من معرفة إن كان يجب نزع التربة أو صيانة الإسفلت فقط.

٣-٦ اعتراض المباني لتوسعة الطريق :

٣-٦-١ توضيح المشكلة :

يعاني الطريق من وجود عدد من الأبنية المخالفة في بدايته والتي تعترض عملية التوسعة المقترحة للطريق حسب المخطط المعمول به في قسم التخطيط في البلدية ، وتعاني نهاية الطريق من اعتراض عدد من المباني والجدران والسلاسل الحجرية للمسار المقترح للطريق من قبل البلدية بحيث تقف هذه المباني والجدران عائقا أمام مسار الطريق من جهة ،وعائقا أمام عرض حرم الطريق المقترح من قبل قسم التخطيط في البلدية من جهة اخري، لذلك سوف يتم اخذ هذه المشكلة بعين الاعتبار اثناء التصميم للعمل على وضع الحلول الجيدة لها.

الشكل (٣-٤) اعتراض المباني لتوسعة الطريق (٢٠١٤/١١/١٩)

الشكل (٣-٥) اعتراض الأسوار والمباني لمسار الطريق (٢٠١٤/١١/١٩)

٣-٦-٢ الحلول المقترحة :

سوف يقوم فريق العمل بوضع الحلول لهذه الأبنية وذلك بالتنسيق مع البلدية والأطراف المعنية في تنفيذ المشروع بحيث تتم الحلول بالتوافق مع سكان المنطقة وبالعمل على هدم الأجزاء المخالفة والتي تعترض عملية التوسعة مقابل التعويض ، والعمل على هدم الأسوار والمباني التي تعترض مسار نهاية الطريق بالتوافق مع أهالي المنطقة وأصحاب هذه المباني على التعويض .

٣-٧ استملاك الأراضي من قبل المواطنين :

٣-٧-١ توضيح المشكلة :

إن الأراضي الموجودة على جوانب الطريق هي أراضي خاصة وليست أراضي مملوكة من قبل البلدية أو الدولة ، أي أن ملكية هذه الأراضي تعود للمواطنين اللذين يسكنون في المنطقة ، مما يقف عائقا

أمام عرض حرم الطريق المقترح من قبل البلدية ، فسوف يتم اخذ هذه المشكلة بعين الاعتبار أثناء التصميم و العمل على وضع الحلول لهذه المشكلة لضمان سير عملية التصميم للطريق بالشكل المطلوب .

الشكل (٣-٦) الأراضي الخاصة على جوانب الطريق (٢٠١٤/١١/١٩)

٣-٧-٢ الحلول المقترحة :

سوف يتم العمل من خلال البلدية والجهات المختصة المعنية بتنفيذ المشروع على اقتطاع الجـــزء المطلوب من هذه الأراضي والتي تلزم لاكتمال حرم الطريق وذلك بالتوافق مع سكان المنطقة على تعـــويض أصحاب هذه الأراضي.

٣-٨ انحدار جانب الطريق :

٣-٨-١ توضيح المشكلة :

يقع الطريق في منطقة جبلية غير مستوية ، وحيث أن تصميم الطريق في موازاة خطوط الكنتـــور فان هناك انحدارا جانبيا للطريق يجب العمل على وضع الحلول الهندسية المناسبة له حتى يكون التصميم آمنا

ومراعاة للتخطيط السليم وضمان خدمة المنطقة لأطول فترة زمنية وتفادي حدوث أية مشـاكل أو انهيـارات مستقبلية في الطريق .

الشكل (٣-٧) الانحدار على جانب الطريق (٢٠١٤/١١/١٩)

٣-٨-٢ الحلول المقترحة :

يكون الحل ببناء جدران استنادية على جانب الطريق وفقا للتخطيط السليم والتصميم الجيد للطريق ، حيث يتم استخدام الجدران الخرسانية بالإضافة إلى مرابيع الحجر الكبيرة وصفها وإسنادها على ارض صلبة وذلك حسب وذلك بالارتفاع والكمية المطلوبة والتي سيتم تحديدها لاحقا في هذا المشروع .

الفصل الرابع

٤

التصميم الهندسي للطريق

الفصل الرابع

التصميم الهندسي للطريق

٤-١ مقدمة :

يعتبر التصميم الهندسي للطريق أهم مراحل عملية تصميم الطرق بحيث يعرف التصميم الهندسي للطريق على انه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية للطريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية والعروض والانحدارات ،فهو بذلك يشمل الأجزاء الظاهرة من الطريق ، مع الأخذ بعين الاعتبار حجم المرور وسرعة المرور للحصول على درجة عالية من الأمان والسيولة ، ويسير التصميم الهندسي جنبا إلى جنب مع العمل الميداني (عمليات المسح للطريق) بحيث يتم التصميم الهندسي للطريق في المكتب ويشكل العمل النظري المكتبي .

التصميم الهندسي للطريق يشمل تصميم الطريق بأبعادها الثلاث :

١ . **التصميم الرأسي للطريق** (Vertical Alignment): فهو يشمل تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية وتحديد الانحدار الجديد للطريق أي خط الإنشاء الطريق بحيث نستطيع تحديد مناطق الحفر والردم وتحديد مسافة الرؤية.

٢. **التصميم الأفقي** (Horizontal Alignment): يتم تحديد بداية ونهاية وأطوال المنحنيات الأفقية وذلك من اجل وصل الأجزاء المستقيمة ببعضها بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة في الاتجاهات.

٣ . **التصميم العرضي للطريق** : وهو تحديد شكل مقطع الطريق وميولها الجانبية وميول سطح الطريق وعرض جسم الطريق .

إن التصميم الهندسي للطريق يجب أن يكون متكاملا بحيث يشمل معايير السلامة للمشاة والسائقين والأخذ بعين الاعتبار جميع ما يلزم لذلك من وضع إشارات وعلامات المرور والتخطيط السليم للطريق بأبعاده الثلاث ، والأخذ بعين الاعتبار أن يكون التصميم اقتصاديا بقدر الإمكان .

٤-٢ أسس عملية التصميم :

تتوقف أسس عملية التصميم على عوامل كثيرة منها :

- حجم المرور (Traffic volume) .
- تركيب المرور (Character of Traffic) .
- السرعة التصميمية (Design speed) .
- قطاع الطريق .
- عرض الحارة (lane width) .
- عرض حرم الطريق(right of way width) .
- الميول العرضية (normal cross slopes).
- الميول الطولية .
- الميول الجانبية .
- الجزر الفاصلة بين الاتجاهين (Medians).
- الأرصفة .
- أكتاف الطريق.

٤-٢-١ **حجم المرور** (Traffic volume) : يعتبر حجم المرور من الأمور الرئيسية التي يجب أن تأخذ في الاعتبار عند تصميم الطريق بحيث يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا.

٤-٢-٢ **تركيب المرور** (Character of Traffic):- يتم معرفة تركيب المرور بتحديد نسبة عربات النقل والحافلات بالنسبة لحجم المرور الساعي التصميمي.

٤-٢-٣ السرعة التصميمية (Design speed):-

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

جدول (٤-١) : السرعه حسب تصنيف الطريق[1]

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

٤-٢-٤ قطاع الطريق:-

إن الاستفادة من الطريق تتوقف على تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق، فالطرق التـــي يمـــر عليها عدد كبير من السيارات وبسرعة عالية يتطلب عدد كبير من حارات المرور ومنحنيات ذات أنصـــاف قطار كبيرة نسبيا وانحدارات طولية صغيرة لذلك يجب الاهتمام بأرصفة الطرق المتســـعة وعمـــل الجـــزر الفاصلة بين اتجاهي المرور، اما في شارع مارلوقا فلا يلزم اكثر من حارتين حيث يتوقع ان يكون المـــرور متوسطا في هذا الطريق وقد تم الاستغناء عن الجزر الفاصلة .

[1] المرجع رقم ٦

الشكل (٤-١) **مقطع عرضي للطريق**

٤-٢-٥ عرض الحارة (lane width):-

يلعب عرض الحارة دورا مهما في سهولة القيادة ودرجة الأمان على الطريق ويجب أن لا يقل عرض المسرب عن ثلاثة أمتار ويفضل أن يؤخذ **٣.٥** أو **٣.٦**م، وقد تم اختيار عرض الحارة في هذا الشارع **٣.٥**م.

٤-٢-٦ الأرصفة (Sidewalks):-

تعتبر أرصفة المشاة جزءا مكملا لتصميم الطرق الحضرية، وقد اعتمدنا ألا يقل عرض الرصيف عن **١.٥**متر في شارعنا، ويعمل من مواد تعطي مسطحا ناعما ومستويا سليما،ونقطة مهمة هنا يجب الإشارة إليها وهي يجب أن يكون سطح الرصيف الذي يسير المشاة عليه مساويا في الجودة أو أحسن حالة من سطح الرصف المخصص لطريق السيارات لجذب المشاة للسير عليه.

٤-٢-٧ الميول العرضية:-

إن الميول العرضية يتم عملها للطريق من اجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق و قد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ ، و في حالة وجود جزر وسطى فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كان من حارتين منفصلتين، وتبلغ قيمة الميول العرضية **٢%** .

٤-٢-٨ الميول الطولية:-

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

٤-٢-٩ الجزر الفاصلة:

تقام الجزر الفاصلة من أجل فصل حركة المرور المعاكسة لتحقيق الأمان والسلامة. إن عرض الجزر الفاصلة يجب أن يكون كافيا وذلك من اجل تحقيق الغرض الذي من اجله أنشئت، وخاصة لتقليل تأثير الأضواء الصادرة من الاتجاه المعاكس ليلا، و كذلك حماية العربات المعاكسة من التصادم ولإتاحة التحكم في المناطق المسموح فيها الدوران في حالة التقاطعات السطحية ، ويتراوح عرض الجزر بين (1.8-1.25) متر أو أكثر وليس من الضروري أن يكون هذا العرض ثابتا على طول الطريق. وفي مشروعنا تم الاستغناء عنها للحفاظ على المساحة المخصصة.

٤-٣ العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق[٢]

١. النقاط الحاكمة:

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

- **نقاط يجب أن يمر بها الطريق(إجبارية)**:وهذه قد تتسبب في زيادة طول المسار والمرور في منـــاطق صعبة، ومن أمثلة هذه النقاط: موقع جسر، ممر جبلي ، مدينة متوسطة،...الخ.
- **نقاط يجب الابتعاد عنها**:وهذه المناطق يجب أن نبعد مسار الطريق قدر الإمكان عنها مثـــل منـــاطق العبادة، المدافن، المنشات الضخمة عالية التكاليف.

[٢] المرجع رقم ٦

٢. **حجم المرور**:

هو عبارة عن عدد المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال فتره زمنية معينة، سواء في الاتجاه الواحد أو الاتجاهين، ويجب 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 حجم المرور.

٣. **التصميم الهندسي للطريق**:-

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

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.

٤-٤ التخطيط الأفقي للطريق.

حيث يتم فيه بيان المنحنيات الأفقية وتحديد بداياتها ونهاياتها وكذلك تحديد أطوالها وزواياها ونقاط التقاطع فيها، بالإضافة لذلك يتم بيان الجزء الوسطي وعرض الطريق والحواجز الجانبية ونقاط المضلع وكذلك تحديد اتجاه الطريق بالنسبة للشمال.

٤-٤-١ المنحنيات الأفقية:-

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

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

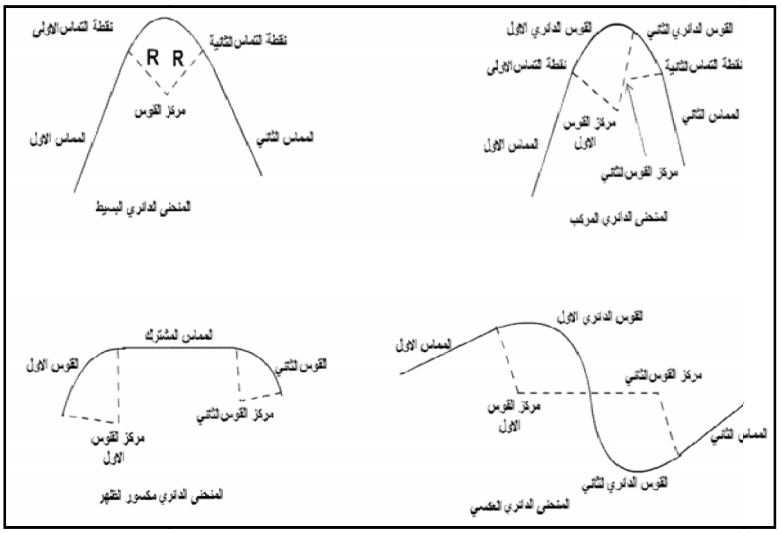
وتنقسم إلى أربعة أقسام رئيسية:

١- المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves.

٢- المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves.

٣- المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر Broken-Back Circular Curves.

٤- المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves.

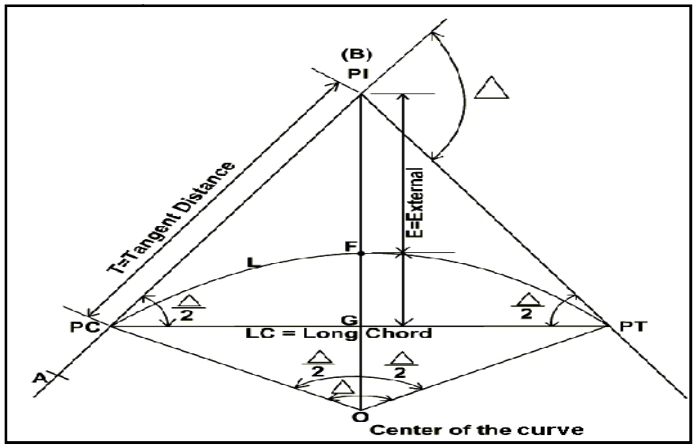


الشكل (٤-٢) أنواع المنحنيات الدائرية

١. المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves

- عناصر المنحنى الدائري البسيط:-

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



الشكل (٤-٣) عناصر المنحنى الدائري البسيط

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

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين The tow Tangent (T):

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

- نقطة بداية المنحنى Point of Curvature (PC).
- نقطة نهاية المنحنى Point of Tangency (PT).
- الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي تماس و يطلق عليه الوتر الطويل (LC).
- نصف القطر Radius (R).
- طول المنحنى Length of curve.(L).
- المسافة الخارجية(E),External Distance وهي عبارة عن المسافة بين (PI) وبين منتصف المنحنى الدائري.
- سهم القوس(M) Middle Ordinate، و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
- مركز المنحنى ونرمز له (O).
- الوتر الجزئي الأول ويرمز له (C1)، وهو طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الأولى بأول نقطة على المنحنى حيث يلجأ إلى إعطاء طول للوتر الجزء الأول بحيث تصبح محطة النقطة الأولى من المنحنى رقم مدورا مناسبا يقبل القسمة على 20 أو25.
- الوتر الجزئي الأوسط يرمز له (C)، وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة، ويكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسبا 10٢٠,،25 مترا.

- الوتر الجزئي النهائي (C2)، وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الثانيـــة بالنقطة التي تسبقها مباشرة، وحيث يكون طوله مكملا لطول المنحنى.
- زاوية الانحراف الجزئية الأولى (d1)، وهي عبارة عن الزاوية الوسطية المحصورة بين المماـــاس الأول أو الخلفي و بين الوتر الجزئي الأول وتساوي نصف الزاوية المركزية.
- زاوية الانحراف الجزئية الوسطى(d)، وهي الزاوية الأفقية بين أي وتر جزئي أوسط وبين ممـــاس المنحنى الدائري.
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية (d2)، وهي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهائي وبين المماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.

❖ معادلات المنحنى الدائري البسيط:

١- طول المماس (T)

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

٢- المسافة الخارجية (E)

E = ...(2 -4)

R(sec(Δ/2)-

٣- سهم القوس (M)

M = R(1-cos(Δ/2)) ....(3 -4)

٤- الوتر الطويل(LC)

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

٥- طول المنحنى (L)

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

وفيما يلي تقرير لعناصر المنحنيات الأفقية:

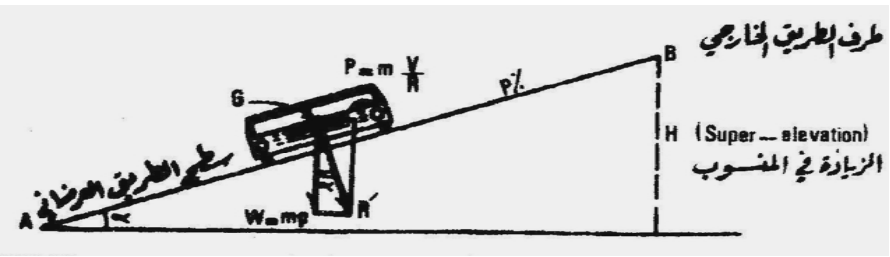
Horizontal Alignment Curve Report.

Tangent Data			
Length:	1.370	Course:	N 39° 07' 40.8743" E
Circular Curve Data			
Delta:	33° 42' 05.4068"	Type:	LEFT
Radius:	43.300		
Length:	25.469	Tangent:	13.115
Mid-Ord:	1.859	External:	1.943
Chord:	25.104	Course:	N 22° 16' 38.1709" E
Tangent Data			
Length:	44.108	Course:	N 05° 25' 35.4675" E
Circular Curve Data			
Delta:	06° 05' 25.4194"	Type:	RIGHT
Radius:	300.000		
Length:	31.889	Tangent:	15.960
Mid-Ord:	0.424	External:	0.424
Chord:	31.874	Course:	N 08° 28' 18.1771" E
Tangent Data			
Length:	120.071	Course:	N 11° 31' 00.8868" E
Circular Curve Data			
Delta:	13° 34' 06.3136"	Type:	RIGHT
Radius:	90.000		
Length:	21.313	Tangent:	10.707
Mid-Ord:	0.630	External:	0.635
Chord:	21.263	Course:	N 18° 18' 04.0437" E
Tangent Data			
Length:	63.546	Course:	N 25° 05' 07.2005" E
Circular Curve Data			
Delta:	22° 43' 40.9761"	Type:	LEFT
Radius:	116.000		
Length:	46.015	Tangent:	23.314
Mid-Ord:	2.274	External:	2.320

Chord:	45.714	Course:	N 13° 43' 16.7124" E
Tangent Data			
Length:	52.793	Course:	N 02° 21' 26.2244" E
Circular Curve Data			
Delta:	20° 31' 48.9775"	Type:	RIGHT
Radius:	300.000		
Length:	107.496	Tangent:	54.331
Mid-Ord:	4.802	External:	4.880
Chord:	106.922	Course:	N 12° 37' 20.7131" E
Tangent Data			
Length:	126.995	Course:	N 22° 53' 15.2019" E
Circular Curve Data			
Delta:	09° 56' 58.6667"	Type:	LEFT
Radius:	455.586		
Length:	79.114	Tangent:	39.657
Mid-Ord:	1.716	External:	1.723
Chord:	79.015	Course:	N 18° 54' 19.7240" E
Tangent Data			
Length:	54.335	Course:	N 18° 57' 02.6532" E
Circular Curve Data			
Delta:	08° 17' 48.4149"	Type:	LEFT
Radius:	186.701		
Length:	27.035	Tangent:	13.541
Mid-Ord:	0.489	External:	0.490
Chord:	27.012	Course:	N 14° 48' 08.4458" E
Tangent Data			
Length:	25.605	Course:	N 10° 39' 14.2383" E

٤-٥ القوة الطاردة المركزية:-

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



الشكل(٤-٤) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

من الشكل السابق:-

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

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

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....(6-4)}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:-

$$\tan\alpha = P_1 = \left(\ \frac{mv^2}{r}\ \right)/(mg) = \frac{v^2}{gr} \quad \text{.....(7-4)}$$

حيث أن:-

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه

P_1 : الميل العرضاني لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج

α : الزاوية الراسية

لنفرض أن $C = \frac{1}{g}$

تصبح المعادلة كالتالي:-

$$P = \frac{C.v^2}{R}$$
$$C = \frac{P.R}{v^2}$$ .....(8-4)

٤-٥-١ ارتفاع ظهر المنحنى (التعلية):-

التعلية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية، وذلك من اجل تفادي القــوة الطاردة المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبة وقد تؤدي إلى انقلابها.وقيمة هــذا الميــل العرضــاني تتراوح من ٤% - ٧% وقد تصل إلى ٩% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:-

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

حيث أن:- R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

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

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

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

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \quad \text{.....(10-4)}$$

تتراوح قيمة معامل الاحتكاك الجانبي القصوى حسب السرعات المختلفة وذلك بناء على الجدول (٤-٢):

جدول(٤-٢) قيم معامل الاحتكاك حسب السرعة التصميمية [٣]

السرعة التصميمية كم/ساعة	48	46	80	96	112	128
معامل الاحتكاك (f)	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11

الحد الأقصى لمعدل ارتفاع ظهر المنحنى في حالة المرور المختلط يؤخذ عادة ١ : ١٥ (٠,٠٦٧ لكل متر)كما أن الحد الأدنى يجب أن لا يقل عن الميل العرضي اللازم لصرف مياه الأمطار.

جدول (٤-٣) قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة[٤]

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

[٣] المرجع رقم ٦

[٤] المرجع رقم ٦

طريق محلي	0.10	0.10

الجدول (٤-٤) يبين أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة ألتصميميه ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي[٥]

السرعة التصميمية	**الاحتكاك الجانبي**	**أقصى قيمة رفع جانبي للطريق**			
كم / ساعة		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

٤-٦ التخطيط الراسي للطريق:-(Vertical Alignment):-

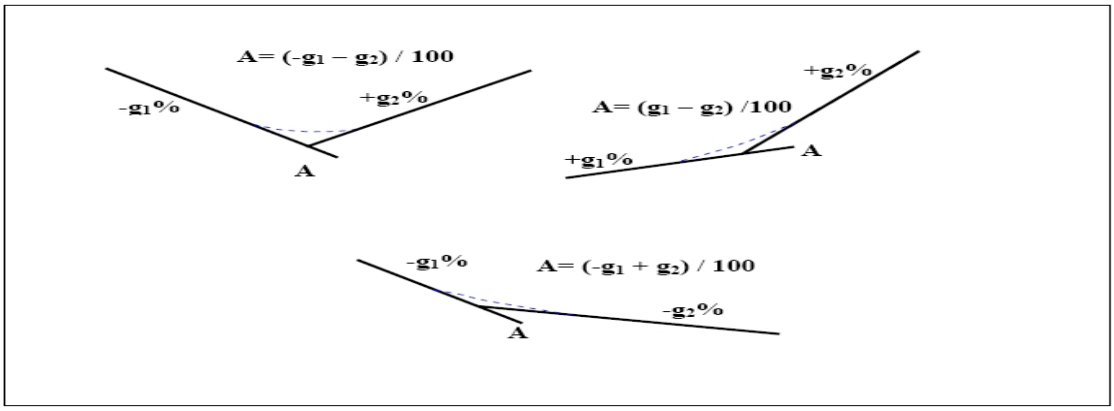
إن عملية الانتقال من اتجاه إلى اتجاه آخر في المستوى الرأسي تتم من خلال عمل منحنيات رأسية تسهل هذه العملية و يجب أن تتوافر المواصفات التالية في هذه المنحنيات:-

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

[٥] المرجع رقم ٦

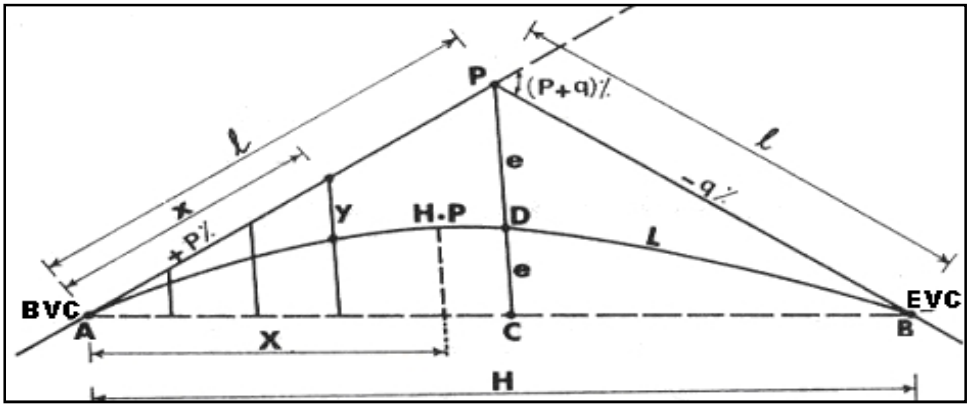
٤-٦-١ أنواع المنحنيات الرأسية :-

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 استدارة علوية (منحنيات رأسية محدبة)، أو منحنيات استدارة سفلية (منحنيات رأسية مقعرة).



الشكل (٤-٥) فرق الميل أو زاوية الميل

٤-٦-٢ عناصر المنحنى الرأسي:-



الشكل (٤-٦) عناصر المنحنى الرأسي

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

- **حساب المنحنيات الرأسية**: -

تم حساب أطوال المنحنيات الرأسية بناءا على جداول (ASHTTO 2004)

الجدول(٤ـ٥) قيمة الثابت K في المنحنيات الرأسية[٦]

SPEED	AASHTO	
	K_{crest}	K_{sag}
20	1	3
30	2	6
40	4	9
50	7	13
60	11	18
70	17	23
80	26	30

[٦] المرجع رقم ٦

90	39	38
100	52	45

K = Length/ | p – q | .....(11-4)

K : قيمة الثابت في المنحنيات الرأسية

P : ميل المماس الأول

q : ميل المماس الثاني

- في حالة أن يكون المنحنى الرأسي (Crest) تكون قيمة الثابت (K) عند السرعة التصميمية 50 Kph هي = 7

- في حالة أن يكون المنحنى الرأسي (Sag) تكون قيمة الثابت (K) عند السرعة التصميمية 50 Kph هي = 13

٤-٦-٣ الميول الرأسية العظمى:-

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

١- السرعة التصميمية (Design Speed).

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

٣- طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

والجدول(٤-٦) يبين قيمة الميول الراسية العظمى بالاعتماد على العوامل السابقة:[٧]

السرعة التصميمية Design Speed	منبسطة Flat	تلالي Hilly	جبلية Mountainous

[٧] المرجع رقم ٦

Kph	%	%	%
50	6	٨	9
65	5	٧	8
80	4	5	7
90	3	4	6
100	3	4	6
110	3	4	5
120	3	4	-
130	3	4	-

٤-٦-٤ طول المنحنى الرأسي

من العوامل الأساسية التي تحكم اختيار وتحديد طول الرأسي كمايلي:

أ- **راحة المسافرين** (comfort of passenger):

حيث يحدد الطول على أساس القوة الطاردة المركزية وتساوي ٠.٦ م/ ث^{٢}، وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقال متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهم

ب: مسافة الرؤية (Sight Distance):-

مسافة الرؤية هي المسافة التي يراها السائق أمامه على طول الطريق دون أية عوائق. وهي على نوعين:-

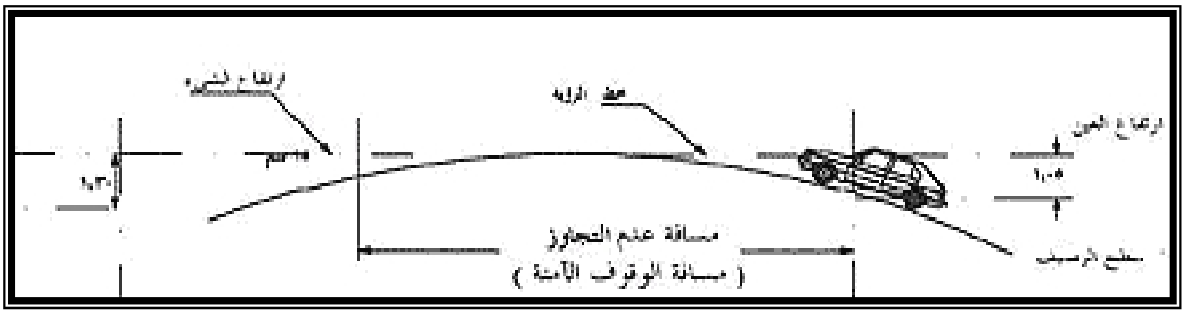
١- **مسافة الرؤية للتوقف** (Stopping Sight Distance):-

تعرف مسافة الرؤية التصميمية للتوقف الآمن بمقدار الحد الأدنى للمسافة الضرورية لتوقف مركبة تسير بسرعة تقترب من سرعة التصميم دون أن تصطدم بعائق يعترض خط سيرها (التوقف الآمن).

والجدول التالي يوضح القيم الصغرى لمسافات الرؤية الضرورية للتوقف الآمن والمتناسبة مع قيم مختارة للسرعة التصميمية.

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

الجدول (٤-٧) العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف



الشكل (٤-٧)يوضح مسافة الرؤية للتوقف الآمن

وتستخدم هذه المعادلة لحساب مسافة الرؤية للتوقف الآمن:-

$$SD = 0.278V.t + \frac{V^2}{254\,f} \quad \text{..... .... .12 – 4}$$

V: سرعة العربة (كم/ساعة).

f: معامل الاحتكاك.

t: زمن رد الفعل (عادة 2.5 ثانية).

المعادلة (٤-١٢) في حالة أن العائق ثابت، أما في حالة وجود عائق متحرك ويقترب من السيارة يتم ضرب الطرف الأيمن من المعادلة بالعدد (٢).

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

جدول(٤-٨) العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك[٨]

٢ - **مسافة الرؤية للتجاوز** (Passing Sight Distance):-

في الطرق ذات الحارتين لتحقيق تجاوز السيارات بأمان فإنه يجب أن يرى السائق أمامه مسافة كافية خالية من المرور بحيث يمكنه إتمام عملية التجاوز دون احتكاك بالسيارة التي يتخطاها ودون أن تعترضه أي عربة مضادة يحتمل ظهورها بعد أن يبدأ التجاوز ثم يعود إلى الحارة اليمنى بسهولة بعد عملية التجاوز.

[٨] المرجع رقم ٦

الفصل الخامس

٥

العد المروري

٥-١ حجم المرور :

٥-١-١ مقدمة:

يساعد تحديد حجم المرور على الطريق على تصميم الطرق بالشكل الصحيح، وهذا تبعا لأهميته في عملية تخطيط وتصميم الطرق و تحديد عدد المسارب وعرضها وتصميم المنحنيات الأفقية والرأسية.

فإذا كان الطريق مصمما على أرض الواقع يتم حساب حجم المرور اليومي المتوسط (ADT) وحجم المرور الساعي التصميمي (DHV) للمرور في الاتجاهين، ويتم معرفة حجم المرور و كثافته عن طريق معرفة عدد السيارات التي تستخدم هذا الطريق للسير عليه.

أما إذا أردنا فتح طريق جديدة فيتم حساب حجم المرور بالرجوع إلى دراسة المنطقة التي سوف يخدمها الطريق هل هي سكنية صناعية أم زراعية وعلى أساسها نقوم بتصميم الطريق ، و يتم ذلك عن طريق حساب المعدل اليومي و السنوي للمرور.

يقاس حجم المرور على طريق ما بعدد المركبات التي تمر بنقطة أو محطة على الطريق خلال فترة زمنية محددة، ويعتبر من العوامل الرئيسية التي يتوقف عليها التصميم الهندسي للطرق على أن يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا.

ويختلف حجم المرور عن كثافة المرور والتي تعرف على أنها معدل تواجد المركبات علي طول معين من الطريق أثناء لحظة زمنية معينة.

بالإضافة إلى هذا فإنه يجب تحديد نسبة المرور لكل اتجاه خلال ساعة الذروة وخاصة للاتجاه السائد الذي يتراوح عادة بين (٥٠-٦٠)% من حجم المرور الكلي للاتجاهين.

٥-١-٢ الهدف من دراسة أحجام المرور :

تهدف دراسة أحجام المرور إلى الحصول على بيانات فعلية عن حركة المركبات والأفراد في منطقة معينة أو نقاط محددة علي شبكة الطرق، ونظرا لأن أحجام المرور لا تكون موزعة بالتساوي خلال ساعات اليوم فإنه يتم تصميم كافة عناصر الطريق والمرور علي أساس استيعاب أحجام المرور أثناء ساعة الذروة أو أثناء أعلى فترة.

٥-١-٣ مفاهيم أساسية :

١. **المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي** (Annual Average Daily Traffic (AADT:

هو إجمالي حجم المرور اليومي خلال سنة مقسوما علي عدد أيام السنة (وحدة القياس هي "مركبة / يوم").ويمكن استخدام إجمالي حجم المرور السنوي في التعرف علي اتجاهات النمو في أحجام المرور وحساب معدلات الحوادث وتقدير العائد الإقتصادي لمستخدمي الطريق.

حجم المرور اليومي المتوسط = حجم المرور السنوي ÷ 365.

٢. **حجم المرور اليومي المتوسط** (Average Daily Traffic (ADT :هو إجمالي حجم المرور اليومي المقاس خلال فترة زمنية معينة (أكثر من يوم وأقل من سنة) مقسوما علي عدد أيام حصر المرور.(وحدة القياس "مركبة / يوم") .

٣. **حجم المرور الساعي التصميمي**: يتم تحديد حجم المرور الساعي التصميمي بعمل منحنيات بين عدد الساعات التي تتساوى فيها كمية المرور كمحور أفقي وحجم المرور كنسبة مئوية من متوسط المرور اليومي كمحور رأسي.

٤. **حجم المرور المستقبلي**: يزداد حجم المرور يوما بعد يوم مع زيادة العمران وعدد السكان وعليه فإنه يجب مراعاة الزيادة المستقبلية في كمية المرور عند تصميم قطاع الطريق وأيضا مراعاة ما يلي:

- حجم المرور الحالي على الطريق
- الزيادة الطبيعية في عدد المركبات الناتجة عن الزيادة في عدد السكان والتطورات الاقتصادية والسياحية والزراعية والصناعية للمنطقة.
- حجم المرور الناتج عن إنشاء الطريق.

إن الفترة الزمنية التي يتم التصميم على أساسها تعتمد على نسبة الزيادة في عدد المركبات وكما تعتمد علـــى طبيعة المنطقة ونسبة الإقبال عليها مع مرور الزمن وعادة تكون هذه الفترة الزمنية من (١٥- 20) سنة .

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

ويحسب حجم المرور التصميمي من العلاقة التالية:

$$V_D = V_n (1 + e)^n \quad \text{..... (5-1)}$$

حيث :

- VD : حجم المرور اليومي التصميمي.
- Vn : حجم المرور الحالي.
- e : معدل الزيادة السنوي في حجم المرور.
- n : عدد السنوات.

✓ العوامل الأساسية التي تحكم سريان المرور هي حجم المرور (V) و وحدته عربة في الساعة، و الســـرعة (S) و وحدتها كيلومتر في الساعة، والكثافة (D) ووحدتها مركبة في الكيلومتر.

$$V=D^* S \text{..... (5-2)}$$

5. سعة الطريق :

تعرف السعة للطريق على أنها العدد الأقصى من المركبات التي لها توقع معقول بالمرور على الطريق خلال فترة زمنية معطاة وتحت الظروف السائدة للطريق والمرور.

وتتوقف سعة الطريق على حجم وتركيبة المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور، وتعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول (5-1) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات (AASHTO).

وتتأثر السعة بعدة عوامل منها:

- التخطيط الأفقي والرأسي: حيث تتسبب المنحنيات الأفقية الحادة والمنحنيات الرأسية القصيرة في تقليل سرعة الطريق وذلك يؤدي إلى تخفيض السعة.
- عرض الحارة: تتسبب الحارات والأكتاف الضيقة والعوائق على حافتي الطريق في تخفيض سعة الطريق.
- مركبات النقل: تقلل مركبات النقل من سعة الطريق وذلك بسبب تأثيرها على حركة المرور.

جدول(5-1) سعة الطريق حسب مواصفات (AASHTO).

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

٥-١-٤ عربات التصميم:

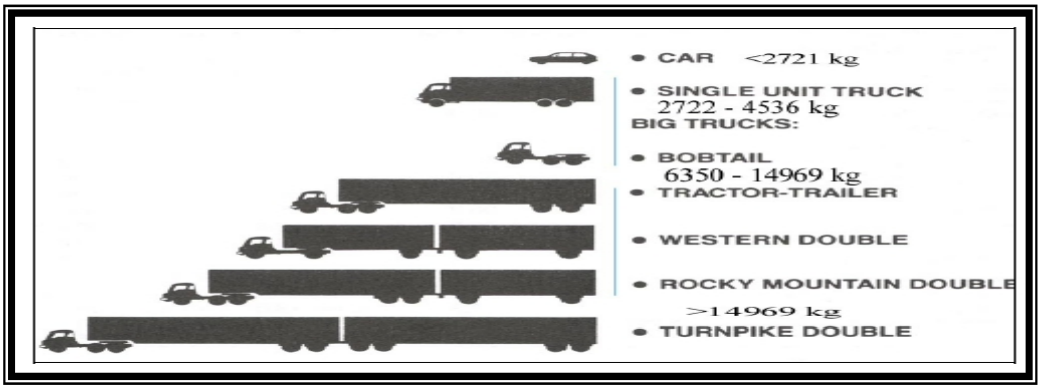
هناك عدة أنواع من المركبات التي تسير على الطريق منها السيارات الخاصة وحافلات النقل والشاحنات الصغيرة والشاحنات الكبيرة وتختلف هذه المركبات عن بعضها بأبعادها وأحجامها وأوزانها، وعليه يلزم معرفة خصائصها لكي تأخذ بعين الاعتبار أثناء تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق، ومن الطبيعي أن يتم التركيز على خصائص المركبات الأكثر استخداما للطريق عند التصميم لأنها تشكل النسبة الأكبر من حجم المرور وتشمل هذه الخصائص:

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

وقد بينت الدراسات أن للشاحنات تأثيرا كبيرا على رصف الطريق ويزداد تأثيرها كلما زاد ثقلها ، فمن هنا كان لا بد من التعمق في دراسة أنواع مركبات النقل من حيث أبعادها وعدد محاورها ومدى تأثيرها على الرصف، ويبين جدول (٥-٢) الأبعاد الرئيسة للعربات الخاصة ومركبات النقل حسب مواصفات (AASHTO) ، والشكل (٥-١) يبين الأحمال الواقعة على محاورها.

جدول (٥-٢) الأبعاد الرئيسية للمركبات حسب مواصفات (AASHTO).

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



شكل (٥-١) أنواع المركبات والأحمال الواقعة على محاورها.

٥-١-٥ تعداد المركبات:

تتم عملية التعداد وذلك بإحصاء عدد المركبات التي تمر من نقطة معينة، وتتم عملية التعـــداد فـــي ساعات وأيام مختلفة لمعرفة ساعات الازدحام (الذروة)، إلا أن عدد المركبات يختلف من فترة إلى أخـــرى باختلاف أيام السنة وهذا يؤثر على التصميم الهندسي للطريق، وتهدف المعلومات الإحصائية إلى معرفة:

١. عدد السيارات على مدار ساعات وأيام السنة من اجل تحديد ساعات وأيام الازدحام.
٢. حجم المرور اليومي المتوسط (Average Daily Traffic) وهو مجموع المركبات التي تمر من نقطة معينة مقسوما على عدد تلك الأيام .
٣. المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي (Annual Average Daily Traffic).
٤. عدد المركبات المناسب والذي سيتم اعتماده في التصميم (Design Hourly Volume).

٥-١-٥-١ فترات التعداد:

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

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

٥-١-٥-٢ أنواع التعداد على الطريق:

- تعداد يجري على الطريق.
- تعداد يجري على التقاطعات.
- تعداد تصنيفي حسب أنواع المركبات.

٥-١-٥-٣ طرق حصر (تعداد) المرور :

١. **العد الميكانيكي:**

تعتبر هذه الطريقة هي الأكثر تطورا وأسهل الطرق في عملية تعداد المركبات فهي لا تحتاج إلى جهد كبير حيث أنها تعتمد على الأجهزة الكهربائية و الكاشفات والكوابل الكهربائية التي توضع على الطريق، ولكن مهما بلغت دقة هذه الأدوات العصرية الحديثة، فإن فيها سيئات لا تخدم المهندس المصمم إذ تحتاج إلى صيانة مستمرة وكذلك لا تقوم بالتمييز بين حافلة و شاحنة وهذا الأمر يؤثر في حساب عدد المسارب أو عرض الطريق . و يستخدم هذا النوع كثيرا في الحالات التي تتطلب فيها حصر لأعداد المركبات لفترات طويلة أو بشكل مستمر.

٢. **العد اليدوي :**

وهي الطريقة المثالية لحصر أعداد المركبات و عدد الركاب و ذلك في حالة وجود مسارب متعددة و حجم 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.

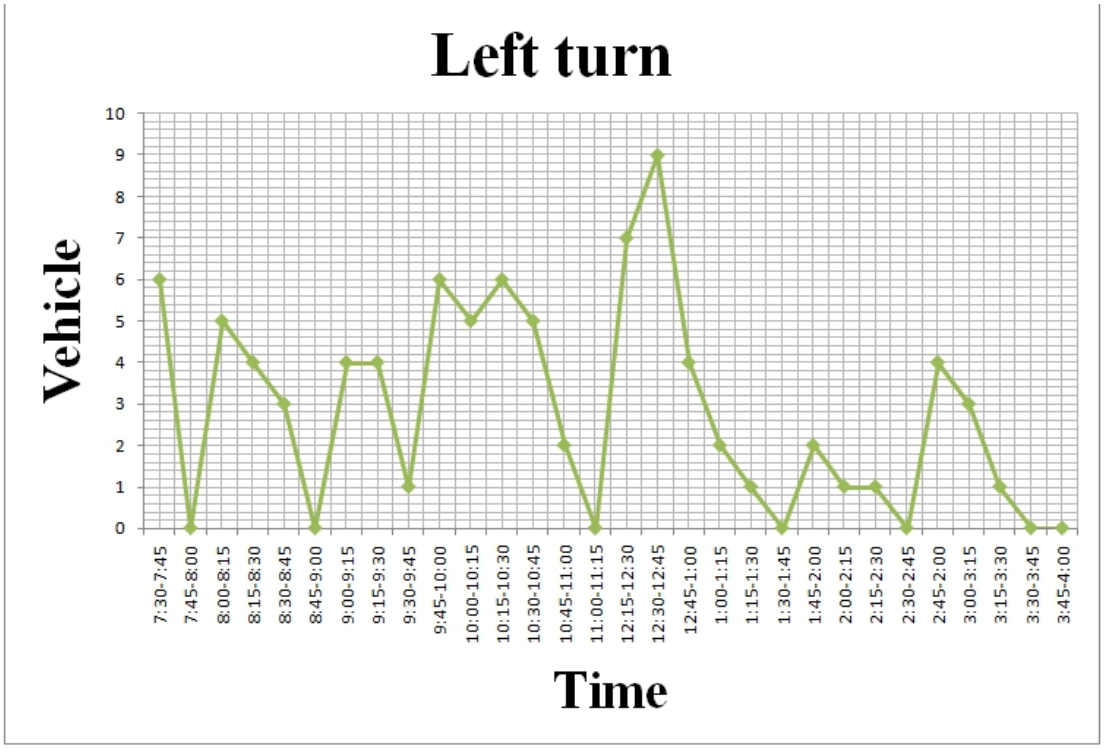
٣. **العد بطريقة المركبة المتحركة :**

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

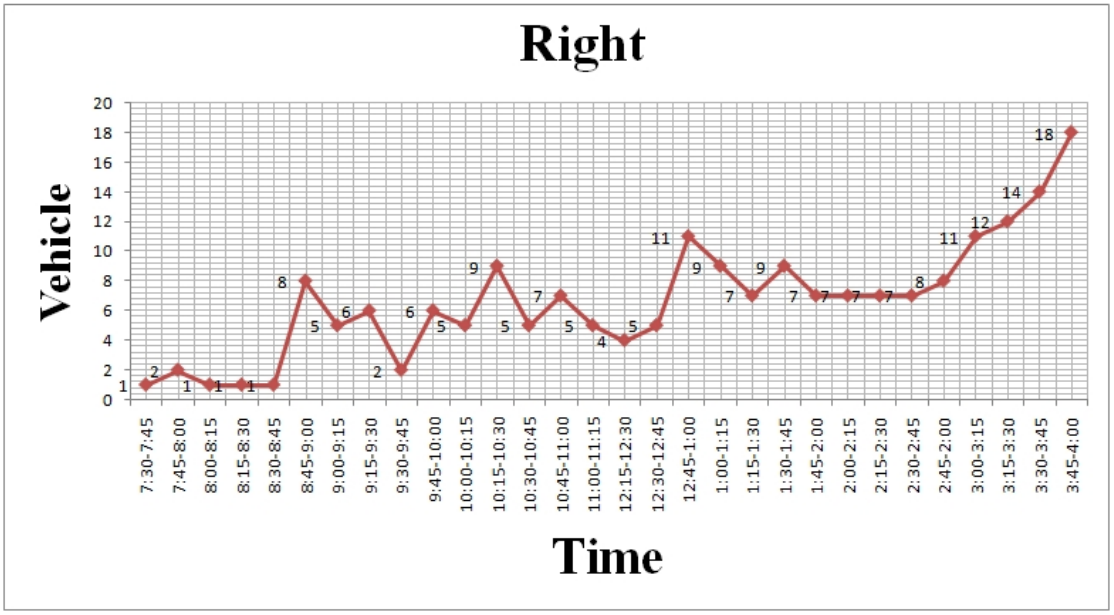
٥-٢ الحسابات

جدول (٥-٣) العد في مفرق الحسين

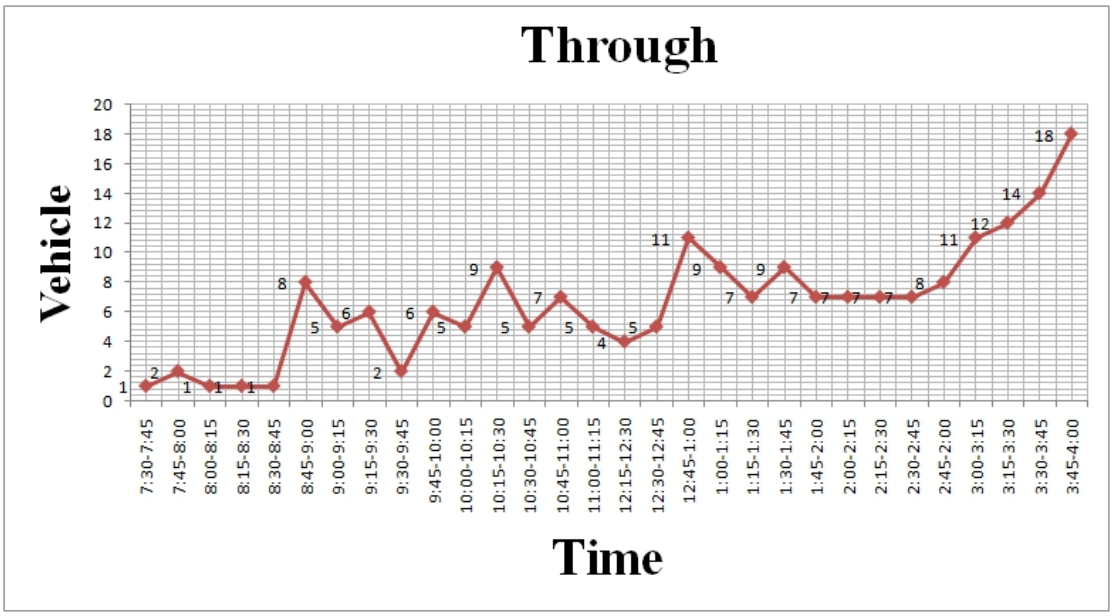
Hours	Left Turn (LT)				Through (TH)				Right (RT)			
	PC	HV	BUS	Total	PC	HV	BUS	Total	PC	HV	BUS	Total
7:30-7:45	4		2	6	1	0	0	1	12			12
7:45-8:00				0	2	0	0	2	7	1	2	10
8:00-8:15	5			5	1	0	0	1	18			18
8:15-8:30	4			4	1	0	0	1	10			10
8:30-8:45	3			3	1	0	0	1	17			17
8:45-9:00				0	8	0	0	8	19			19
9:00-9:15	4			4	5	0	0	5	6			6
9:15-9:30	4			4	6	0	0	6	4		1	5
9:30-9:45	1			1	2	0	0	2	7			7
9:45-10:00	6			6	6	0	0	6	6			6
10:00-10:15	5			5	5	0	0	5	13			13
10:15-10:30	5	1		6	9	0	0	9	10			10
10:30-10:45	4	1		5	4	1	0	5	15	1		16
10:45-11:00	2			2	6	0	1	7	20		2	22
11:00-11:15				0	5	0	0	5				0
12:15-12:30	7			7	4	0	0	4	7			7
12:30-12:45	8	1		9	5	0	0	5	8		1	9
12:45-1:00	4			4	9	2	0	11	16			16
1:00-1:15	1		1	2	8	1	0	9	15			15
1:15-1:30	1			1	7	0	0	7	16			16
1:30-1:45				0	9	0	0	9	17			17
1:45-2:00	2			2	7	0	0	7	18		1	19
2:00-2:15	1			1	7	0	0	7	29			29
2:15-2:30	1			1	6	1	0	7	28			28
2:30-2:45				0	7	0	0	7	23			23
2:45-2:00	3		1	4	8	0	0	8	19			19
3:00-3:15	3			3	10	1	0	11	19			19
3:15-3:30		1		1	11	1	0	12	18			18
3:30-3:45				0	14	0	0	14	27			27
3:45-4:00				0	17	1	0	18	27			27
total				86				200				460



شكل (٥-٢) الحجم المروري لكل ربع ساعة (يسار)



شكل (٥-٣) الحجم المروري لكل ربع ساعة (يمين)



شكل (٥-٤) الحجم المروري لكل ربع ساعة (وسط)

حساب peak hour factor **في مفرق الحسين**

Peak Hour Factor (PHF)

تحليل حركة المرور يعتمد على ساعة ذروة حجم المرور، **لأنه** يمثل الفترة الأكثر أهمية للعمليات الحياتية ويحتوي على أعلى سعة مرورية. ساعة الذروة ليست قيمة ثابتة وانما تختلف من يوم لآخر أو من فصل إلى فصل.

PHF = total volume / (4 × max Traffic Volume at 15 min)..... (5-3)

جدول (٥-٤) حساب معامل ساعة الذروة (يسار)

PHF LT

9:45-10:00	6			6
10:00-10:15	5			5
10:15-10:30	5	1		6
10:30-10:45	4	1		5

total V	22
PHF	0.916667

جدول (٥-٥) حساب معامل ساعة الذروة (وسط)

PHF TH

3:00-3:15	10	1	0	11
3:15-3:30	11	1	0	12
3:30-3:45	14	0	0	14
3:45-4:00	17	1	0	18

total V	55
PHF	0.763889

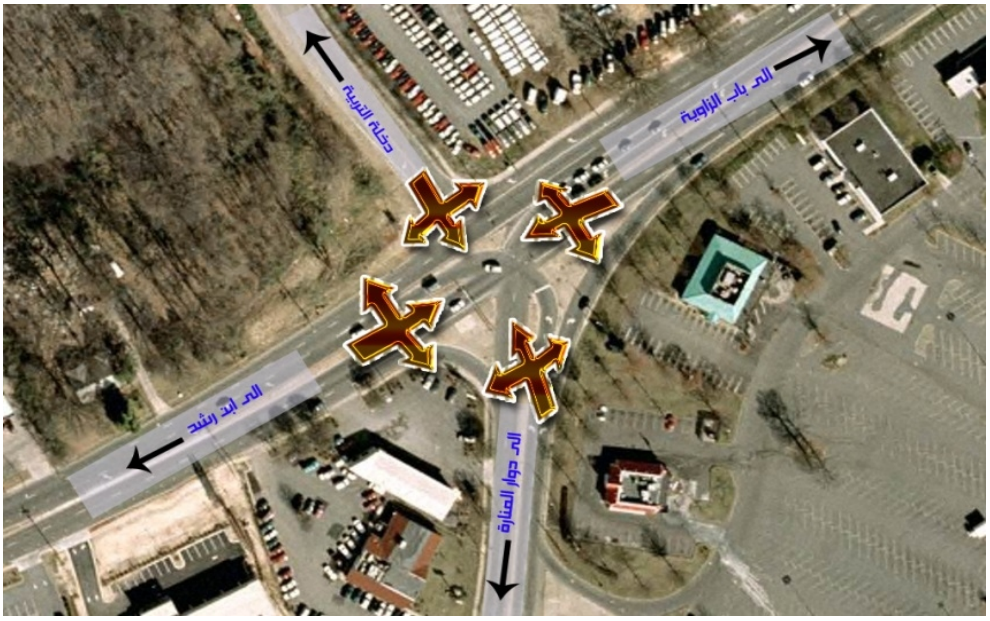
جدول (٥-٦) حساب معامل ساعة الذروة (يمين)

PHF RT

2:00-2:15	29			29
2:15-2:30	28			28
2:30-2:45	23			23
2:45-2:00	19			19

total V	99
PHF	0.853448
PHF avg	0.844668

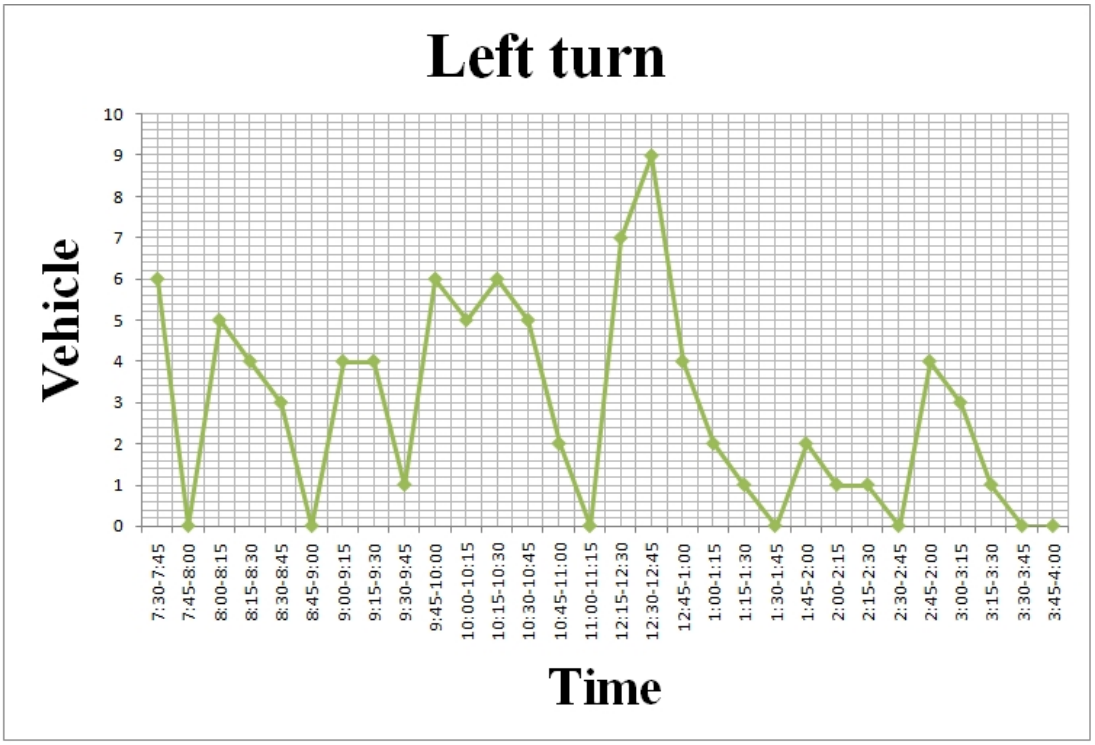
شكل (٥-٥) مفرق الحسين.



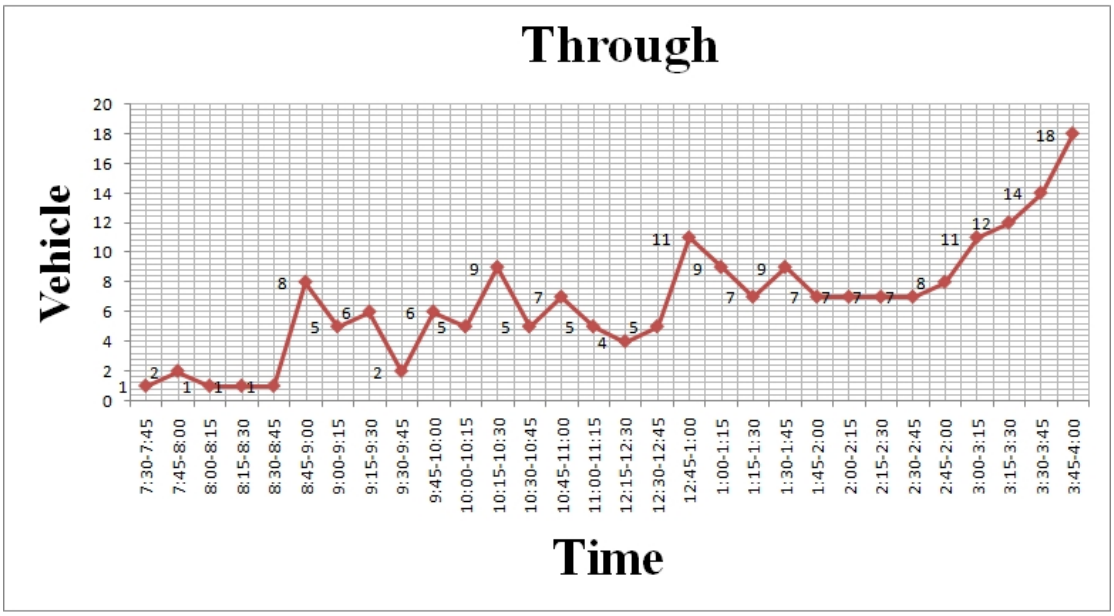
شكل (٥-٦) مفرق التربية

جدول (٥-٧) العد في مفرق التربية

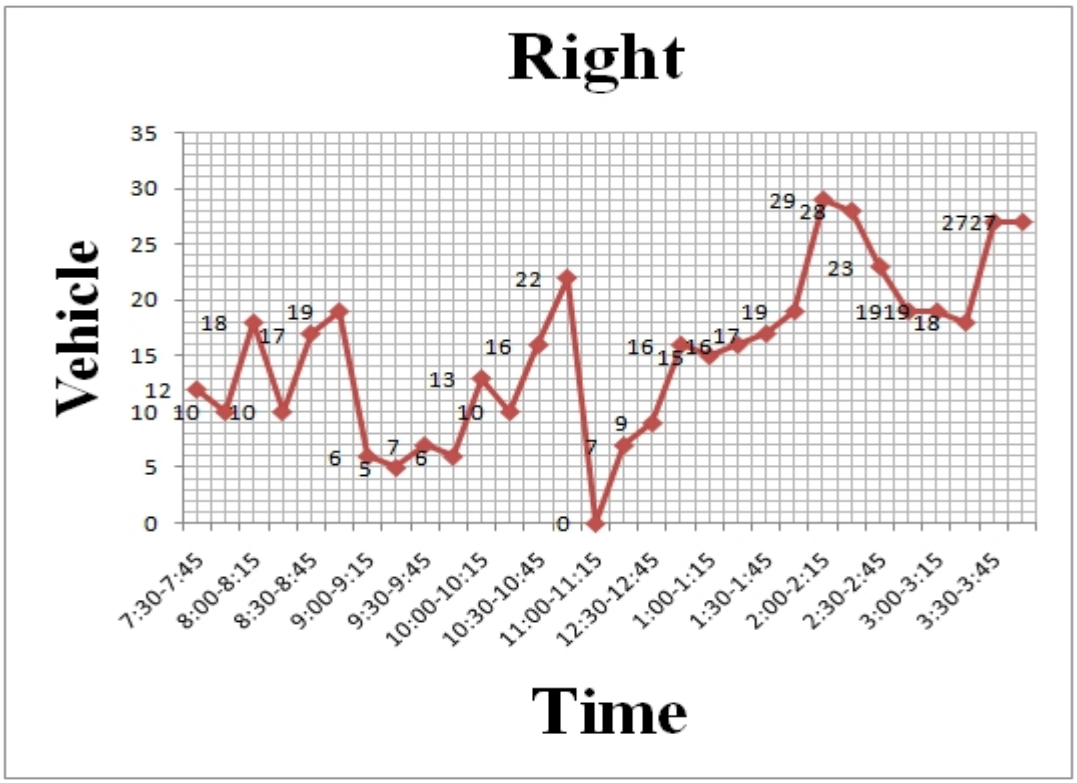
Left Turn (LT)				Through (TH)				Right (RT)			
PC	HV	BUS	Total	PC	HV	BUS	Total	PC	HV	BUS	Total
4		2	6	1	0	0	1	12			12
			0	2	0	0	2	7	1	2	10
5			5	1	0	0	1	18			18
4			4	1	0	0	1	10			10
3			3	1	0	0	1	17			17
			0	8	0	0	8	19			19
4			4	5	0	0	5	6			6
4			4	6	0	0	6	4		1	5
1			1	2	0	0	2	7			7
6			6	6	0	0	6	6			6
5			5	5	0	0	5	13			13
5	1		6	9	0	0	9	10			10
4	1		5	4	1	0	5	15	1		16
2			2	6	0	1	7	20		2	22
			0	5	0	0	5				0
7			7	4	0	0	4	7			7
8	1		9	5	0	0	5	8		1	9
4			4	9	2	0	11	16			16
1		1	2	8	1	0	9	15			15
1			1	7	0	0	7	16			16
			0	9	0	0	9	17			17
2			2	7	0	0	7	18		1	19
1			1	7	0	0	7	29			29
1			1	6	1	0	7	28			28
			0	7	0	0	7	23			23
3		1	4	8	0	0	8	19			19
3			3	10	1	0	11	19			19
	1		1	11	1	0	12	18			18
			0	14	0	0	14	27			27
			0	17	1	0	18	27			27
			86				200				460



شكل (٥-٧) الحجم المروري لكل ربع ساعة (يسار)



شكل (٥-٨) الحجم المروري لكل ربع ساعة (وسط)



شكل (٥-٩) الحجم المروري لكل ربع ساعة (يمين)

- **حساب** peak hour factor **في مفرق التربية**

جدول (٥-٨) حساب معامل ساعة الذروة (يسار)

PHF LT

12:15-12:30	1			1
12:30-12:45	3			3
12:45-1:00	1			1
1:00-1:15	1			1

total V	6
PHF	0.5

جدول (٥-٩) حساب معامل ساعة الذروة (وسط)

PHF TH

10:45-11:00	4			4
11:00-11:15	2			2
12:15-12:30	2			2
12:30-12:45	5			5

total V	13
PHF	0.65

جدول (٥-١٠) حساب معامل ساعة الذروة (يمين)

PHF RH

12:45-1:00	7			7
1:00-1:15	3		1	4
1:15-1:30	1			1
1:30-1:45	3			3

total V	15
PHF	0.535714
PHF avg	0.561905

شكل (٥-١٠) مفرق التربية .

✓ ملاحظة :

يجب الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات المستخدم في التصميم وذلك بالتعويض عن أنواع المركبات بما يقابلها من مركبات صغيرة (عدد السيارات الصغيرة *١ ،عدد الحافلات *٢.٥ ،عدد الشحن*٣) .

بالنسبة لشارع مارلوقا لا يوجد مرور حالي فقمنا بالاستعانة بدراسة سابقة لتصميم شارع نمرة وذلك بالتعاون مع بلدية الخليل ، حيث أن شارع نمرة مشابه له في معظم ظروفه من حيث السرعة و الطبوغرافية و الغرض الـذي يؤديـه الطريق وقد حصلنا على النتيجة التالية:

متوسط أعداد المركبات لليوم الواحد كالتالي :

- متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد = 1867 مركبة.
- متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد = 150 مركبة.
- متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد = 63 مركبة.

فبذلك يكون متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد = 1867+150+63= 2080 .

نسبة السيارات = 1867 / 2080 × 100 = 90 %.

نسبة الباصات = 150 / 2080 ×100 = 7 %.

نسبة الشاحنات = 63 / 2080 ×100 = 3 %.

جدول رقم (٥-١١): أعداد ونسبة المركبات لكل نوع

أعداد ونسبة المركبات					
2-axle(Passenger)		2-axle		3-axle	
العدد	النسبة (%)	العدد	النسبة (%)	العدد	النسبة (%)
1867	90	150	7	63	3

الفصل السادس

٦

الفحوصات المخبرية والتصميم الإنشائي للطريق

الفصل السادس

الفحوصات المخبرية والتصميم الإنشائي للطريق

٦-١ مقدمة :

يعتبر التصميم الإنشائي للطريق من أهم الأمور التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تصميم الطريق، حيث أن التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف ومكوناتها ومواصفاتها حتى يتمكن الطريق من تحمل أوزان المركبات التي تسير عليه .

٦-٢ الأنواع الرئيسية للرصف :

تنقسم أنواع الرصف إلى نوعين رئيسين وهما:

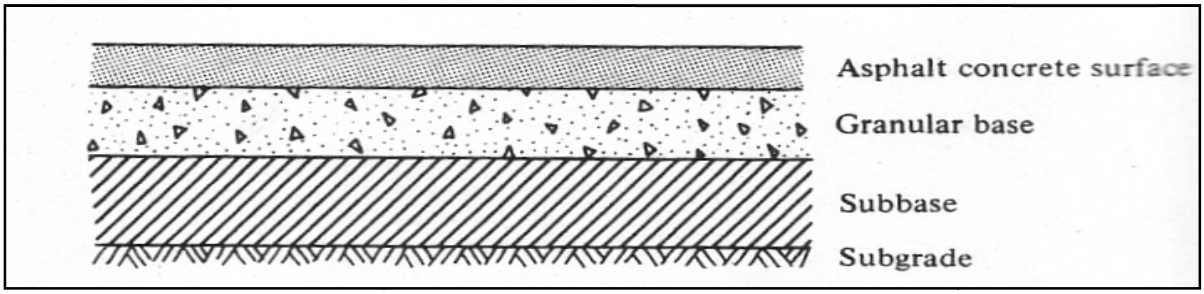
١. **الرصفة القياسية** (Rigid Pavement) :

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

٢. **الرصفة المرنة** (Flexible Pavement) :

وهي التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي، مهما اتخذ هذا السطح من أشكال وتعرجات.

والشكل التالي (٦- ١) يبين عناصر الرصفة المرنة:



شكل (٦-١) طبقات الرصفة المرنة

٦-٣ الفحوصات المخبرية :

تعتبر الفحوصات المخبرية لعينات التربة من أهم الأمور التي تقودنا إلى معرفة طبيعة ونوعية تربة المنطقة للانطلاق منها في عملية التصميم الإنشائي للطريق ومعرفة سماكات طبقات الرصف المطلوبة ، فقد تم اخذ عينة من تربة شارع مارلوقا وإجراء الفحوصات المخبرية عليها في مختبرات جامعة بوليتكنك فلسطين .

٦-٣-١ تجربة بروكتور القياسية (Standard Proctor Test):

إن غاية تجربة بروكتر هي تعيين الكمية اللازمة من الماء لتربة موضوعة تحت الرص للحصول على الكثافة العظمى، وهي ما تسمى كمية الماء المثالية ،حيث ان كثافة عينات التربة تختلف باختلاف كمية الماء الداخلة فيها فهي تزداد بازدياد كمية الماء حتى الكثافة العظمى ثم تبدأ بالتناقص مع ازدياد كمية الماء داخل العينة .

- **الأدوات المستخدمة** :

قمنا باجراء هذه التجربة على عينات تربة من طبقة (sub grade) وتم استخدام الأدوات التالية :

١. قالب بروكتور القياسي مع الغطاء المتحرك.
٢. مطرقة بروكتور القياسية ووزنها (5.5 باوند) وارتفاع السقوط (1ft) .
٣. وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء مع مسطرين وأداه غير حادة (spatula).
٤. منخل رقم 4" (#4).
٥. حفنات صغيرة.
٦. ميزان وفرن للتجفيف .

- **طريقة العمل** :

أما خطوات عمل التجربة فكانت كما يلي :

١. يتم توزين قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .
٢. تحضير عدد من الجفنات وتسجيل أوزانها فارغة وأرقامها .
٣. تحضير عينة التربة بوزن ٥ كغم مارة من منخل رقم ٤ .
٤. بناءا على نسبة الرطوبة التي تم حسابها لعينة التربة توضع كمية من الماء على العينة بحيث تصبح رطبة وتخلط بالمسطرين ثم تأخذ كمية من التربة وتوضع في قالب بروكتور وتدمك بمطرقة بروكتور بوضعها على العينة وسحبها بكامل طولها ثم تترك لتسقط نتيجة لثقلها كما يجب أن تصل المطرقة الى جميع أجزاء سطح العينة ، تكرر بحيث نقوم ب 25 ضربة على الثلاث طبقات كل طبقة على حده مع تجريح سطح الطبقة حتى تتماسك الطبقات مع بعضها .
٥. يزال غطاء قالب بروكتور ويمسح ما يزيد عن وجهة القالب من العينة المرصوصة باستعمال أداه غير حادة (spatula) ويسوى سطح القالب.
٦. يتم توزين قالب بروكتر مع التربة المدموكة بداخله.
٧. تزال العينة من القالب باستعمال جهاز إخراج العينات .
٨. تأخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنه وتزن الجفنة مع العينة، ثم توضع الجفنة في الفرن لمدة ٢٤ ساعة لتزن الجفنة مع العينة المجففة في اليوم التالي .
٩. تعاد العينة إلى وعاء الخلط وتحرك جيدا وفي كل مرة تزيد فيها نسبة الماء حوالي ٣% بحيث تكرر العملية(تكرر الخطوات من ٤ إلى ٨) حتى يبدأ وزن القالب مع العينة بالنقصان برغم زيادة الماء.

- **النتائج والحسابات** :

القوانين التي تم استخدامها في الحسابات فهي كما يلي :

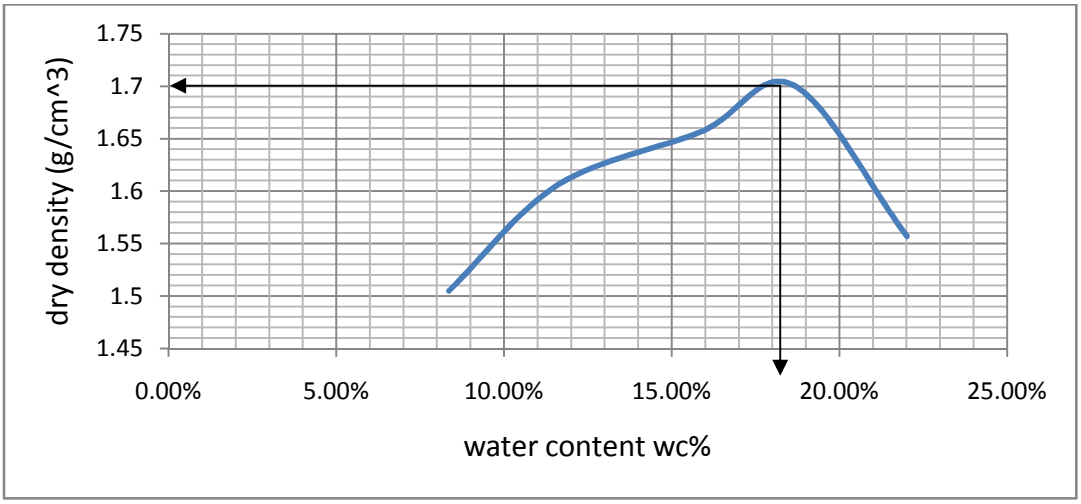
- نسبة الرطوبة = وزن الماء ÷ وزن العينة جافة.
- وزن الماء = وزن الجفنة مع العينة رطبة – وزن الجفنة مع العينة جافة.
- وزن العينة جافة = وزن الجفنة مع العينة جافة – وزن الجفنة.
- الكثافة الرطبة = وزن العينة رطبة ÷ حجم العينة (حجم العينة = حجم قالب بروكتور).
- الكثافة الجافة = الكثافة الرطبة ÷ (1+ نسبة الرطوبة).
- ترسم علاقة بيانية بين نسبة الماء والكثافة الجافة بناءا على النتائج، ومنة تؤخذ الكثافة العظمى (Maximum Density) ونسبة الماء المثالية (Optimum moisture content).
- حجم القالب = ٩٤٤سم٣

يظهر في الجدول التالي قيم الكثافة الرطبة والكثافة الجافة وكافة المعلومات الاخرى الضرورية في التجربة :

جدول رقم (٦-١) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات التربة [١]

Test no	1	2	3	4	5
Assumed water content	3%	6%	9%	12%	15%
weight of the mold	3384.5	3384.5	3384.5	3384.5	3384.5
weight of the mold +moist soil	4924.5	5076.9	5197.5	5289.9	5178.5
weight of the moist soil	1540	1692.4	1813	1905.4	1794
Moist unit weight	1.631	1.793	1.921	2.018	1.9
Moisture can no	2	E11	A6	C6	21
weight of moist can	30.9	31.7	32	32.1	30.6
weight of can + moist soil	191.6	229.7	209.9	226.9	209
weight of can + dry soil	179.2	209.1	185.5	196.3	176.8
Moisture content	8.36%	11.61%	15.90%	18.64%	22.02%
Dry unit weight	1.505	1.606	1.657	1.701	1.557

[١] مرجع رقم ٧



شكل رقم (٦_٢) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة

من الرسم البياني الموضح في الشكل بالأعلى نجد أن:-

- **أقصى كثافة جافة** (maximum density) = ١,٧٠٧ **غم/سم**^{3}.
- **نسبة الماء المثالية**(Optimum moisture content) = ١٨,١%.

٦-٣-٢ نسبة تحمل كاليفورنيا California Bearing Ratio) CBR):

وهي عبارة عن تجربة مخبرية لقياس الضغط اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة تحميل معينة في عينة من التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة ومقارنتها مع نتائج اختبار تربة قياسية ، وتهدف هذه التجربة إلى تحديد قوة تحمل التربة الأساسية وطبقة أساس الطرق والمطارات، وبالتالي فان هذه التجربة تساعد في الحكم على قابلية عمل طبقة التربة كطبقة أساس أو أساس مساعد وتساعد أيضا في تصميم سمك طبقات الرصف ، وتستخدم التجربة خاصة من اجل الرصف المرن ، ويبين الجدول التالي المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن :

جدول رقم (٦-٢) : المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن

الطبقة	نسبة تحمل كاليفورنيا (%)
طبقة التأسيس(Sub grade)	8 كحد أدنى

أساس مساعد (Sub –base course)	40 كحد أدنى
أساس(Base course)	80 كحد أدنى

ويبين الجدول التالي مقدار الحمل القياسي (stsndard load value) للتربة النموذجية المستخرجة من إحدى مقالع كاليفورنيا :

جدول رقم(٦_٣):standard load value[٢]

وحدة الوزن القياسية (كغم)	مقدار الاختراق (ملم)
1370	2.5
2055	5.00
2630	7.5
3180	10
3600	12.7

- **الأدوات المستخدمة** :

١. منخل رقم 20 ملم (3/4") .

٢. قالب معدني اسطواني قطرة الداخلي 152 mm وارتفاعه الداخلي 178 mm مع قاعدة وصفيحة علوية وحلقة إضافية ارتفاعها 61.5 mm توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص.

٣. مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة 1935 mm² وطول 250 mm .

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

٥. مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها 4.54 kg (10باوند).

٦. ميزان يزن لغاية 25 كغم .

٧. جهاز إخراج العينات.

[٢] مرجع رقم ٧

- **طريقة العمل** :

١. نجهز حوالي 5 كيلو غرام من التربة المارة من منخل (3/4") ويتم خلطها جيدا مع كمية الماء المناسبة تبعا للمحتوى المائي المطلوب.

٢. اخذ عينات من التربة لتحديد المحتوى المائي .

٣. حساب وزن القالب الاسطواني فارغ بدون القاعدة والحلقة .

٤. يتم دمك التربة حسب طريقة الدمك المعدلة بمطرقة تزن (10باوند) وعلى ٥ طبقات ويتم دمك كل طبقة 56 ضربة .

٥. نفصل الحلقة المعدنية عن القالب الاسطواني ثم نزيل التربة الزائدة ليتساوى سطح التربة مع سطح القالب وفي حالة وجود فجوات نضيف تربة لسدها من نفس التربة.

٦. فصل القاعدة والحلقة ثم حساب وزن القالب الأسطواني مع التربة، ومنه نحدد وزن وكثافة التربة.

٧. وضع العينة في آلة قياس الضغط ثم وضع أوزانا لا تزيد عن 4.5 كيلو جرام وصفر مؤشر الضغط وكذلك مؤشر الاختراق.

٨. بعد انتهاء الاختبار نستخرج عينة التربة ثم نأخذ عينات من الثلث الأول والوسط والأخير لتحديد المحتوى المائي للتربة المدموكة.

٩. نرسم منحنى الضغط (كيلو غرام) مع الاختراق (ملم) ثم نسجل مقدار الاختراق عند 2.5 ملم و5ملم ثم نحدد قيمة التحمل باستخدام المعادلات الموضحة في الحل .

- **النتائج والحسابات** :

وزن القالب فارغ = 7720 غم .

وزن القالب + التربة المدموكة = 12540 غم.

حجم القالب = 2124 سم٣ .

بعد الانتهاء من عمل التجربة يتم الحصول على الجدول التالي الذي يمثل قيم الحمل بوحدة(div) عند غرز محدد ، ويتم تحويل هذا الحمل إلى وحدة (kg) وذلك بضرب الحمل ب ثابت الجهاز للتحويل ويساوي(2.54)

جدول رقم (٦_٤): العلاقة بين الحمل القياسي وقيم الغرز[٣]

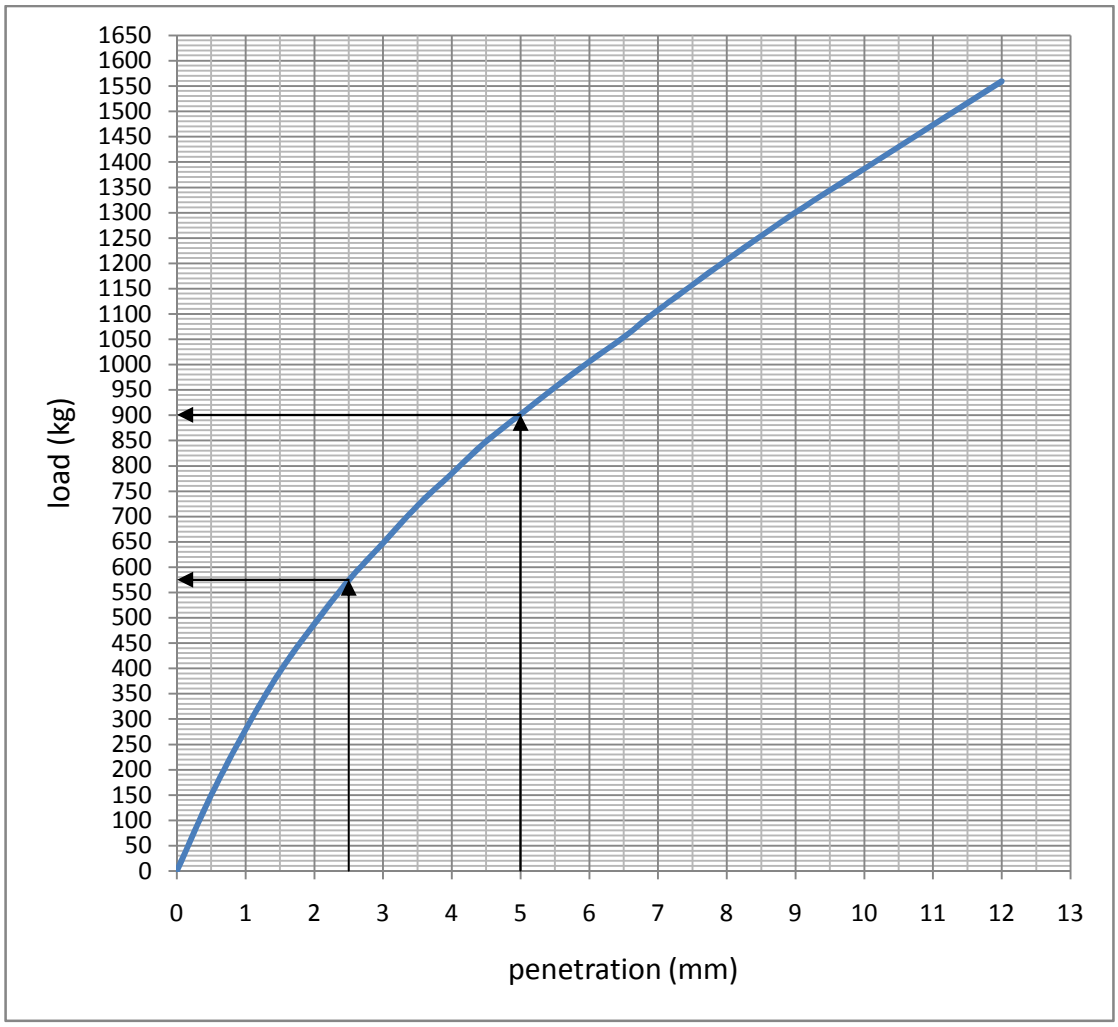
Penetration (div)	Penetration (mm)	Dial reading (load) div	Load (kg)	Stress Kg/cm2
0	0	0	0	0
50	0.5	59	149.86	7.745
100	1	110	279.4	14.439
150	1.5	155	393.7	20.346
200	2	192	487.68	25.203
250	2.5	226	574.04	29.666
300	3	255	647.7	33.473
350	3.5	284	721.36	37.280
400	4	309	784.86	40.561
450	4.5	334	848.36	43.843
500	5	355	901.7	46.600
550	5.5	376	955.04	49.356
600	6	396	1005.84	51.981
650	6.5	415	1054.1	54.475
700	7	436	1107.44	57.232
800	8	475	1206.5	62.351
900	9	512	1300.48	67.208
1000	10	546	1386.84	71.671
1100	11	580	1473.2	76.134

[٣] مرجع رقم ٧

1200	12	614	1559.56	80.597

بعد عمل الاختبار نقوم برسم المنحنى بين القوة على المكبس وقيمة الغرز المماثلة ويتم الحصول على الحمل المسبب للاختراق عند 2.5 و 5 ملم وذلك للحصول على قيمة ال CBR حسب القانون التالي :

$$CBR = \frac{Load\ carries\ by\ specimen}{Load\ carries\ by\ standard\ specimen} \times 100\%$$



شكل رقم (٦_٣): العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 56 ضربة

بالتالي وبناء على الشكل السابق تكون قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا كما يلي :

$$CBR = \frac{Load\ carries\ by\ specimen}{Load\ carries\ by\ standard\ specimen} \times 100\%$$

$$CBR\ (\text{at } 2.5\text{mm penetration}) = \frac{574.04}{1370} \times 100\% = 41.9\%$$

$$CBR\ (\text{at } 5.0\text{mm penetration}) = \frac{901.7}{2055} \times 100\% = 43.9\%$$

فبذلك تكون قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا لطبقة ال (sub grade) **تساوي** 43.9% .

٦_٤ تصميم الرصفة المرنة :

اعتمدنا في حساب سمك طبقات الرصف على نظام AASHTO:

(American Association of State Highway and Transportation Officials)

٦_٤_١ حساب قيمة Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load.(ESAL) :

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

حيث أن

ESAL=Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load.

f_d=Design lane factor.

G_f= Growth factor.

AADT =First year annual average daily traffic.

N_i= number of axles on each vehicle.

f_E= load equivalency factor.

ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول التالي :

جدول(٦_٥) نسبة المركبات في المسرب الواحد (f_d) [٤]

عدد حارات الطريق في الاتجاهين	نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية من حجم مركبات النقل الكلي

[٤] مرجع رقم ٧

2	50%
4	45%
6 أو أكثر	40%

بناء على الجدول أعلاه فان قيمة f_d هي القيمة المقابلة لعدد حارات الطريق (2 lanes)،اي مسرب في كل اتجاه ، وتساوي 50% .

أما قيمة growth factor (G_f) فيتم الحصول عليها من الجدول التالي :

جدول رقم(٦-٦): معامل النمو (Growth factor) [٥]

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60

[٥] مرجع رقم ٧

19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

سيتم تصميم الطريق على اعتبار ان مدة التصميم المستقبلي تساوي 20 سنة ، ونسبة الزيادة المتوقعة في النمو 4% ، فبالاعتماد على هذه البيانات وبالنظر الى الجدول رقم (٦_٦) فان قيمة G_f تساوي 29.78 % .

وبعد ذلك سيتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات المختلفة من الجدول التالي:

جدول رقم (٦-٧) : تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية(Load Equivalency factor)[٦]

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	2.29
8.9	2,000	0.00018		187.0	42,000	25.64	2.51
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209	0.0003	195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043	0.001	204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430	0.003	213.5	48,000	44.50	4.17

[٦] مرجع رقم ٧

40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	4.51
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		5.23
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		5.63
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		6.04
62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		6.93
71.2	16,000	0.623	0.0472	249.0	56,000		7.41
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		7.92
80.0	18,000	1.00	0.0773	258.0	58,000		8.45
84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		9.01
89.0	20,000	1.51	0.1206	267.0	60,000		9.59
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		10.20
97.8	22,000	2.18	0.180	275.8	62,000		10.84
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		11.52
106.8	24,000	3.03	0.260	284.5	64,000		12.22
111.2	25,000	3.53	0.308	289.0	65,000		12.96
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		13.73
120.0	27,000	4.71	0.426	298.0	67,000		14.54
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		15.38
129.0	29,000	6.14	0.572	307.0	69,000		16.26
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		17.19
138.0	31,000	7.88	0.753	316.0	71,000		18.15
142.3	32,000	8.88	0.857	320.0	72,000		19.16
146.8	33,000	9.98	0.971	325.0	73,000		20.22
151.2	34,000	11.18	1.095	329.0	74,000		21.32
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000		22.47
160.0	36,000	13.93	1.38	338.0	76,000		23.66
164.5	37,000	15.50	1.53	342.5	77,000		24.91
169.0	38,000	12.20	1.70	347.0	78,000		26.22
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000		27.58
178.0	40,000	21.08	2.08	365.0	80,000		28.99

من الجدول السابق تم الحصول على معامل الحمل المكافئ(Load equivalency factor) بناء على أن الحمل الواقع على (Passenger car) يساوي 10 Kn/axle ، والحمل الواقع على (tow axle single unit trucks) يساوي 100Kn/axle ، والحمل الواقع على (three axle single unit trucks) يساوي 110 Kn/axle وباستخدام طريقة (interpolation) تم الحصول على النتائج التالية :

Load equivalency factor for Passenger car (f_E) =0.0003135

Load equivalency factor for tow axle single unit trucks (f_E) = 0.1980889

Load equivalency factor for three axle single unit trucks(f_E) = 0.29491

والمثال التالي يوضح طريقة حساب قيم f_E :

8.9 ⟶ 0.00018

10 ⟶ $f_E(10)$

13.35 ⟶ 0.00072

$$\frac{10-8.9}{13.35-8.9} = \frac{f_E\ 10\ -0.00018}{0.00072-0.00018}$$

$f_E(10) = 0.0003135$

وبالاعتماد على أعداد ونسب المركبات التي تم الحصول عليها جدول رقم(٥_٣)،نحسب قيمة ESAL لكل نوع من أنواع المركبات على حده ، ومن ثم تجمع القيم لنحصل على Total ESAL كما يلي :-

ESAL (passenger) = 0.5*29.78*2080*365*0.9*2*0.0003135

= 6379

ESAL (tow axle single unit trucks)=0.5*29.78*2080*365*0.07*2*0.1980889

=313501

ESAL (three axle single unit trucks)=0.5*29.78*2080*365*0.03*3*0.29491

=300042

ESAL (total) = 619922

٦_٤_٢ حساب سماكات طبقات الرصف :

٦_٤_٢_١ معامل الرجوعية (Mr):

يعتبر معامل الرجوعية مقياسا لمقاومة أي طبقة من طبقات القطاع الإنشائي للرصف ، ويتم إيجاد قيمة هذا المعامل عن طريق إجراء التجارب المخبرية المناسبة لكل طبقة من الطبقات الانشائية للطريق، ويمكن تعيين قيمة تقديرية لهذه المعاملات بناء على نتائج اختبارات نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) ، وبالنسبة لطبقات الأســـاس من المواد الحصوية فيمكن استخدام قيم معامل الرجوعية المقابلة لنسب تحمل كاليفورنيا المقابلة لها والمبينة في الجدول التالي:

جدول رقم (٦-٨): معامل الطبقة لطبقة الأساس الحصوية (a2) المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا للطبقة وكذلك معاملات الرجوعية (Mr)[٧]

نسبة تحمل **كاليفورنيا** (CBR)	**معامل قوة الأساس**(a2)	Mr **رطل / بوصة ٢**
20	-	-
25	-	-
30	-	-

[٧] مرجع رقم ٧

21000	0.105	40
25000	0.120	55
27000	0.130	70
30000	0.140	100

٦_٤_٢_٢**الانحراف المعياري العام** (Estimated overall standard deviation):

وهو يعبر عن التباين في توقعات حركة المرور والاختلاف في أداء رصفة الطريق خلال فترة تجهيز التصميم .

جدول رقم (٦_٩):الانحراف المعياري حسب نوع الطريق S_0[٨]

نوع الطريق	S_0
طريق مرنة(Flexible pavement)	٠.٥-٠.٤
طريق صلبة (Rigid Pavement)	٠.٤-٠.٣

بناء على الجدول أعلاه سيتم اعتبار قيمة الانحراف المعياري 0.5 وذلك لان الطريق مرنة .

٦_٤_٢_٣ **الرقم الإنشائي** (SN):

وهو عبارة عن رقم دليلي ناتج من تحليل المرور وتربة التأسيس والقدرة على تصريف المياه من الطبقات والذي يمكن تحويله إلى سمك الطبقات المختلفة لطبقات الرصف المرن، عن طريق استخدام معاملات الطبقات a2، a1 ، ويتم استخدام المعادلة التالية :

SN = a1 D1 + a2 m2 D2+a3 m3D3

[٨] مرجع رقم ٧

والجدول التالي يبين مقدرة طبقة الأساس على تصريف الأمطار فيتم تقديرها على أساس سرعة تصريف المياه من الطبقة وعموما يمكن القول إن درجة التصريف تكون جيدة إذا تم التخلص من المياه خلال 24 ساعة أما إذا احتفظت الطبقة بالمياه لمدة شهر فتعتبر درجة التصريف ضعيفة كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول رقم (٦_١٠) : تعريف جودة التصريف للمياه[٩]

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

أما قيمة(m2) فيتم تحديدها حسب ظروف التشغيل كما هو مبين في الجدول التالي:

جدول رقم (٦_١١) : معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (mi)[١٠]

percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation				
quality of drainage	less than 1 percent	1-5 percent	5-25 percent	greater than 25 percent
excellent	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
good	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
fair	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-	0.8

[٩] مرجع رقم ٧
[١٠] مرجع رقم ٧

			0.80	
poor	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
very poor	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

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

٦_٤_٢_٤ موثوقية تصميم الرصفة المرنة:

تحدد موثوقية تصميم الرصفة المرنة مستويات الضمان لمقاطع الطريق المصممة لبقائها على قيد الحياة خلال الفترة التصميمية، ويرمز لها بالرمز R وهي اختصار ل (Reliability) .

جدول رقم (٦_١٢): مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق[١١]

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

طريق التصميم عبارة عن Collector وبالتالي فان مستوى الموثوقية بناء على الجدول رقم (٦-١٢) يساوي 80.

أما قيم الانحراف المعياري(ZR) في قيم الموثوقية لتصميم الرصفة المرنة يتم أخذها من الجدول التالي :

جدول رقم(٦_١٣) :قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية[١٢]

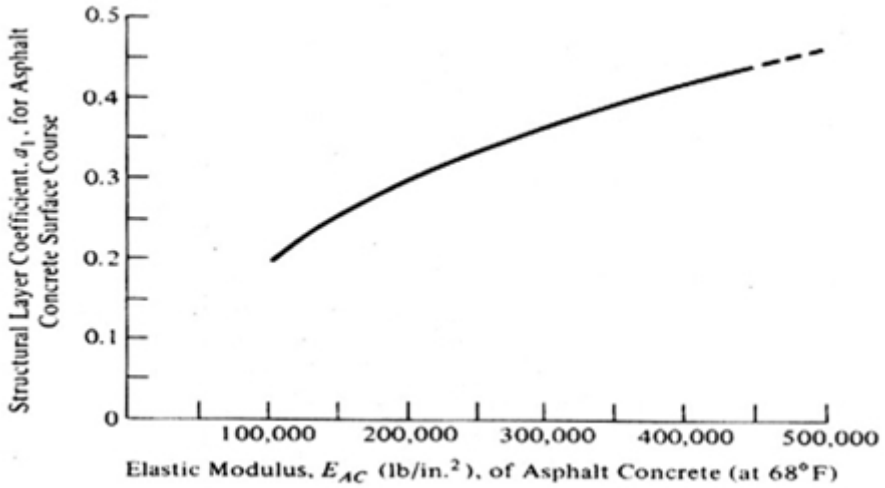
[١١] مرجع رقم ٧

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

وبأخذ مقدار الثقة 80% ،فإن قيمة (ZR) وهي الانحراف المعياري في قيم الموثوقية لتصميم الرصفة المرنة تساوي 0.841- .

والأشكال التالية تبين معامل طبقة (asphalt) a1 ، وطبقة (base course) a2 :

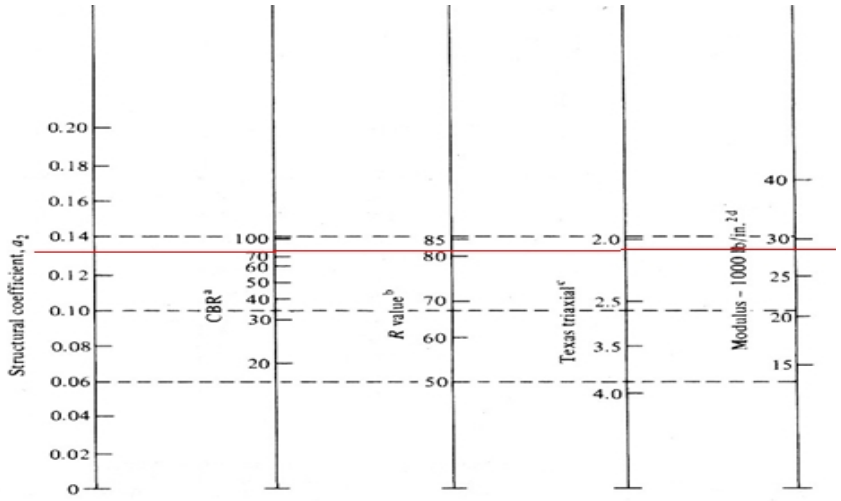
[١٢] مرجع رقم ٧



شكل رقم (٦_٤) منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية (a1)[١٣]

حيث أن قيمة Elastic modules عند درجة حرارة 20 درجة سلسيوس أو 68 فهرنهايت تساوي 500000(lb/in^2) وبالتالي ومن الشكل رقم (٦_٤) فان قيمة قيمة (a1) تساوي 0.44 .

والشكل التالي يبين معامل طبقة (Base) الذي يستوجب معرفة قيمة (CBR) له، سوف يتم التصميم في أسوا الظروف في الموقع أي عند قيمة CBR مساوية 80.

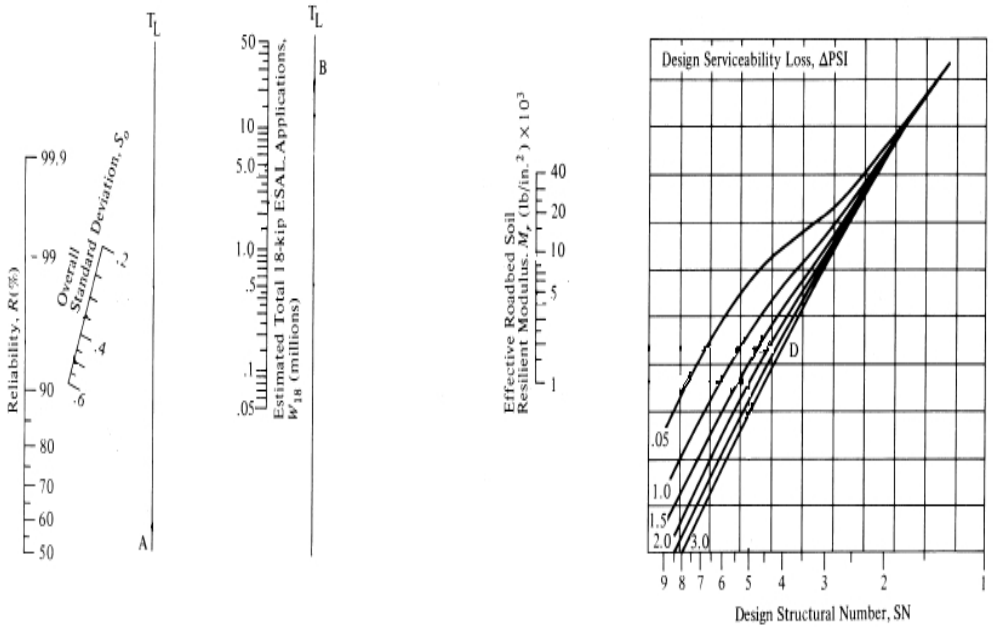


شكل رقم (٦_٥)معامل طبقة (Base) a2[١٤]

[١٣] مرجع رقم ٧
[١٤] مرجع رقم ٧

فباعتماد قيمة CBR تساوي 80 لطبقة (base course)،فان قيمة a2 من الشكل السابق تساوي 0.132

يستخدم الشكل التالي لإيجاد الرقم الإنشائي لطبقة (Base) وطبقة (sub grade) :



شكل رقم (٦_٦) : منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN لطبقات الرصفة المرنة.[١٥]

أولا : إيجاد قيمة (SN) لطبقة (Base):

- ✓ R= 80
- ✓ S0=.٥
- ✓ ESAL= 619922
- ✓ CBR = 80 % ومن الجدول رقم (٦_٨) يتم إيجاد قيمة Mr ، حيث نلاحظ من الجدول أن قيمة Mr عند (CBR= 80) غير موجودة فيتم إيجادها عن طريق عمل Interpolation كما يلي :

CBR at(70) ⟶ 27000

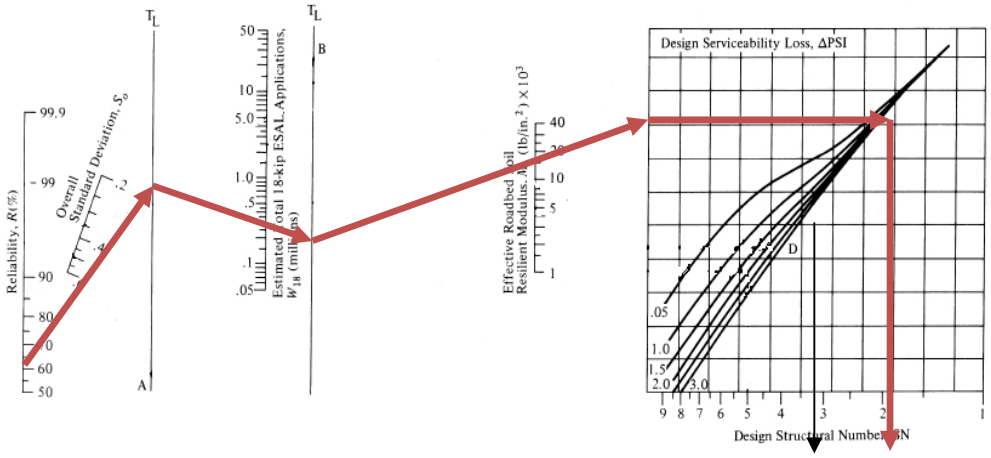
CBR at(80) ⟶ x

[١٥] مرجع رقم ٧

CBR at(100) ⟶ 30000

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

وبالتالي فإن قيمة (Mr) الناتجة لطبقة (Base) تساوي (28000 Psi)، والشكل التالي يبين طريقة ايجاد قيمة (SN1):



شكل رقم (٦_٧) منحنى إيجاد الرقم الإنشائي SN1[١٦]

وبناء على الشكل السابق يكون قيمة SN1 تساوي 1.9 .

ثانيا : إيجاد قيمة (SN) لطبقة (sub grade):

- ✓ R= 80
- ✓ S0=0.5
- ✓ ESAL =619922
- ✓ CBR = 43.9 % ولايجاد قيمة Mr من الجدول رقم (٦_٨) :

CBR at(40) ⟶ 21000

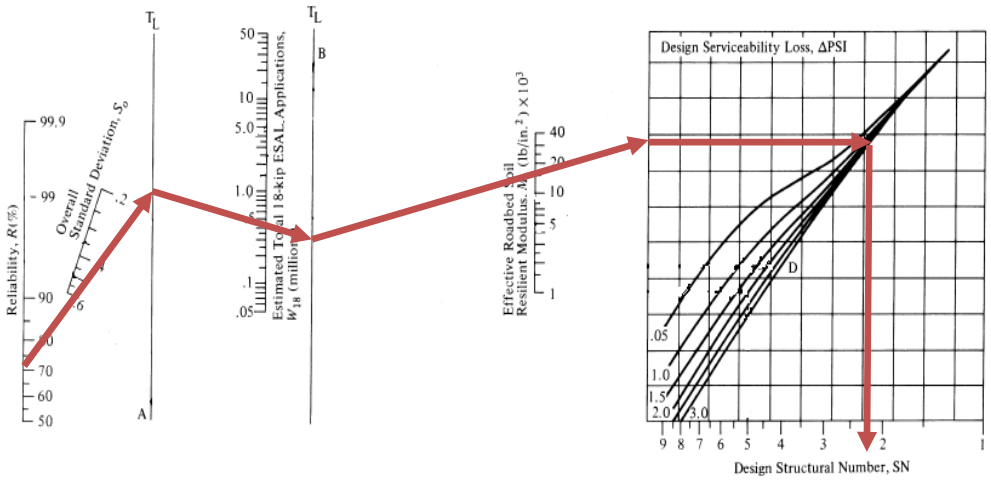
CBR at(43.9) ⟶ x

CBR at(55) ⟶ 25000

[١٦] مرجع رقم ٧

$$\frac{43.9-40}{55-40} = \frac{x-21000}{25000-21000}$$

وبالتالي فإن قيمة (Mr) الناتجة لطبقة sub grade تساوي (22040 Psi)، والشكل التالي يبين طريقة ايجاد قيمة (SN2):



شكل رقم (٦_٨): منحنى إيجاد الرقم الإنشائي SN2[١٧]

وبناء على الشكل السابق يكون قيمة SN2 تساوي 2.34

$D1 = SN_1/a_1$

$D1 = \frac{1.90}{0.44} = 4.31$ in

D1 = 4 in = 4*2.54 = 10.16

D1=10 cm

$SN_1 = a_1 * D1$

SN1= 0.44*4 = 1.76 in

$SN_2 = SN_1 + a2\ m\ D2$

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

$\frac{2.34-1.76}{0.132*0.8}$ =5.49in

[١٧] مرجع رقم ٧

D2= 6 in

D2=6*2.54=15.24

Select D2=**20 cm**

جدول رقم (٦_١٤):سماكات الطبقات الانشائية للمشروع

اسم الطبقة	السماكة (سم)
Asphalt	10
Base course	20

الفصل السابع

٧

كميات الحفر والردم والطبقات الإنشائية للطريق

الفصل السابع

كميات الحفر والردم والطبقات الإنشائية للطريق

٧- ١ مقدمة :

حساب الكميات هي خلاصة العمل في الطرق وهي من أهم الأمور التي نسعى إلي تحقيقها لما لها من أهمية في دارسة التكلفة وتسهيل طرح العطاءات ،فبعد الوصول إلى المسارين النهائيين (الأفقي والرأسي) لا بد وأن ينتج لدينا كميات حفر وردم للوصول إلى منسوب سطح الطريق التصميمي المخصص للمركبات ،لذلك فقد تم الحصول على المعلومات اللازمة من الحقل لكافة المقاطع العرضية التي تمكننا من حساب مساحاته بالإضافة إلى عناصر التصميم المختلفة ،وبمعرفة مساحات المقاطع العرضية والتباعدات بينها يمكن حساب كميات الحفر أو الردم بين كل مقطعين متتاليين وبالتالي حساب جميع الأعمال الترابية اللازمة لكامل المشروع.

٧- ٢ العوامل المؤثرة في حساب الكميات :[١]

١. المقطع العرضي للطريق : هو الجزء المحصور بين الأرض الطبيعية للمسار الطريق والخط التصميمي للطريق ، فكلما كان الفرق بين قراءات الأرض الطبيعية والمستوي التصميمي كبير كانت الكميات الناتجة كبيرة والعكس صحيح .

٢. قراءات الأرض الطبيعية للطريق : حيث أن شكل المقطع العرضي يجب التقيد به في عملية الرفع المساحي للمسار الطريق .

[١] مرجع رقم ٨

٣. الخط الإنشائي للطريق : وهو خط الإنشاء الذي يتم تصميمه بما يتناسب مع معايير التخطيط الراسي للطريق .

٧-٣ جدول كميات الحفر والردم الصافي للمسار :

جدول رقم (٧_١): كميات الحفر والردم لمسار الطريق

Station	cut		fill		Cumulative volumes	
	Sq.M Areas	Cu.M Volume	Sq.M Areas	Cu.M Volume	Cu.M cut	Cu.M fill
0+000.45	0.96	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00
0+020.22	7.65	87.18	0.01	3.70	87.18	3.70
0+040.00	7.96	156.41	2.15	20.83	243.59	24.53
0+060.00	6.79	147.52	2.45	45.93	391.11	70.46
0+080.00	1.87	86.19	1.28	37.62	477.30	108.09
0+100.00	8.53	103.29	10.56	119.88	580.59	227.97
0+120.00	12.43	209.17	16.04	266.99	789.76	494.96
0+140.00	10.16	225.92	18.45	344.84	1,015.68	839.80
0+160.00	6.59	167.44	19.69	381.34	1,183.12	1,221.14
0+180.00	4.24	108.27	18.88	385.65	1,291.39	1,606.80
0+200.00	2.38	66.19	13.78	326.60	1,357.58	1,933.39
0+220.00	0.00	23.78	23.22	370.07	1,381.36	2,303.47
0+240.00	0.00	0.00	20.58	449.02	1,381.36	2,752.49
0+260.00	0.00	0.00	16.82	376.36	1,381.36	3,128.84
0+280.00	0.00	0.00	10.61	274.30	1,381.36	3,403.15
0+300.00	0.00	0.00	13.16	237.68	1,381.36	3,640.82
0+320.00	2.55	25.61	13.99	263.21	1,406.96	3,904.03
0+340.00	4.11	67.17	24.24	365.09	1,474.13	4,269.13
0+360.00	5.92	101.19	0.57	240.80	1,575.32	4,509.93
0+380.00	2.07	79.92	1.10	16.61	1,655.24	4,526.54
0+400.00	2.07	41.36	0.64	17.30	1,696.60	4,543.84
0+420.00	2.38	44.34	0.41	10.60	1,740.94	4,554.44
0+440.00	0.00	23.70	8.37	87.99	1,764.64	4,642.43

0+460.00	2.40	23.80	0.91	92.82	1,788.45	4,735.24
0+480.00	15.70	180.63	0.00	9.04	1,969.07	4,744.28
0+500.00	14.32	299.38	0.00	0.00	2,268.45	4,744.28
0+520.00	17.03	312.46	0.00	0.00	2,580.91	4,744.28
0+540.00	13.44	304.71	0.00	0.00	2,885.62	4,744.28
0+560.00	8.27	217.14	0.00	0.00	3,102.76	4,744.28
0+580.00	4.49	127.66	0.27	2.75	3,230.42	4,747.03
0+600.00	1.52	60.14	0.41	6.80	3,290.56	4,753.83
0+620.00	1.30	28.23	0.42	8.28	3,318.80	4,762.11
0+640.00	1.61	29.11	0.56	9.81	3,347.90	4,771.92
0+660.00	4.69	63.07	0.21	7.59	3,410.97	4,779.51
0+680.00	5.57	102.80	0.00	2.04	3,513.77	4,781.55
0+700.00	8.23	138.42	0.80	7.96	3,652.20	4,789.52
0+720.00	13.90	221.75	0.00	7.96	3,873.95	4,797.48
0+740.00	4.50	183.62	0.73	7.33	4,057.57	4,804.81
0+760.00	10.84	153.41	0.51	12.39	4,210.98	4,817.20
0+780.00	1.23	121.00	11.33	118.08	4,331.98	4,935.28
0+800.00	0.34	16.05	9.49	205.26	4,348.03	5,140.54
0+820.00	3.29	36.30	3.28	127.73	4,384.33	5,268.27
0+826.69	4.43	25.85	2.38	18.97	4,410.17	5,287.25

٧-٤ حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع

- الحجم الكلي للحفر = ٤٤١٠.١٧* ١.٢ (حيث ١.٢ معامل الانتفاخ للتربة)

  = ٥٢٩٢.٢٠٤ متر مكعب

- الحجم الكلي للردم =٥٢٨٧.٢٥* ١.١ (حيث ١.١ معامل الانكماش للتربة)

  = ٥٨١٥.٩٧٥متر مكعب

٧- ٥ حساب كميات الإسفلت وطبقة الأساس للمشروع :

حيث يعتمد حساب حجم الإسفلت على طول الطريق البالغ حوالي ٨٢٨ متر وعلى سمك طبقة الإسفلت التي تم حسابها في الفصل السادس وقد كان سمكها ١٠ سم، كما وتعتمد أيضا على مساحة المسارب المراد تعبيدها وهما مسربين عرض كل مسرب ٣.٥ متر وبالتالي فان كمية الإسفلت اللازمة لتعبيد الطريق تكون كما يلي :

- مساحة المسارب = ٢ *٣.٥*٨٢٨ =٥٧٩٦ م^{٢}
- حجم الإسفلت = ٥٧٩٦ * ٠.١ = ٥٧٩.٦ م^{٣}

ولحساب حجم طبقة الأساس يلزم معرفة سمك الطبقة حيث تم حسابها في الفصل السادس وكانت تساوي ٢٠سم ومساحة المسارب مع الأرصفة وهما مسربين ورصيفين فيكون العرض الكلي ١٠ متر وطول الطريق حوالي ٨٢٨ متر وبالتالي فان حجم طبقة الأساس اللازمة للمشروع تكون كما يلي :

- مساحة المسارب + الأرصفة = ٢*(٣.٥+١.٥) *٨٢٨ = ٨٢٨٠ م^{٢}
- حجم طبقة الأساس = ٨٢٨٠ * ٠.٢٠ = ١٦٥٦ م^{٣}

وسوف يتم حساب كمية البلاط اللازم للأرصفة بالمتر المربع كما يلي :

كمية البلاط اللازم للأرصفة = ٢ *٨٢٨ *١.٥

=٢٤٨٤ م^{٢}

وحساب كمية حجر الرصف بالمتر الطولي كما يلي :

كمية حجر الرصف = عدد الارصفة * طول الشارع

= ٢ * ٨٢٨ = ١٦٥٦ متر

الفصل الثامن

٨

التكلفة الكلية للمشروع

الفصل الثامن

التكلفة الكلية للمشروع

٨- ١ مقدمة :

تكمن أهمية معرفة التكلفة التقديرية النهائية للمشروع في التعرف على المبلغ المطلوب لتنفيذ هذا المشروع وتزويد الجهة الممولة بالتكاليف الواجب تغطيتها لتنفيذه فهي لها بالغ الأثر والأهمية في تنفيذ المشروع وبالتالي تساعدنا في تنفيذه بالوقت والكلفة والجودة المناسبة .

٨- ٢ حساب تكلفة الطريق :

يشمل حساب تكلفة الطريق جميع البنود التي تم دراستها في المشروع وسوف يتم حساب تكاليف كل طبقة من طبقات الرصف وجميع المواد والعناصر الإنشائية للطريق وذلك بالاعتماد على أسعار من عطاءات لمشاريع جرى تنفيذها في بلدية الخليل .

٨- ٣ ملخص التكلفة الكلية للمشروع :

٨- ٣- ١: تكلفة الحفر والردم :

حصلنا من الفصل السابق على كمية الحفر للمشروع حيث كانت تساوي 5292.204 متر مكعب أما كمية الردم فكانت 5815.975 متر مكعب وباعتماد سعر المتر المكعب من الحفر وسعر المتر المكعب من الردم فتكون التكلفة كما يلي :

تكلفة الحفر = حجم الحفر * سعر المتر المكعب للحفر

$ 34399.326 = 5292.204 *6.5

تكلفة الردم = حجم الردم * سعر المتر المكعب للردم

$ 29079.875= 5815.975*5

٨-٣-٢: تكلفة الطبقات الإنشائية :

تم اعتماد سعر المتر المربع من الإسفلت المشغول = ١٥$ والمتر المربع من طبقة الأساس المطلوبة للمشروع = $ 4.5 وبالاعتماد على مساحات المسارب والارصفة التي تم حسابها في الفصل السابع تكون الكميات كما يلي :

تكلفة الإسفلت = مساحة المسارب * سعر المتر المربع

$$15 * 5796 = 86940 \$$$

تكلفة طبقة الأساس = (مساحة المسارب + الأرصفة) * سعر المتر المربع =

$$4.5 * 8280 = 37260 \$$$

٨-٣-٣: تكلفة بلاط الأرصفة وحجر الرصف :

تكلفة بلاط الرصف = مساحة الارصفة * سعر المتر المربع

$$20 * 2484 = 49680 \$$$

تكلفة حجر الرصف = (2 * طول الرصيف) *سعر المتر الطولي

$$23.4 * (828 * 2) = 38750.4 \$$$

٨_٣_٤: التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق :

عملية الصيانة المستقبلية تتم على طبقة الإسفلت وسوف يتم اعتماد تكلفة صيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأيدي العاملة 17 $ فبالتالي فان قيمة التكلفة المستقبلية تكون كما يلي :

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

$$17 * 5796 = 98532 \$$$

جدول رقم(٨_١): تكاليف المواد المستخدمة في المشروع

البند	الوحدة	الكمية	السعر($)	التكلفة الكلية ($)
الحفر	Cu m	5292.204	6.5	34399.326
الردم	Cu m	5815.975	5	29079.875
طبقة الأساس	Sq m	8280	4.5	37260
طبقة الإسفلت	Sq m	5796	15	86940
حجر الرصف	L.m	1656	23.4	38750.4
بلاط الأرصفة	Sq m	2484	20	49680
صيانة مستقبلية	Sq. m	5796	17	98532
التكلفة الكلية				374641.601

الفصل التاسع

التكلفة الكلية للمشروع

٩- ١ النتائج :

- القيام بعمل مضلع وحساب إحداثيات محطاته بالاعتماد على نقاط GPS وتصحيحها من اجل الانطلاق منها لرصد تفاصيل الطريق والمعالم الموجودة به.
- رفع الطريق بشكل كامل والحصول على مخططات تفصيلية للطريق.
- عمل الفحوصات المخبرية وتجهيز التصميم الإنشائي للطريق والحصول على سماكات الطبقات بالاعتماد على الفحوصات المخبرية.
- تجهيز كافة التصميمات الأفقية و الرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها، وإعداد الخرائط المتعلقة بذلك.
- رسم المقطع التصميمي الطولي والعرضي للطريق.
- حساب حجوم الكميات من حفر وردم ,وحجوم طبقت الإسفلت وحساب التكلفة التقديرية .

٩- ٢ التوصيات :

- نحث الجامعة على التواصل مع مؤسسات وبلديات المجتمع المدني لطرح مشاريع تخرج تهم هـذه المؤسسات.
- ندعو إلى تدريب الطلبة على البرامج الحديثة في المجالات المختلفة عن طريق وجود مرونـة فـي الخطط التدريسية.
- إعداد مواصفات للطرق خاصة بالأراضي الفلسطينية.
- نوصي بلدية الخليل باستكشاف باقي الطرق المحلية الموجودة في المدينة والتي هي بحاجة لإعـادة تأهيل.

الفصل التاسع

٩

النتائج والتوصيات