بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة و التكنولوجيا

مشروع تخرج بعنوان

اعادة تأهيل وتصميم الطريق الواصل بين بئر حرم الرامة وطريق خط 35

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية في كلية الهندسة و التكنولوجيا

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

أسيد جبريل الشويكي **معتصم عاصم الجعبري** **مصطفى برهان الدين الجعبري**

إشراف

م.فيضي شبانة

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2012 م

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة و التكنولوجيا

مشروع تخرج بعنوان

اعادة تأهيل وتصميم الطريق الواصل بين بئر حرم الرامة وطريق خط 35

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية في كلية الهندسة و التكنولوجيا

استكمال لمتطلبات النجاح في مساق مقدمة مشروع التخرج للحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

أسيد جبريل الشويكي **معتصم عاصم الجعبري** **مصطفى برهان الدين الجعبري**

إشراف

م.فيضي شبانة

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2012 م

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة و التكنولوجيا

اعادة تأهيل وتصميم الطريق الواصل بين بئر حرم الرامة وطريق خط 35

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية في كلية الهندسة و التكنولوجيا

استكمال لمتطلبات النجاح في مساق مقدمة مشروع التخرج للحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

أسيد جبريل الشويكي	**معتصم عاصم الجعبري**	**مصطفى برهان الدين الجعبري**

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

توقيع اللجنة الممتحنة

.....	.....

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2012 م

الإهـــداء

الى من عرفته من السنة البشر , الى الروح التي حلقت وحطت في مطار قلبي , الى روح المرحوم الشيخ برهان الدين كامل الجعبري

الى رمز العطاء والبر والإحسان ، الذي غرس في قلوبنا معنى الحب والتضحية والوفاء وحب العطاء المتواصل ، فكان شعاره أن الرجال مواقف

إلى أبي.....

الى الصدر الحاني والقلب الكبير والعقل الواعي والتي زرعت فينا حب العلم والوطن.
إلى أمي.....

إلى كل من كان صرخة مدوية في زمن ساده الصمت.
إلى كل من احترقوا في الأفق مصافحي الشمس ليضيئوا المكان
وابقوا الراية مشرعة بلون الدماء كأنها جهنم يوم البلاء

شهدائنا الأبرار.....

الى هدية السماء الذين أحاطوني بالمحبة والإخاء الذين كانوا عونا لي أيام الشدة

أصدقائي .....

إلى كل لاجئ يحلم بالعودة لوطنه السليب لتبقى صورة الوطن محفورة في الوجدان مهما تقادم عليها الزمن

الى فلسطين .....

الشـــكر والـتـقديــر

في البداية الشكر لله تعالى الذي اعاننا على إخراج هذا العمل

وبين سطور تحمل في ثناياها روائح عطور أروع الأزهار نتقدم خلالها بجزيل الشكر وفائق الاحترام إلى

جامعة بوليتكنك فلسطين ممثلة بالهيئة التدريسية الذين كانوا لنا منارة العلم والعمل

صاحب القلب الصافي النقي الذي لا يعرف في يوم إلا الحب من كان له الدور الأعظم في مساندتنا والوقوف إلى جانبنا. الذي لم يبخل علينا بشيء إلا وقدمه لنا... إلى من تتراجع الكلمات التي يمكن أن نخطها امامه ولكنها لن تفيه حقه على الاطلاق ولكنها محاولة تحمل معاني الاحترام و الامتنان وبقدر ما نكن له في قلوبنا حب لدوره الكبير الذي يأبى أن يبقى على شكل كلمات بين سطور
الى الأستاذ المهندس فيضي شبانة

الذين كانوا على قدر المسؤولية ، إلى من صدقوا قولا وعمل الى
المهندس إياد ابو سنينة

الى من عاونونا في اخراج هذا العمل الاستاذ جبريل الشويكي
و الاخت ربا الجعبري

ملخص المشـــروع

اعادة تأهيل وتصميم الطريق الواصل بين بئر حرم الرامة وطريق خط 35

فريق العمل:

أسيد جبريل الشويكي معتصم عاصم الجعبري مصطفى برهان الدين الجعبري

جامعة بوليتكنك فلسطين- 2012م

إشراف:

م.فيضي شبانة

المشروع عبارة عن إعادة تأهيل وتصميم الطريق الواصل بين بئر حرم الرامة و شارع رقم 35 وقد تم اختيار هذا المشروع لما له من أهمية حيوية ؛ حيث يحتوي على عدة مصانع ومدارس ، حيث يشكل هذا المشروع تطبيق للمفاهيم الهندسية والمواصفات الفنية الواجب اتباعها عند القيام بتصميم أي طريق . يحتوي هذا المشروع على عدة فصول نظرية وحسابية مبينة بالتفصيل في هيكلية المشروع .

يحتوي هذا المشروع على عدة مخططات (تصميم المقاطع العرضية ، تصميم المقطع الطولي ، التصميم الأفقي ، التصميم الرأسي) . و تنقسم الأعمال في هذا المشروع إلى أعمال مكتبية وأعمال ميدانية ونود أن نلفت الانتباه إلى انه يجب الاهتمام بتصميم الطرق حسب المواصفات الهندسية المتفق عليها وكذلك يجب الاهتمام بالتنفيذ الصحيح للعمل حسب المخططات التنفيذية.

Abstract

RECONSTRUCTION AND DESIGN FOR (DAHYAH AL-RAMAH AND ROAD NUMBER 35) STREET

Project Team

Osayd Jebreel Shweiki Motasem Asem Jabari

Mostafa Borhan Jabari

Palestine Polytechnic University 2011

Supervisor

Eng. Faydi Shabanah

Our project is mainly deal with the reconstruction " qualification " and the redesigning of (Dahyah Al-Ramah & road number 35) street, the importance of this street which lies in a very virtual area in Hebron cannot be neglected because it connects the major roads of Hebron city with street 35, as well as it contains several schools and different factories.

This project is a real application of the engineering and technical specifications which have to be considered in highway design, the project contain theoretical perceptions as well as deep calculations chapters which shown through the project parts.

The project divided into two parts: the first is the field work and other is the office work , it worth mention that the plans of the project contains: Horizontal plan, profile, horizontal and vertical curves, cross sections and the mass whole diagram.

فـهــرس الـمحتـويــات

الإهــداء iv
الشــكر والـتـقديـر v
ملخص المشـروع vi
Abstract vii
فـهـرس الـمحتـويــات viii
الفهرس ix
فهرس الأشكال والصور xiv
فهرس الجداول xvi

الفهرس

الفصل الأول المـقـدمـــة 1
الفصل الأول المقدمة 2
1-1 مقدمة عامة 2
2-1 خلفية المشروع 2
1-2-1 تعريف علم هندسة المساحة 2
2-2-1 أهمية علم هندسة المساحة 3
3-2-1 تاريخ مدينة الخليل (الموقع والتسمية): 3
3-1 أهمية المشروع 4
4-1 أهداف المشروع : 4
5-1 الدراسات السابقة: 5
6-1 الحدود المكانية: 5
7-1 الحدود الزمانية 7
8-1 الأدوات والبرامج المستخدمة: 8
9-1 الصعوبات والعقبات: 8
10-1 هيكلية المشروع: 8
الفصل الثاني: المضلعات 9
الفصل الثاني: المضلعات 10
2-1مقدمة: 10
1-2-2 المضلع المغلق: 10
2-2-2 المضلع المفتوح: 11
3-2 خطوات عمل المضلعات: 11
4-2 اختيار محطات المضلع: 12
5-2 أخطاء المضلع : 12
1-5-2 خطأ القفل في الزوايا والمسافات 13
2-5-2 الأخطاء في المسافات : 13
3-5-2 الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز : 14
4-5-2 خطأ التوجيه : 14
5-5-2 خطأ في قياس الزوايا : 15
6-2 القراءات 16
7-2 تصحيح الاخطاء في الاحداثيات : 18
1-7-2 تصحيح اخطاء احداثيات المضلعات باستخدام Bowditch method 18

2-7-2 تصحيح اخطاء احداثيات المضلعات باستخدام Least Square Method:- 26
2-7-3 تصحيح اخطاء احداثيات المضلعات باستخدام AutoCAD Civil 3D 32
2-8 الاحداثيات المصححة 36
2-9 المسافات المصححة 37
الفصل الثالث: التصميم الهندسي للطريق 38
الفصل الثالث: التصميم الهندسي للطريق 39
3-1 مقدمة 39
3-2 التصميم الهندسي للطريق 39
3-3 السرعة التصميمية للطريق (Design speed):- 40
3-4 قطاع الطريق:- 41
3-5 عرض المسرب (lane width):- 41
3-6 الميول العرضية: 42
3-7 الأرصفة (Sidewalks): 42
3-8 الجزر الفاصلة بين الاتجاهين 42
3-9 الميول الطولية: 43
3-10 الميول الجانبية: 43
3-11 الأكتاف (Shoulders): 44
3-12 الاطاريف (الجبه): 45
3-13 ملخص التصميم الهندسي لمسار الطريق في المشروع 46
الفصل الرابع: الرفع التفصيلي 47
الفصل الرابع: الرفع التفصيلي 48
4-1 مقدمة: 48
4-2 أهمية الرفع التفصيلي: 48
4-3 خطوات اعمال الرفع التفصيلي : 49
4-4 نقاط الرفع التفصيلي: 50
الفصل الخامس: التخطيط الأفقي والرأسي 51
الفصل الخامس : التخطيط الأفقي والرأسي 52
5-1 مقدمة 52
5-2 التخطيط الأفقي للطريق 52
5-2-1 أنواع المنحنيات الأفقية 52
5-1-1-1 المنحنيات الدائرية: 53
5-2-1-2 المنحنيات الانتقالية Transition Curves 55
5-2-2 التعلية Superelevation 55

5-2-3 القوة الطاردة المركزية: 56
5-2-4 توسيع المنحنيات Curve Widening 57
5-2-5 ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي 57
5-3 التخطيط الرأسي للطرق 60
5-3-1 أنواع المنحنيات الرأسية : 60
5-3-2 عناصر المنحنى الرأسي: 61
5-3-3 مواصفات الميول الطولية 41
5-3-4 اعتبارات عامة في التخطيط الرأسي 41
الفصل السادس: التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية 42
التصميم الانشائي للطريق والفحوصات المخبرية 43
6-1-2-1 الرصفات الإسفلتية التقليدية.(Conventional Flexible Pavement) : 43
6-1-2-1-1الطبقة السطحية(Surface Course) 44
6-1-2-2 طبقه الأساسBase Course : 45
6-1-2-3 طبقه ما تحت الأساس.(Sub base Course) 46
6-1-2-4 طبقه التربة الاصليهSub grade 47
6-2-1-2 الرصفات الإسفلتية.(Full-Depth Asphalt Pavement) : 47
6-3-1-2 الرصفات الإسفلتية الحاضنة.(Contained Rock Asphalt Mats-CRAM) : 47
6-2-2 الرصفات الخرسانية.(Rigid Pavements) : 48
6-3-2 الرصفات المركبة.(Composite Pavements) 49
6-3-1 تجربة بروكتور المعدلة: 49
6-3-2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا:(California Bearing Ratio Test) (CBR) 53
6-4-1 حساب ESAL (Equivalent Accumulated 18,000 lb Single Axle Load) 60
الفصل السابع : العلامات والإشارات المرورية والتقاطعات على الطرق 73
العلامات والاشارات المرورية والتقاطعات على الطريق 74
7-2 العلامات المرورية : 74
7-2-1 أهداف علامات المرور: 74
7-2-2 أنواع علامات المرور 74
7-2-3 مواصفات العلامات المرورية 76
7-3 الاشارات المرورية: 76
7-3-1 انواع الاشارات المرورية 76
7-4 التقاطعات على الطرق: 77
7-4-1 المعايير الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم التقاطعات المرورية ما يلي: 77
7-4-2 أنواع التقاطعات: 77
7-4-3 أنواع التقاطعات المروري 78

الفصل الثامن: حساب الكميات 83
الفصل الثامن 84
حساب الكميات 84
8-1 مقدمة: 84
8-2 العوامل المؤثرة في حساب الكميات: 84
8-3 حساب حجوم المقاطع العرضيه : 84
8-3-1 حساب الحجوم بطريقة المقطع الوسطي 85
8-4 ملخص كميات المواد واللوازم : 88
8-4-1 الحفر(Excavation): 88
8-4-2 الردم(Filling layers): 88
8-4-3 البريم كوت(MC Prime Coat): 88
8-4-4 البيزكورس (Base course) : 88
8-4-5 الاسفلت(Asphalt): 89
8-4-6 الجبه(Curbstone): 89
8-4-7 بلاط الارصفة : 90
8-4-8 العواكس الارضية (cat eyes): 90
8-4-9 سياج حماية المشاة(Guardrail): 91
الفصل التاسع: التكلفة والعطاء 92
الفصل التاسع: التكلفة والعطاء 93
9-1 التكلفة 93
9-1-1 التكلفة النهائية للمشروع : 93
9-1-2 ملخص التكلفة الكلية للمشروع : 93
9-2 العطاء: 94
9-3 الوثائق المكونة للعقد: 94
9-3-1 خطاب الدعوة: 94
9-3-2 تعليمات إلى المقاولين: 94
9-3-3 العرض أو صيغة المناقصة: 94
9-3-4 الاتفاقية Agreement : 94
9-3-5 شروط العقد Contract Conditions: 95
9-3-6 الجداول الملحقة بشروط العقد Supplementary to general condition : 95
9-3-7 المواصفات Specification : 96
9-3-8 الرسومات Drawings : 96
9-3-9جدول الكميات Bill of Quantities : 96
9-3-10 تقرير عن حالة التربة: 96

الفصل العاشر: **النتائج والتوصيات** 97
النتائج والتوصيات 98
10-1 النتائج: 98
10-2 التوصيات: 98
10-3 الجهات المستفيدة من المشروع: 98
المراجع 99

فهرس الأشكال والصور

الشكل (1-1) الحدود المكانية 6
الشكل 2-1 المضلع المغلق..... 10
الشكل(2-2) المضلع المفتوح 11
الشكل (2-3) شكل المضلع الخاص بالمشروع 12
الشكل (2-4) خطأ الزوايا بسبب الخطأ في الضبط المؤقت 14
الشكل (2-5)خطأ الزوايا بسبب الخطأ في تمركز العاكس 15
شكل (2-6) طريقة التصحيح باستخدام برنامج Adjust . شكل المشروع..... 31
شكل 3-1 قطاع الطريق 41
الشكل (3-2) الميول الطولية 43
شكل 3-3 الأطاريف (الجبه) 45
الشكل (5-1) : عناصر المنحنى الدائري البسيط 54
شكل رقم (5-2) الرفع الجانبي للطريق 55
شكل (5-3): تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات 56
شكل رقم (5-4): توسيع المنحنيات..... 57
الشكل (5-5) : فرق الميل أو زاوية الميل 61
الشكل (5-6): عناصر المنحنى الراسي..... 40
الشكل (6- 1) الرصفات الاسفلتية التقليدية..... 44
الشكل (6-2) الرصفات الخرسانية 48
3-2-6 الرصفات المركبة.(Composite Pavements) 49
الشكل (6-3): العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة..... 52
الشكل (6-4): المنحنى بين القوة على المكبس مع مقدار الغرز لعينة التربة 55
الشكل (6-5) :المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز لعينة البيزكورس 56
الشكل (6-6): العلاقة بين نسبة المار و فتحة المنخل و هو ما يعرف بالتدرج الحبيبي..... 60
شكل (6-6): إيجاد (S-soil support value) 71
شكل (6-7): (AASHTO flexible-pavement design) 72
الشكل (7-1) بعض انواع الخطوط..... 75
الشكل (7-2) شكل لبعض الاسهم 75
الشكل (7-3) الوان الخطوط..... 75
الشكل (7- 4) التقاطعات على نفس المستوى 78
الشكل (7-5) تقاطع الشكل البسيط..... 79

الشكل (7-6) تقاطع الشكل المصلب 79
الشكل (7-7) التقاطع ذو القنوات 80
الشكل (7-8)التقاطع الجرسي 80
الشكل (7-9) الدوار 81
الشكل (7-10) أشكال وتوزيع الجزر على التقاطعات 82
شكل (8-1): حساب الحجوم بطريقة المقطع الوسطي 85
الشكل (8-2) : منحنى الحجوم 87
الصورة (8-1): البيزكورس 88
الصورة (8-2): طبقة الاسفلت اثناء التنفيذ 89
الصورة (8-3): الجبه 89
الصورة (8-4): بلاط الارصفة 90
الصورة (8-5): سياج حماية المشاه 91

فهرس الجداول

الجدول(2-1)القراءات باستخدام جهازGPS 16
جدول (2-2) القراءات التي تم رصدها في الميدان لحساب إحداثيات المحطات 17
جدول (2-3) معدل الزوايا و المسافات الأفقية المرصودة من الميدان 18
جدول (2-4) الاحداثيات قبل التصحيح 22
جدول (2-5) الزوايا المصححة 23
جدول (2-6) الاحداثيات المصححة 25
جدول (2-7) الاحداثيات المصححة 26
جدول (2-8) الإحداثيات المصححة للمحطات في الميدان 31
الشكل (3-1) السرعة التصميمية 40
جدول (3-2) الميول الجانبية 44
الجدول (6-1) : قيم الكثافة الرطبة للعينات 51
الجدول (6-2): قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات 52
الجدول (6-3): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب والمقاومة لعينة التربة 55
الجدول (6-4): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب والمقاومة لعينة البيزكورس 56
جدول (6-6) : نسبة المركبات في المسرب الواحد 61
الجدول (6-7):معامل النمو (Growth factor) 62
جدول (6-8): تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor 64
جدول (6-9): عدد ونسبة المركبات المارة في الشارع 65
جدول (6-10): نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة 67
جدول (6-11): قيمة المعامل المناخي(Regional Factor) 68
جدول (6-12): قيمة(Equivalent (18 Kip) Daily Load Applications (EDLA 68
جدول (6-13): معامل تصريف المياه للإسفلت. 69
جدول (6-14): معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت 69
جدول (6-15) : معامل الطبقة (layer coefficient) لليبسكورس 70
جدول (9-1) تكاليف المواد المستخدمة في المشروع 93

فهرس المعادلات

المعادلة 2-1 معادلة الخطأ في المسافة المقاسة 13
المعادلة 2-2 الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز 14
المعادلة 2-3 معادلة أخطاء التوجيه 15
المعادلة 2-4 معادلة أخطاء قياس الزوايا 15
المعادلة 2-5 معادلات حساب الاحداثيات 21
المعادلة 2-6 least square adjust 26
المعادلة 2-7 Distance observation reduction 27
المعادلة 2-8 Angle observation reduction 28
معادلات المنحنى الدائري البسيط 54
ESAL معادلة (6-1) 60
Structural number (6-2) 67
Reginal factor(6-3) 67

الفصل الأول المـقـدمـــة

1-1 مقدمة عامة

1-2 خلفية المشروع

1-3 أهمية المشروع

1-4 أهداف المشروع

1-5 الدراسات السابقة

1-6 الحدود المكانية

1-7 الحدود الزمانية

1-8 الأدوات والبرامج المستخدمة

1-9 الصعوبات والعقبات

1-10 هيكلية المشروع

الفصل الأول المقدمة

1-1 مقدمة عامة

إن تقدم ورقي وتطور الشعوب يعتمد اعتمادا كليا على التطور بالبنية التحتية التي تتمثل في الطرق و يعتبر علم المساحة هو الأساس لتخطيط وتنفيذ ومتابعة إنشاء الطرق من هنا ونتيجة لمتطلب التخرج سعى فريق البحث إلى اختيار احد الطرق الحيوية والهامة في مدينة الخليل وهو الطريق الواقع في المنطقة الشمالية الشرقية من المدينة والذي يصل المدينة مع طريق رقم (60 و 35) بالإضافة إلى الكثافة العمرانية في المنطقة التي يمر بها الطريق حيث يبلغ طوله 1500م حيث سيقوم فريق البحث بعمل المضلع والتصميم الهندسي للطريق والتصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية وحساب المساحات والحجوم لكميات الحفر والردم والتكلفة والعطاء.

1-2 خلفية المشروع

1-2-1 تعريف علم هندسة المساحة

يعرف علم هندسة المساحة على انه العلم الذي بواسطته نستطيع أن نحدد مواقع الأشياء الطبيعية منها والمدنية التي قام بإنشائها الإنسان على سطح الأرض إما بالنسبة لبعضها البعض أو بالنسبة لمرجع هندسي أو جغرافي معين , وكذلك يمكن بواسطة علم المساحة التعرف على ارتفاعات المواقع المختلفة بالنسبة لبعضها البعض أو بالنسبة لمرجع أفقي ثابت.

ولذلك يعتبر علم المساحة من العلوم التي يحتاج لها كثير من المهندسين وعلماء الجيولوجيا والجغرافيا والغابات والزراعة وتخطيط المدن أو غير ذلك ممن يقضون في المنازعات بين أصحاب ملكيات الأراضي الزراعية أو السكنية أو التجارية أو الصناعية أو غير ذلك.

يبحث علم هندسة المساحة في الطرق المختلفة لتمثيل سطح الأرض تمثيلاً كاملاً لما يحتويه من معالم طبيعية كالجبال والهضاب والوديان والأنهار والبحار والغابات، ومعالم صناعية أو مدنية من مباني وطرق ومطارات. ويتم هذا التمثيل بإسقاط الجزء الذي تجري دراسته من سطح الأرض على مستوى أفقي بمقياس رسم معين يوافق الغرض المطلوب، و يطلق على المسقط الأفقي الذي نحصل عليه "الخريطة المساحية" والتي يمكن أن يبين عليها أيضاً ارتفاع أو انخفاض المعالم الطبيعية أو الصناعية بالنسبة لسطح مقارنة أفقي معين وفي أغلب الأحيان يستعمل السطح الوسطي للبحر كمرجع لمقارنة الارتفاعات.

وكما تبحث هندسة المساحة في كيفية تمثيل سطح الأرض و ما عليه من ظواهر طبيعية ومنشئات مدنية على الخرائط في عملية يطلق عليها عملية "الرفع" فإنها تبحث كذلك في عملية تنفيذ المشروعات الهندسية المختلفة على سطح الأرض و ذلك بتوقيع أو تخطيط حدود ومسارات المنشئات في الطبيعة من واقع لوحات التصميم الهندسي في عملية يطلق عليها عملية "التوقيع".

1-2-2 أهمية علم هندسة المساحة

يعتبر علم المساحة هو الأساس لتخطيط وتنفيذ ومتابعة معظم المشاريع الهندسية ذات الصلة بسطح الأرض مثل المباني والطرق والمطارات والسدود وقنوات الري. كما وأنها ذات أهمية لمهن غير هندسية لها اتصال مباشر أو غير مباشر بالأعمال المساحية مثل علوم الجغرافيا والجيولوجيا وعلوم البحار والمحيطات وعلوم الغابات والزراعة والعلوم العسكرية.

1-2-3 تاريخ مدينة الخليل (الموقع والتسمية):

نشأت مدينة الخليل في موقع له خصائص مميزة ساهمت في خلق المدينة وتطورها ونموها. تقع الخليل في جنوب غرب الضفة الغربية عند التقاء دائرتي عرض 31,29ْ و 31,23ْ شمالاً وخطي طول 35,4- 25,70ْ وهذا الموقع جعل الخليل في موقع متوسط نسبياً بالنسبة لفلسطين إلا أنها أقرب إلى الشمال الشرقي منه من الجنوب الغربي.و تقع مدينة الخليل على مسافة 37 كم جنوبي القدس ، و27 كم جنوبي بيت لحم

وقد أنشئت المدينة على سفحي جبل الرميدة وجبل الرأس ومساحة المدينة 22.8 كم2 ، وتبلغ نسبة المحافظة 16.6 % من أراضي الضفة .

وقد أطلق الكنعانيون على هذه المدينة اسم أربع نسبة إلى ملكها العربي الكنعاني أربع المنتمي إلى قبيلة العناقيين ثم عرفت باسم حبرون أو حبري ، ولما اتصلت المدينة ببيت إبراهيم على سفح جبل الرأس المقابل له سميت المدينة الجديدة بالخليل نسبة إلى خليل الرحمن النبي إبراهيم عليه السلام، وعندما احتلها الصليبيون عام 1099م أطلقوا عليها اسم إبرا هام ثم عادت إلى اسمها الخليل بعد جلاء الصليبين عنها.

1-3 أهمية المشروع

إن تقدم ورقي وتطور الشعوب يعتمد اعتمادا كليا على التطور بالبنية التحتية التي تتمثل في الطرق وما ينبثق عنها لذلك فإن الشعوب تهتم بشكل كبير في انشاء الطرق التي تخدم مصالح السكان وكذلك تعتني بالشكل الحضاري لهذه الطرق.

وبالرغم من أهمية الطريق المختارة إلا أنها تعاني نقصا في الخدمات والعديد من المشاكل ، ومن أهم هذه المشاكل ما يلي :

1) الازدحام المروري "المشاة والمركبات" وذلك بسبب:

أ – احتواء المنطقة على كثافة عمرانية عالية مما يزيد من الحجم المروري في المنطقة.
ب – يعتبر هذا الطريق حلقة وصل بين مركز المدينة والخطوط الالتفافية.
ت – وجود عدة مدارس بالمنطقة مما يزيد من عدد المشاة والمركبات المارة بالمنطقة.
ث – وجود عدة مصانع منها : مصنع الحرباوي للمفروشات ومصنع رويال ومصنع حسونة مما يزيد من عدد المشاة والمركبات الثقيلة المارة بالمنطقة.
ج – وجود قاعة مناسبات مما يزيد من الكثافة المرورية و إعاقة حركة المرور .

2) احتواء المنطقة على أراضي زراعية مما يجعلها مؤهلة مستقبلا إلى زيادة في العمران والكثافة السكانية.
3) يعتبر عرض الطريق ضيق وغير كاف للمشاة و المركبات التي تستخدمه حيث انها بتزايد مستمر.
4) يعتبر هذا الطريق غير مؤهل من ناحية البنية التحتية والتي تشمل الاسفلت والإنارة والأرصفة وتخطيط الطريق والإشارات التي يجب أن توضع على الطريق.
5) تجمع مياه الأمطار في مناطق من الطريق الذي يؤدي بدوره إلى إتلاف رصفه الطريق
6) افتقار الطريق والتقاطعات إلى تصميم يطابق المواصفات المتبعة.

1-4 أهداف المشروع :

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

1) تصميم الطريق هندسيا ويشمل التخطيط الأفقي والرأسي بالإضافة الى الامور التالية :

أ – السرعة التصميمية للطريق.
ب – الميول الجانبية.
ج – اكتاف الطريق والأرصفة .
د – التقاطعات.
هـ – العلامات المرورية.
و – سطح الطريق المرصوف.
ز – عرض المسارب.
ح – إنارة الطريق.
ط – الجزر الفاصلة والجبه.

2) تصميم الطريق إنشائيا والذي يشمل على مجموعة من التجارب الميدانية والمخبرية على التربة والإسفلت وهي تجربة بروكتر المعدلة, نسبة تحمل كاليفورنيا(CBR), تحليل الخلطة الاسفلتية
3) التوصل إلى تصميم كامل للطريق من الناحية الهندسية بحيث يكون هذا الطريق مطابقا للمواصفات وقابلا للإنشاء.

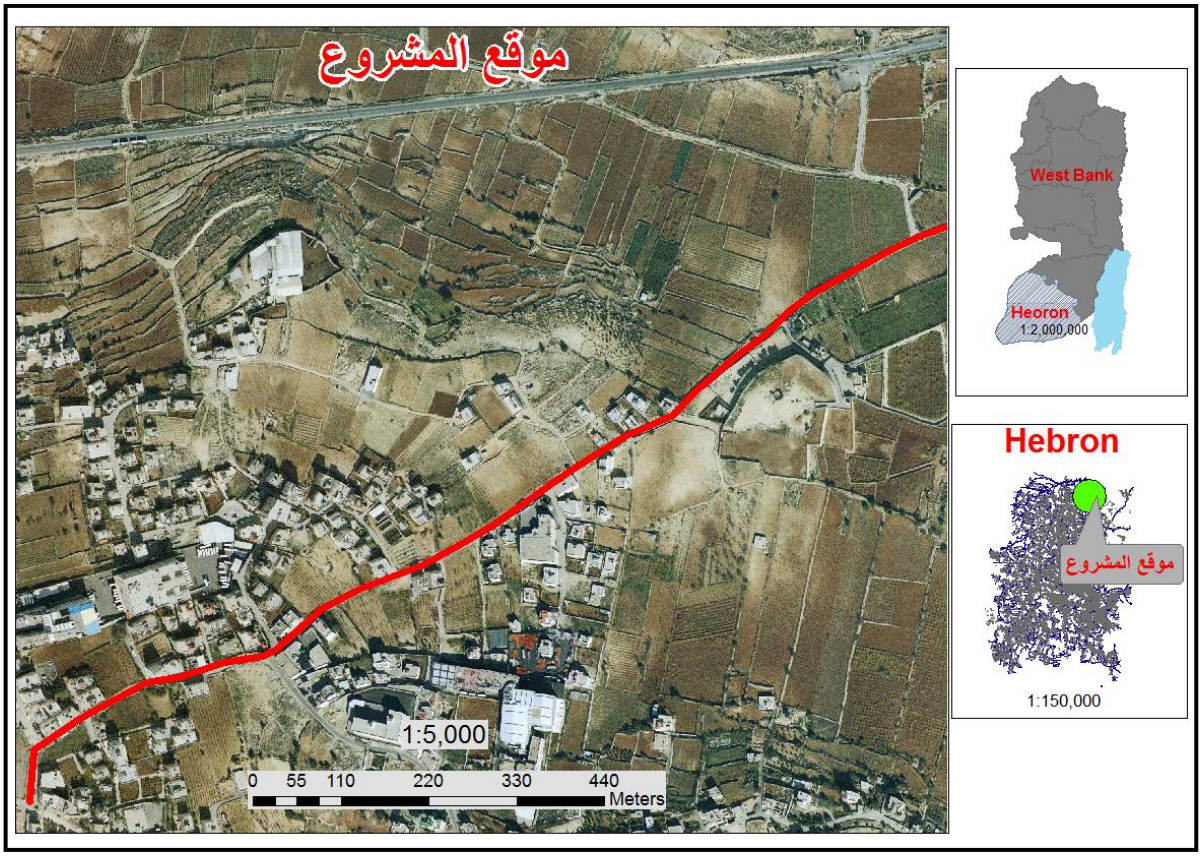
1-5 الدراسات السابقة:

قام فريق البحث بالرجوع إلي بلدية الخليل من اجل معرفة المشاريع والخطط السابقة لإعادة تأهيل الطريق فتبين لفريق البحث عدم وجود أي خطط لمشاريع على هذا الطريق و كل ما توفر لدى البلدية من معلومات هو فقط عرض الطريق الذي سيتم تصميم هذا الطريق عليه مستقبلا وهذا العرض مأخوذ من المخطط الهيكلي لمدينة الخليل وهو 10 امتار ثابتة على طول الطريق بارتدادات بناء وقدرها 3 امتار .

1-6 الحدود المكانية:

تقع طريق المشروع في مدخل مدينة الخليل من الناحية الشمالية الشرقية في المنطقة المعروفة باسم ضاحية الرامه , وتعتبر حلقة وصل بين المدينة والخطوط الالتفافية (خط60 وخط 35) ويبلغ طول الشارع 1500م ويرتفع عن سطح الأرض 986م. تشكل منطقة طريق المشروع موقعاً هاماً بالنسبة للمدينة وتمر هذه الطريق بمناطق توسع سكاني حيث يبلغ عدد الابنية السكنية في المنطقة التي يغذيها الطريق حوالي (350) بناء ويغطي الشارع 4 مدارس وهي مدرسة السيد ومدرسة الدجاني ومدرسة علي غازي المحتسب ومدرسة محمد رجب المحتسب و أربعة من أهم

المصانع في الضفة الغربية وهي مصنع رويال ومصنع الحرباوي ومصنع الكرد ومصنع حسونة ومركز صحي وقاعة للمناسبات .



الشكل (1-1) الحدود المكانية

1-7 الحدود الزمانية

النشاط	عدد الاسابيع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
جمع المعلومات	14														
المساحة الاستطلاعية	3														
العمل الميداني	7														
العمل المكتبي	7														
تجهيز التقرير الأولي	3														
تجهيز التقرير النهائي	2														

النشاط	عدد الاسابيع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
جمع المعلومات	14														
التصميم الافقي	4														
العمل الميداني	1														
التصميم الراسي	3														
التصميم الانشائي والفحوصات المخبرية	3														
حساب الكميات	2														
تجهيز التقرير	4														

1-8 الأدوات والبرامج المستخدمة:

1) جهاز المحطة الشاملة Total Station.
2) أدوات المساحة المستوية من أشرطة و علب دهان ومسامير.
3) جهاز GPS.
4) برنامج Autodesk land survey 2006.
5) برنامج ArcGIS 10.

1-9 الصعوبات والعقبات:

1) الكثافة المرورية في الطريق وما تتضمنه من مركبات مارة وأطفال المدارس .
2) عدم تعاون بعض أهالي المنطقة وساكنيها .
3) التأخير في الحصول على المعلومات من الجهات الرسمية وذلك لان جزء من الطريق يقع في منطقة C
4) خطر العمل قرب نقطة لجيش الاحتلال الاسرائيلي.

1-10 هيكلية المشروع:

- الفصل الأول المقدمة.
- الفصل الثاني: المضلعات.
- الفصل الثالث:التصميم الهندسي للطريق.
- الفصل الرابع: الرفع التفصيلي
- الفصل الخامس:التخطيط الراسي والأفقي للطريق.
- الفصل السادس: التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية.
- الفصل السابع : العلامات والإشارات المرورية والتقاطعات على الطريق
- الفصل الثامن :حساب المساحات والحجوم لكميات الحفر والردم .
- الفصل التاسع : التكلفة والعطاء.
- الفصل العاشر: النتائج والتوصيات.

الفصل الثاني: المضلعات

2-1مقدمة:

2-2 أنواع المضلعات:

2-3 خطوات عمل المضلعات:

2-4 اختيار محطات المضلع:

2-5 أخطاء المضلع :

2-6 القراءات

2-7 تصحيح الاخطاء في الاحداثيات

2-8 الاحداثيات المصححة

2-9 المسافات المصححة

الفصل الثاني: المضلعات

2-1مقدمة:

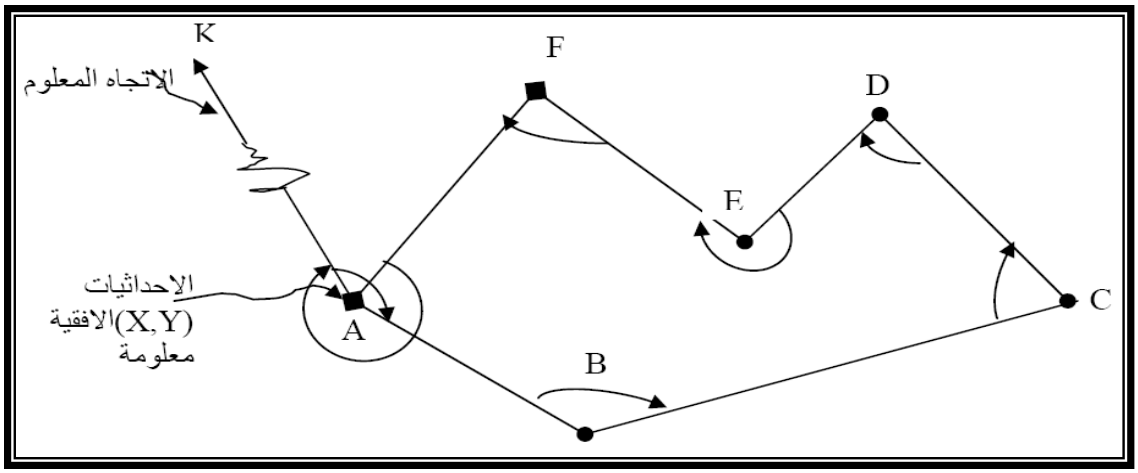
عند إجراء العمليات المساحية الدقيقة مثل عملية الرفع والتوقيع نلجأ إلى إنشاء ما يسمى بالمضلع، والمضلع يعتبر المرجع والرابط للأعمال المساحية المحيطة بكل مرصد.

ويعرف المضلع على أنه شكل على عدة أضلاع مستقيمة متصلة من أطرافها ببعض وتحصر فيما بينها زاوية، وعادة تختار هذه الأضلاع بحيث تمر بحدود المنطقة المطلوبة أو قريبة منها حتى يسهل إجراء العمل المساحي فيها. ويكون شكل المضلع المستخدم حسب طبيعة المنطقة المراد عمل خريطة لها .

2-2 أنواع المضلعات:

2-2-1 المضلع المغلق:

وهو الذي يبدأ من نقطة معلومة الإحداثيات وينتهي إلى نفس نقطة البداية ، أي أن نقطة البداية هي نفسها نقطة النهاية . كما يجب أن يبدأ بانحراف خط معلوم أو يمكن حساب انحرافه . ويستخدم في رفع المناطق المحدودة والمباني والقرى، وهذا النوع يسهل ضبطه والتحقق من أرصاده. (الشكل 2-1)

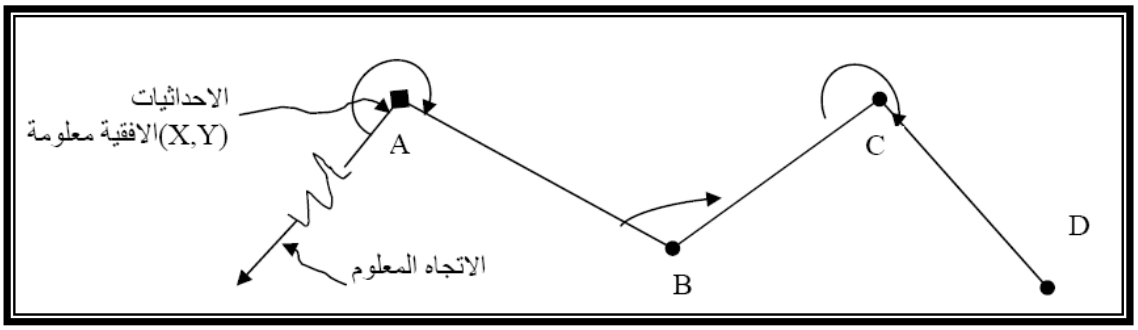


الشكل 2-1 المضلع المغلق

2-2-2 المضلع المفتوح:

وهو الذي يبدأ من نقطة معلومة الاحداثيات وينتهي عند نقطة أخرى معلومة الإحداثيات أيضا ، كما يجب أن يربط عند نقطة الابتداء بضلع معلوم انحرافه أو يمكن حساب انحرافه ، وكذلك يجب أن يربط عند نقطة الانتهاء بضلع آخر معلوم انحرافه أو يمكن حساب انحرافه .

ويستخدم هذا المضلع في رفع المناطق الممتدة طوليا مثل الطرق وأنابيب الصرف الصحي ، كما يستخدم في المناطق التي توجد بها نقاط مضلعات قديمة معلومة الإحداثيات . وكذلك هذا النوع من المضلعات يسهل ضبطه والتحقق من أرصاده.الشكل (2-2)



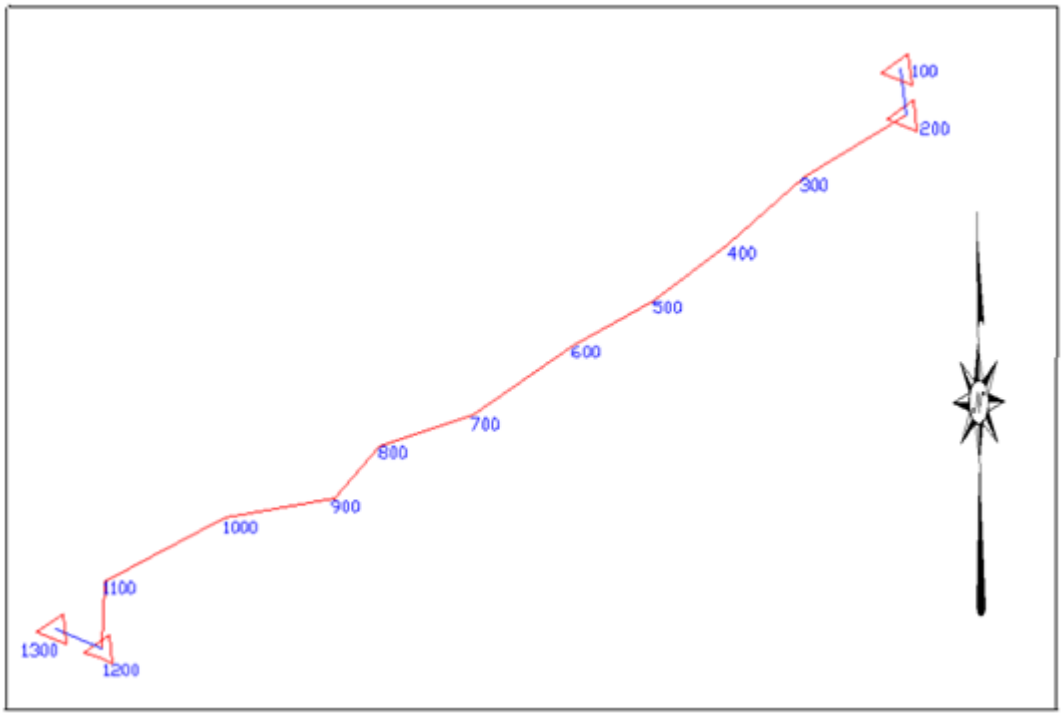
الشكل(2-2) المضلع المفتوح

2-3 خطوات عمل المضلعات:

1. عمل مساحة استكشافية, واختيار أفضل الأماكن لإنشاء نقاط جديدة للمضلع بحيث يتم التأكد من الرؤية المتبادلة بين النقاط .
2. انشاء النقاط وتثبيتها بمسامير صلبة على الاسفلت او بقضبان حديدية في الاراضي الترابية .
3. قياس الزوايا والأطوال بحيث يتم الابتداء من نقاط معلومة الاحداثيات .
4. التحقق من مطابقة الاطوال والزوايا حسب مواصفات المضلع .

2-4 اختيار محطات المضلع:

1. المحطات المتتالية لابد أن تكون متبادلة الرؤية.
2. يتم اختيار محطات النقاط في مواقع آمنة يسهل الوصول اليها .
3. تكون الخطوط أطول ما يمكن لتخفيض اجمالي عدد الخطوط .
4. بعد اختيار النقاط وتثبيتها يتم عمل كروكي للمحطات , بحيث يتم ربط كل محطة بمعالم ثابتة حولها ليتم الرجوع اليها في حال فقدانها .



الشكل (2-3) شكل المضلع الخاص بالمشروع

2-5 أخطاء المضلع :

هناك بعض الاخطاء التي تؤثر على دقة المضلع وإحداثيات محطات المضلع, لذلك لا بد من معرفة هذه الاخطاء وكيفية التخلص منها و هذه الاخطاء هي

2-5-1 خطأ القفل في الزوايا والمسافات

ينتج خطأ القفل عن أخطاء في الأطوال وأخطاء في الزوايا ويظهر خطأ القفل في الحسابات عند عدم انطباق آخر نقطة على النقطة المعلومة. وبما انه من المعلوم ان القياسات بالغالب تحتوي على اخطاء فننا نفرض ان الاخطاء تكون في الزوايا والأطوال, حيث تم مناقشة هذا الخطأ اثناء عملية التصحيح .

2-5-2 الأخطاء في المسافات :

حيث ان هذه الاخطاء تنجم عن عدة امور منها :

1) الأخطاء الناتجة عن دقة الجهاز

أ – حيث ان الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة من نوع (Total station Sokia (SET530RK)) وقيم الاخطاء في هذا الجهاز هي كالآتي :

ب – الخطأ في قياس المسافات Distance error = ± 3 mm + 2 PPM

ت – الخطأ في قياس الزوايا Angular error = 5"

2) الأخطاء الناتجة عن ضبط الجهاز

3) الاخطاء الناتجة عن عدم دقة تمركز العاكس على النقطة ويعبر عن هذا الخطأ بالمعادلة 2-1 :

المعادلة 2-1 معادلة الخطأ في المسافة المقاسة

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

حيث أن:

σ_D : الخطأ في المسافة المقاسة

σ_i : الخطأ في ضبط الجهاز

σ_t : الخطأ في وضعية العاكس

a, b : معاملات الجهاز

2-5-3 الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز :

وينتج هذا الخطأ بسبب قلة مهارة الراصد حيث انه يجب على الراصد التاكد من تسامت الجهاز على المحطة المحتلة. ويعبر عنه بالمعادلة 2-2 :

$$\alpha = (P_2+\varepsilon_2)-(P_1+\varepsilon_1)=(P_2-P_1)+(\varepsilon_2-\varepsilon_1)$$

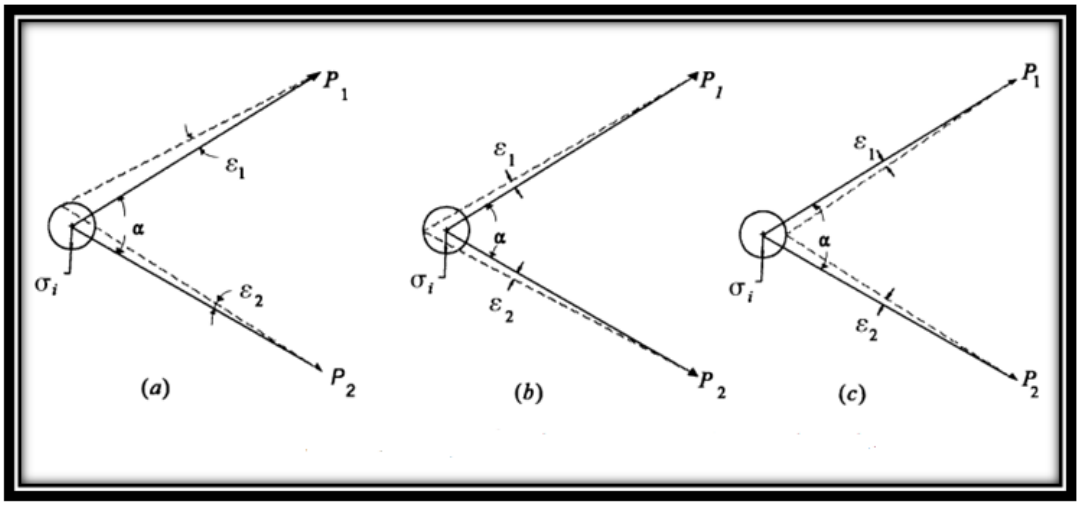
$$Б\alpha i = \frac{D3}{D1*D2} * \frac{Бi}{\sqrt{2}}*(206264.8)$$

المعادلة 2-2 الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز

حيث ان :

Бi=ضبط الراصد للجهاز

D1&D2=المسافة بين الهدف و الجهاز من المحطة 1و2



الشكل (2-4) خطأ الزوايا بسبب الخطأ في الضبط المؤقت

2-5-4 خطأ التوجيه :

يؤثر هذا الخطأ على المسافات والزوايا المرصودة حيث تعتمد اخطاء التوجيه على دقة ومهارة الراصد في وضع العاكس على النقطة المطلوبة بشكل عامودي وعدم ضبطه للفقاعة الدائرية عند عملية الرصد بالإضافة الى دقة الجهاز .ويعبر عنه بالمعادلة 2-3 :

$$e = \pm\frac{\sigma_d}{D} \qquad \text{rad}$$

المعادلة 2-3 معادلة أخطاء التوجيه

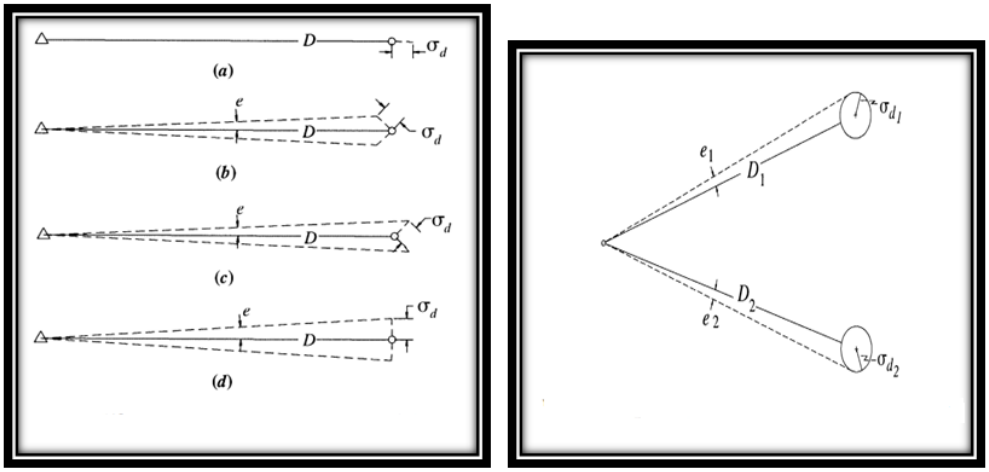
Where *e* is the uncertainty in the direction due to the target centering error

$Бαt = \frac{\sqrt{D1^2+D2^2}}{D1*D2} * Бt$ (206264.8)

Where :

Бt = the angular error due to the target centering error.

D1&D2 =are the distances from the target to the instrument at stations 1 and 2.



الشكل (2-5)خطأ الزوايا بسبب الخطأ في تمركز العاكس

2-5-5 خطأ في قياس الزوايا :

وهي أخطاء في القراءات والتوجيه تنتج عن دقة الجهاز ومهارة الراصد , وتعتمد على عدد مرات تكرار قراءة الزوايا بين المحطات , ويعبر عنه بالمعادلة 2-4 :

$$Бαp = \frac{Бp*\sqrt{2}}{\sqrt{n}}$$

المعادلة 2-4 معادلة أخطاء قياس الزوايا

Where :

Бp= are the estimated errors in paintings' for the first repetition,

n= number of reading

6-2 القراءات

الجدول (2-1) يظهر القراءات التي تم رصدها عن طريق جهاز GPS

ST NO.	Easting	Northing
1300	160105.18	107103.741
1200	160168.942	107076.434
200	161269.761	107803.151
100	161262.437	107868.2928

الجدول(2-1)القراءات باستخدام جهاز GPS

كما يبين الجدول(2-2) القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الزاوية الأفقية و المسافة الأفقية لكل محطة اربع مرات و ذلك للحصول على الدقة العالية:

BS	**ST**	**FW**	**H. angle**			**H. Distance**
1300	1200	1100	68	51	15	69.390
1300	1200	1100	68	51	9	69.396
1300	1200	1100	68	51	7	69.396
1300	1200	1100	68	51	10	69.393
1200	1100	1000	239	56	31	90.855
1200	1100	1000	239	56	27	90.855
1200	1100	1000	239	56	32	90.856
1200	1100	1000	239	56	32	90.855
1100	1000	900	198	17	40	187.677
1100	1000	900	198	17	51	187.678
1100	1000	900	198	17	46	187.675
1100	1000	900	198	17	48	187.677
1000	900	800	140	18	24	152.138
1000	900	800	140	18	31	152.138
1000	900	800	140	18	31	152.140
1000	900	800	140	18	31	152.138

900	800	700	210	29	12	93.880
900	800	700	210	29	24	93.878
900	800	700	210	29	14	93.877
900	800	700	210	29	18	93.880
800	700	600	164	42	21	135.075
800	700	600	164	42	23	135.082
800	700	600	164	42	23	135.078
800	700	600	164	42	22	135.080
700	600	500	184	40	46	167.681
700	600	500	184	40	21	167.682
700	600	500	184	40	19	167.680
700	600	500	184	40	20	167.683
600	500	400	173	5	33	125.120
600	500	400	173	5	23	125.122
600	500	400	173	5	26	125.124
600	500	400	173	5	40	125.121
500	400	300	174	40	50	127.960
500	400	300	174	40	53	127.959
500	400	300	174	40	57	127.960
500	400	300	174	40	49	127.958
400	300	200	191	7	51	137.635
400	300	200	191	7	50	137.636
400	300	200	191	7	49	137.638
400	300	200	191	7	50	137.639
300	200	100	114	15	7	163.850
300	200	100	114	15	43	163.852
300	200	100	114	15	1	163.850
300	200	100	114	15	37	163.850

جدول (2-2) القراءات التي تم رصدها في الميدان لحساب إحداثيات المحطات

والجدول(2-3) يظهر معدل الزوايا و المسافات الأفقية المرصودة من الميدان:-

BS	ST	FW	H. angle			H. Distance
1300	1200	1100	68	51	41	69.39375
1200	1100	1000	239	56	30.5	90.85525
1100	1000	900	198	17	46.25	187.67675
1000	900	800	219	41	30.75	152.1385
900	800	700	210	29	17	93.87875
800	700	600	164	42	22.25	135.07875
700	600	500	184	40	26.5	167.6815
600	500	400	173	5	30.5	125.12175
500	400	300	174	40	50	127.95925
400	300	200	191	7	50	137.637
300	200	100	114	15	22	163.8505

جدول (2-3) معدل الزوايا و المسافات الأفقية المرصودة من الميدان

2-7 تصحيح الاخطاء في الاحداثيات :

هناك عدة طرق مستخدمة لتصحيح اخطاء احداثيات المضلعات وسنستخدم ثلاثة طرق من التصحيح :

1 -طريقة Bowditch method

2 -طريقة least square (برنامج adjust)

3 -طريقة AutoCAD Civil 3D

2-7-1 تصحيح اخطاء احداثيات المضلعات باستخدام Bowditch method

حساب انحراف الخطوط قبل التصحيح:-

يتم حساب الانحراف للخطوط بناءا على العلاقة التالية:-

$$AZ = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} + C$$

$$\overline{AZ}_{1300,1200} = \tan^{-1}\frac{7.213}{-62.884} = °27'23.7''$$

$$WCB_{1300,1200} = 113°11'01''$$

$$+\ 68°51'41"$$

$$182°02'42"$$

$$-\quad 180°00'00"$$

$$WCB_{1200,1100} = 02°02'42"$$

$$+\ 239°56'30.5"$$

$$241°59'12.5"$$

$$-\quad 180°00'00"$$

$$WCB_{1100,1000} = 61°5912.5"$$

$$+198°17'46.25"$$

$$260°16'58.7"$$

$$-\quad 180°00'00"$$

$$WCB_{1000,900} = 80°16'58.7"$$

$$+140°18'29.25"$$

$$220°35'28"$$

$$-\quad 180°00'00"$$

$$WCB_{900,800} = 40°35'28"$$

$$+\ 210°29'17"$$

$$251°04'45"$$

$$- \quad 180°00'00''$$

$$WCB_{800,700} = 71°04'45''$$

$$+164°42'22.25''$$

$$235°47'7.25''$$

$$- \quad 180°00'00''$$

$$WCB_{700,600} = 55°47'7.25''$$

$$+184°40'26.5''$$

$$240°27\ 33.75''$$

$$- \quad 180°00'00''$$

$$WCB_{600,500} = 60°27'33.75''$$

$$+173°05'30.5''$$

$$233°33'4.25''$$

$$- \quad 180°00'00''$$

$$WCB_{500,400} = 53°33'4.25''$$

$$+174°40'52.25''$$

$$228°13'56.5''$$

$$- \quad 180°00'00''$$

$$WCB_{400,300} = 48°13'56.5''$$

$$+191°07'50" \quad ¶$$

$$239°21'46.5"$$

$$- \quad 180°00'00"$$

$$WCB_{300,200} = 59°21'46.5"$$

$$+114°15'22"$$

$$173°37'8.5"$$

$$+ 180°00'00"$$

$$WCB_{200,100} = 353°37'8.5"$$

الاحداثيات قبل التصحيح

Δ Easting = Horizontal Distance × sin (azimuth)

Δ Northing = Horizontal Distance × cos (azimuth)

Easting = easting B + Δ easting
Northing =Northing B + Δ northing

المعادلة 2-5 معادلات حساب الاحداثيات

Point No.	Degree	Minute	Second	Distance	ΔE	ΔN	Easting	Northing
1200							160168.942	107076.434
	2	2	42	90.855	3.242	90.797		
1100							160172.184	107167.231
	61	59	12.5	187.677	165.689	88.147		
1000							160337.873	107255.378
	80	16	59	152.139	149.956	25.678		
900							160487.829	107281.056
	40	35	28	90.879	59.131	69.011		
800							160546.96	107350.067
	71	4	45	135.079	127.780	43.801		
700							160674.74	107393.868
	55	47	7.25	167.682	138.662	94.287		
600							160813.402	107488.155
	60	27	33.75	125.122	108.857	61.69		
500							160922.259	107549.845
	53	33	4.25	127.959	102.929	76.021		
400							161025.188	107625.866
	48	13	56.5	137.637	102.657	91.682		
300							161127.845	107717.548
	59	21	46.5	163.851	140.979	83.498		
200							161268.824	107801.046

جدول (2–4) الاحداثيات قبل التصحيح

$$AZ = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} + C$$

$\overline{AZ}_{200,100} = 353°35'6.29"$

Angle misclosure = $353°35'6.29"$ - $353°37'8.5"$ = $0°02'2.21"$

Acceptable misclosure = $60\sqrt{n} = 60\sqrt{11} = 0°03'19"$

Correction for each angle = 11.11"

الزوايا المصححة

ST. NO.	الزاوية قبل التصحيح			مقدار التصحيح	الزاوية بعد التصحيح		
	Degree	Minute	Second		Degree	Minite	Second
1200	68	51	41	11.11	68	51	29.89
1100	239	56	30.5	11.11	239	56	19.39
1000	198	17	46.25	11.11	198	17	35.14
900	140	18	29.25	11.11	140	18	18.14
800	210	29	17	11.11	210	29	5.89
700	164	42	22.25	11.11	164	42	11.14
600	184	40	26.5	11.11	184	40	15.39
500	173	5	30.5	11.11	173	5	19.39
400	174	40	52.25	11.11	174	40	41.14
300	191	7	50	11.11	191	7	38.89
200	114	15	22	11.11	114	15	10.89

جدول (2–5) الزوايا المصححة

CORRECTION AZIMUTH

$$WCB_{1300,1200} = 113°11'01"$$
$$+\ 68°51'29.89"$$

$$182°02'30.89"$$
$$-\ 180°00'00"$$

$$WCB_{1200,1100} = 02°02'30.89"$$
$$+\ 239°56'19.39"$$

$$241°58'50.28"$$
$$-\ 180°00'00"$$

$$WCB_{1100,1000} = 61°58'50.28"$$
$$+\ 198°17'35.14"$$

$$260°16'25.42"$$
$$-\ 180°00'00"$$

$$WCB_{1000,900} = 80°16'25.42"$$
$$+140°18'18.14"$$
$$220°34'43.56"$$
$$- \quad 180°00'00"$$
$$WCB_{900,800} = 40°34'43.56"$$
$$+210°29'5.89"$$
$$251°03'49.45"$$
$$- \quad 180°00'00"$$
$$WCB_{800,700} = 71°03'49.45"$$
$$+164°42'11.14"$$
$$235°46'0.59"$$
$$- \quad 180°00'00"$$
$$WCB_{700,600} = 55°46'0.59"$$
$$+184°40'15.39"$$
$$240°26\ 15.98"$$
$$- \quad 180°00'00"$$
$$WCB_{600,500} = 60°26'15.98"$$
$$+173°05'19.39"$$
$$233°31'35.37"$$
$$- \quad 180°00'00"$$
$$WCB_{500,400} = 53°31'35.37"$$
$$+174°40'41.14"$$
$$228°12'16.51"$$
$$- \quad 180°00'00"$$
$$WCB_{400,300} = 48°12'16.51"$$
$$+191°07'238.89"$$
$$239°19'55.4"$$
$$- \quad 180°00'00"$$
$$WCB_{300,200} = 59°19'55.4"$$
$$+114°15'10.89"$$
$$173°35'6.29"$$

$$+ \quad 180°00'00''$$

$$WCB_{200,100} = 353°35'6.29''$$

الإحداثيات المصححة

Linear error

Δ Easting = Horizontal Distance × sin (azimuth)

Δ Northing = Horizontal Distance × cos (azimuth)

Easting = easting B + Δ easting

Northing =Northing B + Δ northing

Point No.	الانحراف المصحح			Distance	قبل التصحيح		مقدار التصحيح		بعد التصحيح	
	Degree	Minute	Second		ΔE	ΔN	ΔE	ΔN	ΔE	ΔN
1100	2	2	30.89	90.855	3.237	90.797	0.064	0.0871	3.3196	90.92801
1000	61	58	50.28	187.677	165.7	88.165	0.1323	0.1799	165.83	88.38884
900	80	16	25.42	152.139	150	25.703	0.1072	0.1459	150.08	25.89276
800	40	34	43.56	90.879	59.12	69.024	0.0641	0.0871	59.199	69.15503
700	71	3	49.45	135.079	127.8	43.835	0.0952	0.1295	127.88	44.00841
600	55	46	0.59	167.682	138.6	94.332	0.1182	0.1608	138.77	94.53566
500	60	26	15.98	125.122	108.8	61.731	0.0882	0.12	108.94	61.89486
400	53	31	35.37	127.959	102.9	76.065	0.0902	0.1227	103	76.23158
300	48	12	16.51	137.637	102.6	91.731	0.097	0.132	102.73	91.90686
200	59	19	55.4	163.851	140.9	83.574	0.1155	0.1571	141.07	83.77499

جدول (2–6) الاحداثيات المصححة

∑ Δ Easting = 1099.378

∑ Δ Northing = 725.395

E200-E1200 = 161269.761 – 160168.942 = 1100.819

N200 – N1200 = 107803.151– 107076.434 = 726.717

Differences

d E = 1099.847- 1100.819 = -0.972

d N = 725.395 – 726.717 = -1.322

Correction in Δ easting = (Length of line * d E) / total length

Correction in Δ Northing = (Length of line * d N) / total length

g = (Length of line * d N) / total length

Linear accuracy :

Error vector = $\sqrt{\Delta E + \Delta N} = 1317.129$
Traverse accuracy = (Error Vector)/(Length of Travers) = 1317.129/1378.88 =0.9552

جدول الإحداثيات المصححة

ST. NO.	Easting	Northing
1300	160105.18	107103.741
1200	160168.942	107076.434
1100	160172.2616	107167.362
1000	160338.0915	107255.7508
900	160488.1694	107281.6436
800	160547.3681	107350.7986
700	160675.2509	107394.807
600	160814.0197	107489.3427
500	160922.9605	107551.2376
400	161025.9653	107627.4691
300	161128.6929	107719.376
200	161269.761	107803.151
100	161261.663	107864.072

جدول (2-7) الاحداثيات المصححة

2-7-2 تصحيح اخطاء احداثيات المضلعات باستخدام Least Square Method:-

المعادلة الرئيسية $X = (A^T A)^{-1} A^T L$

$$V = AX - L$$

المعادلة 2-6 least square adjust

حيث أن:

X: Unknown matrix

A: Jacobean matrix

Observation matrix :L

Variance matrix: V

والصيغ التالية عبارة عن المصفوفات العامة لهذه الطريقة, وقد تم تحديد صيغ المشتقات والرتب للمصفوفات بناءا على القراءات التي تم رصدها في الميدان والمجاهيل المراد حسابها (إحداثيات المحطات):

The Jacobean Matrix A:

$$A=\begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_3} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_3} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_4} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_4} & \cdots\cdots\cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_9} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_9} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_3} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_3} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_4} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_4} & \cdots\cdots\cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_9} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_9} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_9}{\partial dx_3}) & (\frac{\partial F_9}{\partial dy_3}) & (\frac{\partial F_9}{\partial dx_4}) & (\frac{\partial F_9}{\partial dy_4}) & \cdots\cdots\cdots & (\frac{\partial F_9}{\partial dx_9}) & (\frac{\partial F_9}{\partial dy_9}) \\ (\frac{\partial F_{10}}{\partial dx_3}) & (\frac{\partial F_{10}}{\partial dy_3}) & (\frac{\partial F_{10}}{\partial dx_4}) & (\frac{\partial F_{10}}{\partial dy_4}) & \cdots\cdots\cdots & (\frac{\partial F_{10}}{\partial dx_9}) & (\frac{\partial F_{10}}{\partial dy_9}) \end{bmatrix}_{10\times 18}$$

Distance observation reduction:-

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

المعادلة 2−7 Distance observation reduction

Linearization:

Taking the derivatives of last equation:

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

6-4-1-1 Angle observation reduction:-

$$\theta = Az_{IF} - Az_{IB}$$
$$\theta = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D$$

Angle observation reduction 8−2 المعادلة

Taking the derivatives of the last equaion:

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

The Observation Matrix L:

$$L = \begin{bmatrix} F_1 - F_{1_0} \\ F_2 - F_{2_0} \\ F_3 - F_{3_0} \\ F_4 - F_{4_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{10} - F_{10_0} \end{bmatrix}_{10\times 1}$$

The Unknowns Matrix X:

$$X = \begin{bmatrix} dx_3 \\ dy_3 \\ dx_4 \\ dy_4 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_9 \\ dy_9 \end{bmatrix}_{18\times 1}$$

The Variance Matrix V:

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ V_9 \\ V_{10} \end{bmatrix}_{10\times 1}$$

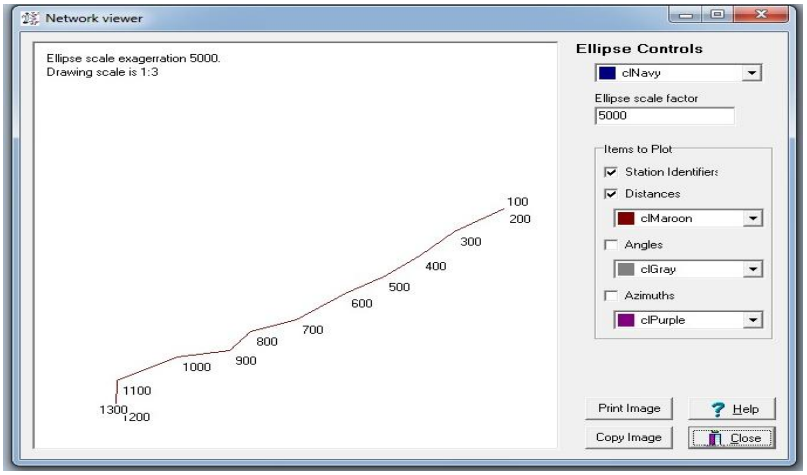
تم استخدام الإحداثيات غير المصححة للمحطات كقيم ابتدائية في عملية الحل (X_0 , Y_0) :

$$X = X_0 + dx$$
$$Y = Y_0 + dy$$

وبعد إجراء العمليات الحسابية حسب العلاقة الرئيسية باستخدام برنامج الـ Adjust تم الحصول على الإحداثيات المصححة التي تظهر في الجدول (2-8):

Station	Easting (m)	Northing (m)
1100	160,172.167	107,167.226
1000	160,337.836	107,255.406
900	160,487.786	107,281.122
800	160,548.848	107,352.428
700	160,676.612	107,396.272
600	160,815.242	107,490.606
500	160,924.063	107,552.358
400	161,026.943	107,628.445
300	161,128.842	107,719.567

جدول (2-8) الإحداثيات المصححة للمحطات في الميدان



شكل (2-6) طريقة التصحيح باستخدام برنامج Adjust . شكل المشروع

الانحراف المعياري:

$$S_0 = \sqrt{\frac{V^T \times V}{m-n}} \qquad Where\ m: Number\ of\ Observations,\ n: Number\ of\ unknowns$$

So= ± 8"

3-7-2 تصحيح اخطاء احداثيات المضلعات باستخدام AutoCAD Civil 3D

النتائج التي ظهرت في برنامج AutoCAD Civil 3D كما يلي :

Angular error = 0-02-02
Angular error/set = 0-00-11 Over
Error North : -0.1711
Error East : -1.0180
Absolute error: 1.0323
Error Direction: S 80-27-29 W
Perimeter : 1381.8807
Precision : 1 in 1338.6990
Number of sides 10

SURVEY LEAST SQUARES CALCULATION
Total # of Unknown Points: 9
Total # of Points : 13
Total # of Observations: 22
Degrees of Freedom : 4
Confidence Level : 99%
Number of Iterations : 2

OBSERVATIONS

****

****

Type	Pnt1	Pnt2	Pnt3	Measured	StdDev	Adjusted	Resid
DIST	400	300		137.637	0.005	137.5358	-0.1012*
ANG	500	400	300	174-40-52.00	6.3	174-40-35.72	-16.28
DIST	900	800		93.877	0.005	93.779	-0.0980*
ANG	1000	900	800	140-18-29.00	6.9	140-17-58.67	-30.33*
DIST	200	100		0	0.005	65.5522	65.5522*
ANG	300	200	100	114-15-22.00	7.8	114-15-22.33	0.33
DIST	700	600		167.681	0.005	167.5783	-0.1027*
ANG	800	700	600	164-42-22.00	5.6	164-42-01.06	-20.94*
DIST	500	400		127.959	0.005	127.8566	-0.1024*
ANG	600	500	400	173-05-30.00	6.6	173-05-03.01	-26.99*
DIST	1000	900		152.139	0.005	152.0437	-0.0953*
ANG	1100	1000	900	198-17-46.00	5.1	198-17-59.02	13.02
DIST	1200	1100		90.855	0.005	90.7978	-0.0572*
ANG	1300	1200	1100	68-51-41.00	8.1	68-50-51.19	-49.81*
DIST	300	200		163.855	0.005	163.7522	-0.1028*
ANG	400	300	200	191-07-50.00	5.7	191-07-52.20	2.2
DIST	800	700		135.0787	0.005	134.9785	-0.1002*
ANG	900	800	700	210-29-17.00	7.3	210-29-13.27	-3.73
DIST	600	500		125.122	0.005	125.0193	-0.1027*
ANG	700	600	500	184-40-27.00	5.9	184-40-08.76	-18.24*
DIST	1100	1000		187.677	0.005	187.5744	-0.1026*
ANG	1200	1100	1000	239-56-31.00	6.2	239-56-59.64	28.64*

ADJUSTED COORDINATES

****

Std Deviations are at 99% Confidence Level

Point	Northing	Easting	StdDevNth	StdDevEst
1100	107167.1748	160172.1603	192.342	108.504
1000	107255.2900	160337.7498	277.197	250.875
900	107280.9577	160487.6113	390.753	307.366
800	107352.1822	160548.6161	425.233	341.672
700	107395.9763	160676.2925	423.587	354.024
600	107490.2471	160814.8404	402.980	343.939
500	107551.9292	160923.5838	364.087	319.210
400	107627.9433	161026.3902	291.906	264.570
300	107719.6194	161128.9162	184.742	183.291

2D LEAST SQUARES ERROR ANALYSIS

****

****

Point	Semi-Major Axis	Semi-Minor Axis	NE-Axis Whole Circle Bearing
1100	192.669614	107.921019	4-02-04
1000	301.111602	221.604020	144-46-10
900	423.492559	260.414638	150-43-55
800	464.667759	285.739270	149-15-13
700	465.129536	297.343224	147-30-23
600	439.699544	295.552781	147-17-38
500	395.334009	279.580143	146-33-19
400	308.211744	245.381066	147-58-02
300	186.424892	181.579855	36-17-13

Blunder Detection/Analysis

****

****

Type	Pnt1	Pnt2	Pnt3	Adjusted	Resid	Redun	Estimate	Marg	Ext
DIST	400	300		137.536	-0.101	0.105	0.96	P	P
ANG	500	400	300	174-40-35.72	-16.281	0.15	108.516	P	P
DIST	900	800		93.779	-0.098	0.099	0.986	P	P
ANG	1000	900	800	140-17-58.67	-30.328	0.131	231.018	P	P
DIST	200	100		65.552	65.552	0.131	-499.325	P	P
ANG	300	200	100	114-15-22.33	0.326	0.44	-0.741	P	P
DIST	700	600		167.578	-0.103	0.108	0.949	P	P
ANG	800	700	600	164-42-01.06	-20.939	0.068	309.314	P	P
DIST	500	400		127.857	-0.102	0.108	0.951	P	P
ANG	600	500	400	173-05-03.01	-26.992	0.127	212.637	P	P
DIST	1000	900		152.044	-0.095	0.095	1.004	P	P
ANG	1100	1000	900	198-17-59.02	13.021	0.098	-132.626	P	P
DIST	1200	1100		90.798	-0.057	0.041	1.396	P	P
ANG	1300	1200	1100	68-50-51.19	-49.811	0.406	122.617	P	P
DIST	300	200		163.752	-0.103	0.108	0.948	P	P
ANG	400	300	200	191-07-52.20	2.198	0.167	-13.192	P	P
DIST	800	700		134.978	-0.1	0.104	0.966	P	P
ANG	900	800	700	210-29-13.27	-3.734	0.126	29.692	P	P
DIST	600	500		125.019	-0.103	0.108	0.948	P	P
ANG	700	600	500	184-40-08.76	-18.237	0.082	222.559	P	P
DIST	1100	1000		187.574	-0.103	0.108	0.949	P	P
ANG	1200	1100	1000	239-56-59.64	28.635	0.22	-129.877	P	P

Redundancy is the observation's contribution to the degree of freedom

(From 0 to 1 with 1 being best)

Estimate is used to estimate the blunder which might cause large residuals

Marg is a reliability test for a single blunder (Type II error)

Ext is an external reliability test for an observation
P = PASS FAIL = FAIL

Least Squares Input File

Generated By Survey

Point	Northing	Easting	Level
1300	107103.741	160105.18	NE
1200	107076.434	160168.942	NE
1100	107167.2311	160172.1843	?NE
1000	107255.3776	160337.8734	?NE
900	107281.0554	160487.8298	?NE
800	107352.3429	160548.9116	?NE
700	107396.1434	160676.6917	?NE
600	107490.4294	160815.3534	?NE
500	107552.1193	160924.2105	?NE
400	107628.1402	161027.1393	?NE
300	107719.8218	161129.7961	?NE
200	107803.151	161269.761	NE
100	107868.2928	161262.437	NE

8-2 الاحداثيات المصححة

****
Adjusted stations
****

Station	X	Y
300	161,128.842	107,719.567
400	161,026.943	107,628.445
500	160,924.063	107,552.358
600	160,815.242	107,490.606
700	160,676.612	107,396.272
800	160,548.848	107,352.428
900	160,487.786	107,281.122
1000	160,337.836	107,255.406
1100	160,172.167	107,167.226

9-2 المسافات المصححة

****
Adjusted Distance Observations
****

Station Occupied	Station Sighted	Distance	V	S
200	300	163.843	-0.0067	0.0479
300	400	136.699	-0.9383	0.1083
400	500	127.959	-0.0002	0.0080
500	600	125.121	-0.0008	0.0160
600	700	167.682	-0.0004	0.0112
700	800	135.077	-0.0018	0.0240
800	900	93.878	-0.0006	0.0160
900	1000	152.139	-0.0002	0.0080
1000	1100	187.675	-0.0008	0.0160
1100	1200	90.849	-0.0058	0.1515

مرفق تصحيح المضلع باستخدام طريقتي ال ADJUST&CIVIL 3d في الملحق رقم A

الفصل الثالث: التصميم الهندسي للطريق

3-1 مقدمة

3-2 التصميم الهندسي للطريق

3-3 السرعة التصميمية للطريق Design speed

3-4 قطاع الطريق:-

3-5 عرض المسرب (lane width)

3-6 الميول العرضية:

3-7 الأرصفة (Sidewalks)

3-8 الجزر الفاصلة بين الاتجاهين

3-9 الميول الطولية

3-10 الميول الجانبية

3-11 الأكتاف (Shoulders)

3-12 الاطاريف (الجبه)

3-13 ملخص التصميم الهندسي لمسار الطريق في المشروع

الفصل الثالث: التصميم الهندسي للطريق

3-1 مقدمة

يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية والعروض والانحدارات وباقي عناصر الطريق . وبادئ ذي بدء يجب تصنيف الطرق من حيث كونها طرقاً رئيسية أو فرعية أو محلية حتى يمكن تحديد السرعة التصميمية والانحدار الحاكم بعد موازنة بعض العوامل مثل أهمية الطريق وتقدير حجم وخصائص المرور والتضاريس والأموال المتاحة . وتعتبر السرعة التصميمية والانحدار الحاكم هما بدورهما القاعدة الأساسية لوضع الحدود الدنيا القياسية لكل من التخطيط الرأسي والأفقي للطريق وبعد ذلك يستطيع المصمم بالمحاولة والخطأ أن يطوع هذه الحدود أو أعلى منها للتضاريس من أجل التوصل إلى مسقط أفقي وقطاع طولي للطريق . ثم تأتى مرحلة تفاصيل الأبعاد الهندسية للتقاطعات ذات المستوى الواحد أو المستويات المتعددة ولطرق الخدمة ولغيرها من الملامح . وأخيراً لابد من تحديد تفاصيل العلامات والخطوط وإشارات المرور إن وجدت وغيرها من مقاييس التحكم في المرور. ويمكن الوصول إلى طريق لا يسبب حوادث ويحقق الانسياب السلس بجعل جميع عناصر الطريق تتمشى مع توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم. ويهدف هذا الفصل (التصميم الهندسي للطريق) إلى تحديد المعايير التصميميه الرئيسية للطرق لتحديد توافق التصميم الهندسي للطريق مع المتطلبات الهندسية المطلوبة.

3-2 التصميم الهندسي للطريق

حيث تتمحور عملية التصميم الهندسي للطريق في ثلاث أمور رئيسية و هي:

1) التصميم الأفقي (Horizontal Alignment): حيث يتم فيه بيان المنحنيات الأفقية و تحديد بداياتها و نهاياتها وكذلك تحديد أطوالها و زواياها و نقاط التقاطع فيها.
2) التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment): يتمثل التصميم الرأسي للطريق في تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية و تحديد الارتفاع الجديد للطريق حيث يتم اظهار الطريق بالمستوى الرأسي و مشاهدة كيف ترتفع و تهبط و يمكن تحدبد مناطق الحفر و الردم، المنحنيات الرأسية و مسافات الرؤية .وسيتم مناقشة التصميم الافقي والرأسي في فصل قادم

يتم تمثيل التصميم الأفقي و الرأسي عن طريق وضع التصميمان في لوحة واحدة تسمى (Plan _ Profile)، حيث يكون التصميم الأفقي في الجزء العلوي من اللوحة و يكون التصميم الرأسي في الجزء السفلي من اللوحة.

3) أما المرحلة الثالثة من التصميم للطريق هي التصميم العرضي للطريق حيث يتم في هذه المرحلة من التصميم تحديد شكل مقطع الطريق و ميولها الجانبية و كذلك بيان سطح الطريق و عرضه.

3-3 السرعة التصميمية للطريق (Design speed):-

تعتبر السرعة التصميمية العامل الأهم فى عوامل التصميم وتعرف بأنها السرعة القصوى (الآمنة) التى يمكن المحافظة عليها فوق قطاع معين من الطريق عندما تكون الظروف ملائمة لدرجة تسمح للظواهر التصميمية للطريق بالتحكم الكامل , والسرعة التصميمية يجب ان تكون اكبر من الحقيقة , ويعد اختيار السرعة امرا بالغ الاهمية لارتباطه بسعة الطريق وأنصاف أقطار المنحنيات الأفقية وحدة الانحدارات ومسافة الرؤية وغيرها من العناصر التصميمية فكلما زادت السرعة التصميمية كلما كان الطريق مهيئا لاستيعاب اعداد كبيرة من المركبات بصورة مريحة . ويعتمد تحديد السرعة التصميمية على عدة عوامل اهمها طبيعة المنطقة وجغرافيتها و تركيبة المرور وحجم المرور الساعي

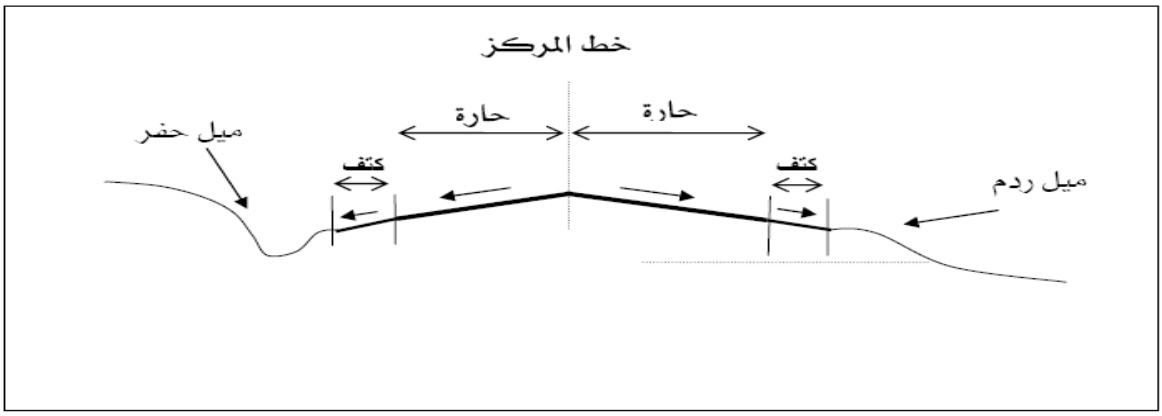
تصنيف الطريق	السرعة الدنيا كم/س	السرعة المرغوبة كم/س
طريق محلي(LOCAL)	30	50
طريق تجميعي(COLLECTOR)	50	60
شرياني – عام	80	100
-أقل اضطراب	70	90
-اضطراب ملموس	50	60
طـريق سريع(Expressway)	90	120

الشكل (3-1) السرعة التصميمية

3-4 قطاع الطريق:-

إن الاستفادة من الطريق تتوقف على تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق, فالطرق التي يمر عليها عدد كبير من السيارات وبسرعة عالية يتطلب عدد كبير من حارات المرور ومنحنيات ذات أنصاف قطار كبيرة نسبيا وانحدارات طولية صغيرة لذلك يجب الاهتمام بأكتاف الطرق المتسعة وعمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي المرور.

شكل 3-1



شكل 3-1 قطاع الطريق

3-5 عرض المسرب (lane width):-

يتحدد عرض الرصف عن طريق عدد حارات المرور وعروضها ولا يوجد بين عناصر الطريق ما هو أكثر أثراً على الأمان وراحة السير من عرض الطريق وحالة سطحه. والحاجة ظاهرة إلى طرق ذات أسطح ناعمة غير زلقة وتلائم جميع الحالات لما له من دور مهم في سهولة القيادة ودرجة الأمان على الطريق. وتقل السعة الفعلية للطريق حينما توجد عوائق متاخمة للطريق مثل الحوائط الساندة أو سيارة متوقفة ولذا يجب المحافظة على الخلوص الأفقي بين حارات المرور وأي عائق جانبي حتى لا تؤثر بصورة كبيرة على سعة الطريق وبالتالي تؤثر على زيادة الحوادث وتقليل راحة المستخدم . ويعتبر عرض الحارة 3.65متر مرغوباً و 3.35 مقبولاً في المناطق الحضرية ومن الضروري استخدام حارة مرور إضافية عند التقاطعات وعند التقاطعات الحرة لتسهيل حركة المرور وقد تم اختيار عرض الحارة في هذا الشارع 3.6 متر.

3-6 الميول العرضية:

يتم تنفيذ الميول العرضية في مناطق المماسات والمنحنيات الأفقية المنبسطة وذلك بعمل تاج في منتصف الطريق وإجراء ميل في كلا الاتجاهين في الطريق للحارتين وذلك بهدف صرف المياه إلى جانبي الطريق . وبصفة عامة يتم عمل ميل عرضي للرصف بحيث يكون اتجاه الميل إلى أماكن تجميع وتصريف مياه الأمطار. والميول الجانبية الحادة غير مرغوبة في أماكن المماسات في التخطيط الأفقي لما يمكن أن تسببه من تأثير على المركبة وإمكانية انسياقها إلى الحافة الهابطة للطريق . والميل العرضي حتى 1.5٪ مقبولٌ حيث لا يلاحظه السائق ولا يؤثر على المركبة .

3-7 الأرصفة (Sidewalks):

يعتبر الرصيف من اهم عناصر تصميم الطريق داخل المدن حيث يعتبر الجزء المكمل للشوارع ويجب ألا يقل عرض الرصيف عن 1.5متر ويعمل من مواد تعطي سطحاً ناعماً ومستوياً وسليماً . ويجب أن يكون سطح الرصيف الذي يسير عليه المشاة مساوياً في الجودة أو أحسن حالة من سطح الرصف المخصص للمركبات كي يغري المشاة بالسير عليه .
وعندما يكون رصيف المشاة قريباً من حافة الجزء المرصوف لمرور المركبات، يجب حمايته بجبه حاجزة وعند عدم استعمال جبه يجب أن تكون أرصفة المشاة بعيدة عن حافة الرصف المخصص للمركبات بثلاثة أمتار على الأقل .

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

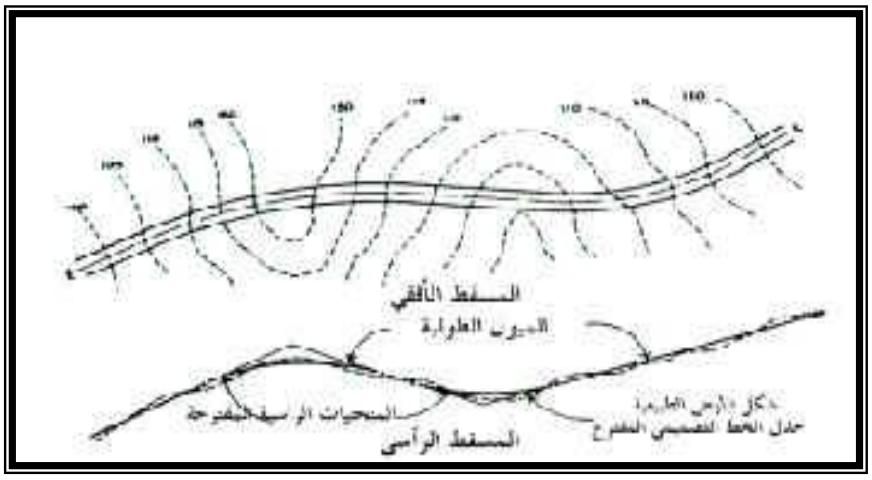
3-8 الجزر الفاصلة بين الاتجاهين

يوجد هناك عدة اعتبارات لوضع الجزيرة الوسطية مثل نوع الطريق وطبيعة الارض ومقدار نزع الملكية وغير ذلك من الاعتبارات . وتوضع الجزر الوسطية لتحقق ما ينبغي من عدم تداخل حركات المرور المتضادة بحيث تؤمن السلامة

للمركبات المارة .وتفيد ايضا في عملية دوران المركبات عند التقاطعات في نفس المستوى كما تتخذ مأمن يلجأ اليه في حالة الضرورة .

3-9 الميول الطولية:

يجب ان تكون الميول الطولية ذات تصميم مريح ومقبول لتصريف المياه حيث انه في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب. وفي المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض الطبيعية فإن السطح السفلي للرصف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي 0.5 متر على الأقل . وفي المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر بـ0.3 متر على الأقل ، وهذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري غير الضروري .ويعتبر الميل 0.25% هو أقل ميل لصرف الأمطار .



الشكل (3-2) الميول الطولية

3-10 الميول الجانبية:

يتم تصميم الميول الجانبية لضمان اتزان وثبات المركبات على الطريق ولإعطاء الفرصة لتأمين المركبات الخارجة عن السيطرة أي تحديد انحدار (ميلان) جانبي الطريق أي أن هذا الميلان له أثره على النواحي الاقتصادية ويتحكم في انجراف جسم الطريق كما يؤثر على الصيانة وثبات التربة وتصريف المياه.

ويوضح جدول رقم (3-3) العلاقة بين نوع الطبوغرافية وارتفاع الحفر أو الردم والميل العرضي الأقصى والمرغوب في الطرق ولميول الحفر أقل من أو تساوي (2: 1) يعتمد على تحليل التربة

الميول الجانبية(الأفقي إلى الرأسي)لأنواع التضاريس ماعدا في الصخر							
الارتفاع (م)		مستوية		متموجة		جبلية	
		مرغوب	أقصى ميل	مرغوب	أقصى ميل	مرغوب	أقصى ميل
0 – 1	حفر	1:6	1:4	1:6	1:3	1:6	1:3
	ردم	1:6	6 :1	4 :1	4 :1	4 :1	4 :1
1-3	حفر	1:4	1:3	1:3	1:2	1:3	1:2
	ردم	4 :1	4 :1	4 :1	4 :1	3 :1	3 :1
3 – 5	حفر	1:3	1:2	1:3	1:2	1:3	1:2
	ردم	4 :1	3 :1	4 :1	3 :1	3 :1	1.5 : 1
5	حفر	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2
	ردم	3 :1	1:2	1:3	1:2	1:2	1.5 : 1

جدول (3–2) الميول الجانبية

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

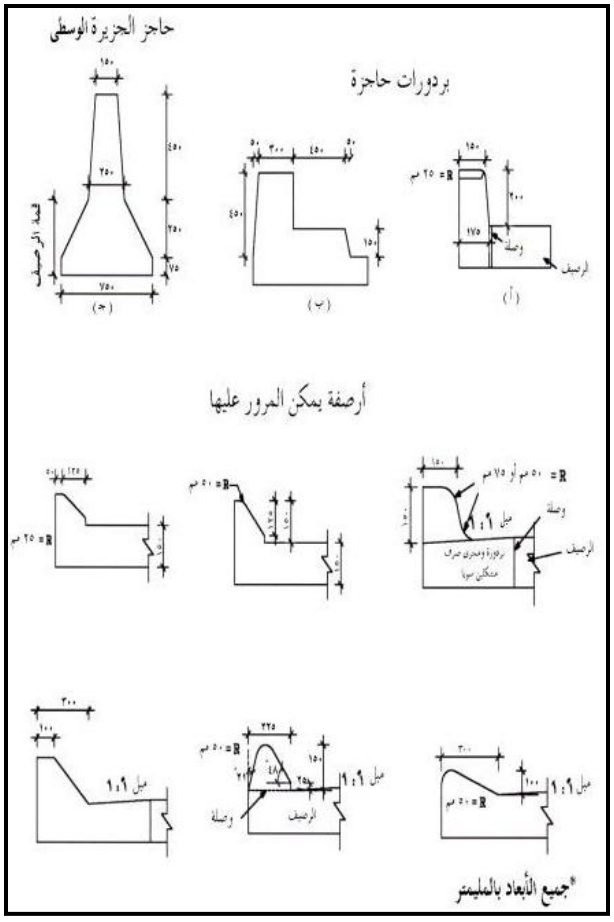
3–11 الأكتاف (Shoulders):

في غالب المناطق الحضرية الأكتاف غير ضرورية لإعطاء دعم إنشائي للرصف حيث وجود الجبه وقنوات الصرف وتعطي حارة وقوف السيارات نفس المميزات التي تعطيها الأكتاف .

12-3 الاطاريف (الجبه):

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

تقوم الاطاريف غالباً بغرض أو أكثر من هذه الأغراض. وتتميز الاطاريف بأنها بروز ظاهره أو حافة قائمة وتبدو الحاجة إليها كثيراً في الطرق المارة بالمناطق السكنية كما أن هناك مواقع بعض الحالات في الطرق الخلوية يلائمها بل ويجب أن يعمل لها الاطاريف. شكل 3-3.



شكل 3-3 الأطاريف (الجبه)

3-13 ملخص التصميم الهندسي لمسار الطريق في المشروع

ارتقى فريق البحث في تصميم مسار الطريق على النحو التالي :

1) ان يكون قطاع الطريق مكون من مسربين وكل مسرب يتكون من حارة واحدة بعرض 3.5م.
2) يفصل بين كل مسرب والآخر جزيرة وسطية تكون مطلية على الاسفلت (painted median) .
3) عمل ارصفة للمشاة كون الطريق يمر بمنطقة سكنية وان يكون عرض الرصيف 1.5 م.
4) وضع جبه على طول الطريق .
5) عمل ميول عرضية على طول الطريق بمقدار (1.5-2)% .
6) عدم وضع اكتاف جانبية للطريق وذلك لوجود الجبه وأرصفة المشاة التي تعوض عن الاكتاف .

والشكل 3-4 يمثل ملخص لعناصر التصميم التي ستستخدم في الطريق

الفصل الرابع: الرفع التفصيلي

4-1 مقدمة:

4-2 أهمية الرفع التفصيلي

4-3 خطوات أعمال الرفع التفصيلي

4-4 نقاط الرفع التفصيلي

الفصل الرابع: الرفع التفصيلي

4-1 مقدمة:

الرفع التفصيلي له طرق عديدة ومختلفة في الاسلوب وان كانت جميعها تدور حول فكرة واحدة ألا وهي ربط التفاصيل الموجودة بالطبيعة بالمضلع الذي قمنا بتثبيته وايجاد علاقة بين كل منهما نستطيع من خلالها ان نقوم برسم التفاصيل في لوحة تفصيلية تحتوي على جميع المعالم المراد رفعها وهذه العلاقة اما ان تكون مسافات فقط أو زوايا فقط أو زوايا وأطوال وتسمى هذه الطريقة الاخيرة الاشعاع او الاحداثيات فقط.

4-2 أهمية الرفع التفصيلي:

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

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

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

لذلك فقد استخدمت طرق عدة للرفع التفصيلي منذ القدم وحتى الان ومن أهم هذه الطرق المتبعة في الوقت الحالي " الرفع باستخدام جهاز المحطة الشاملة " لما تعطيه هذه الطريقة من دقة عالية تتناسب مع الغرض المراد من الرفع التفصيلي. (2)

3-4 خطوات اعمال الرفع التفصيلي :

1) العملية الاستكشافية ورسم كروكى للطريق؛ وتكمن اهمية الاستكشاف ورسم الكروكى للمنطقة فيما يلي:
   - التعرف على المنطقة المحيطة وما تحتويه من معالم يراد رفعها والعقبات التي تقف حائلا دون الرفع.
   - تقليل الجهد المبذول في المشروع وتوجيه ذلك الجهد فيما هو مفيد
   - تقليل الزمن المتوقع لعملية الرفع التفصيلي
   - جمع المعلومات المطلوبة عن تلك المنطقة المراد رفعها
   - رسم كروكى للمنطقة ليبين جميع التفاصيل الصناعية والطبيعية والاستفادة من الكروكى بتسجيل أرقام النقاط عليها عند عملية الرفع التفصيلي.
2) الاستعانة بالصور الجوية للمنطقة واستخدام برنامج "ARC MAP 10" وعمل "DIGITIZING " للصورة وتحليل معلومات المعالم الموجودة في المنطقة .
3) رفع التفاصيل المراد رفعها على الخريطة
   - تم استخدام جهاز المحطة الشاملة "FOCUS 8" في عملية الرفع وفيما يلي وصف لتفاصيل ما قمنا به اثناء عملية الرفع :
   - يتم استخدام الاحداثيات المصححة لنقاط المضلع
   - يوضع جهاز المحطة الشاملة فوق النقطة المراد رفع التفاصيل من خلالها ثم نقوم بعمل الضبط المؤقت للجهاز ونقوم بتسجيل ارتفاع الجهاز من محور المنظار وحتى النقطة المحتلة, وكذلك ارتفاع العاكس.
   - نقوم بالتوجيه الى احدى نقاط المضلع معلومة الاحداثيات ويبدأ بعد ذلك بإدخال احداثيات النقطة المحتلة " STATION POINT"وارتفاع الجهاز و ارتفاع العاكس واحداثيات نقطة " BACK SIGHT" ونقوم بعد ذلك برفع نقطة المضلع معلومة الاحداثيات ومن ثم نقوم بالرفع لكل النقاط المراد رفعها والتي نراها من تلك النقطة وذلك عن طريق وضع العاكس عندها واخذ القراءة وتسجيلها في الجهاز . و في نهاية الرصد نقوم بالرصد على المحطة التي قمنا بالتصفير عليها حتى نتأكد من عدم وجود أي خطأ اثناء الرصد .
   - نكرر الخطوات السابقة وذلك عند كل نقطة من نقاط المضلع " محطات الرصد.
4) ادخال تلك الأرصاد على الحاسب الالي: بعد الانتهاء من العمل الميداني والرفع التفصيلي للمشروع قمنا برسم المخطط التفصيلي باستخدام برنامج "AUTODISK LAND DISKTOP" وبالاستعانة بالكروكي التي قمنا برسمها في الموقع .
5) إنتاج الخريطة التفصيلية مستكملا العناصر الفنية لها.

4-4 نقاط الرفع التفصيلي:

تم تقسيم النقاط الى عدة جداول حسب وصف النقاط كما هو مرفق في ملحق **B**

تم ارفاق مخططات الرفع التفصيلي في ملحق **E**

الفصل الخامس: التخطيط الأفقي والرأسي

5-1 مقدمة

5-2 التخطيط الأفقي للطريق

5-3 التخطيط الرأسي للطرق

الفصل الخامس : التخطيط الأفقي والرأسي

5-1 مقدمة

يواجه المهندس مهمة توصول الخطوط المستقيمة والمتقاطعة بالمنحنيات الأفقية والرأسية غايتها تفادي التغير المفاجئ في الاتجاه لكثير من المشاريع الهندسية الحيوية كمشاريع الطرق والسكك الحديدية وقنوات الري وخطوط الأنابيب وخطوط النقل الكهربائية ، وذلك بتوزيع هذا التغير على كامل المنحنى أو على مجموعات المنحنيات التي ستربط كل جزئيين مستقيمين متقاطعين.

حيث أن التخطيط الأفقي والرأسي للطريق يعدان من أهم أسس التصميم الهندسي وذلك لأن التخطيط الأفقي يشمل تحديد أطوال المسارات، الزوايا ،نقاط التقاطعات, وتصميم المنحنيات الأفقية أما التخطيط الراسي يهدف إلى تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية وتحديد الانحدارات المناسبة وتصميم المنحنيات الراسية لتلاءم مسافات الرؤية وحساب كميات الحفر والردم.

ونظراً لأن التخطيط الأفقي والرأسي هما من أهم العناصر في تصميم الطرق فيجب تصميمها تصميم كامل. إذ أن البراعة في تصميمها والجمع بينهما يزيد الفائدة والأمان ويدعو إلى انتظام السرعة ويحسن النظر ويتحقق كل ذلك في غالب الأحيان دون زيادة في التكاليف.

5-2 التخطيط الأفقي للطريق

يتكون التخطيط الأفقي للطريق من سلسلة متكاملة من المماسات والمنحنيات ويتم أخذ محطات كل مسافة أفقية حسب دقة الطريق المطلوبة ، ويفضل أن تكون المحطات في المنحنيات على مسافات متقاربة لزيادة الدقة وسهولة التوقيع في الواقع.

5-2-1 أنواع المنحنيات الأفقية

1- المنحنيات الدائرية Circular curves.

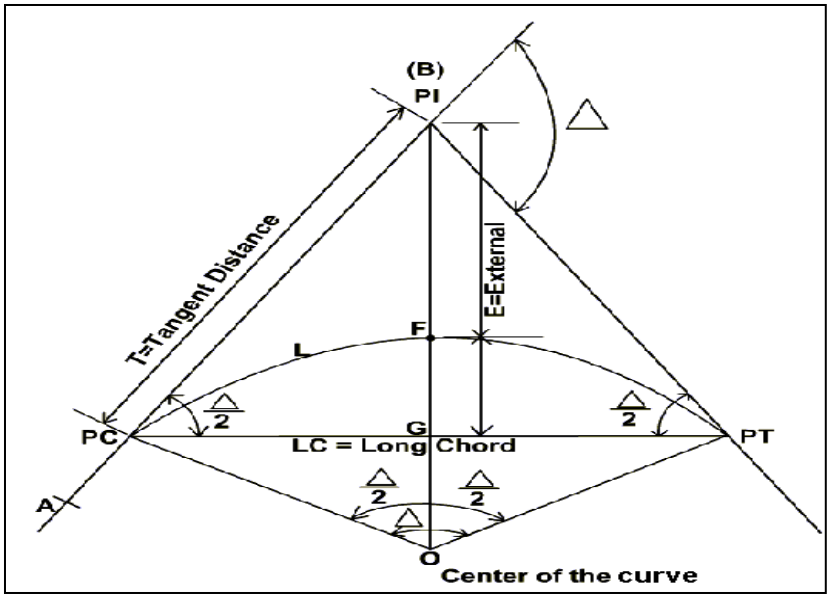
2- المنحنيات الانتقالية Transitions

5-1-1-1 المنحنيات الدائرية: Circular Curves[1]

عناصر المنحنى الدائري الشكل (5-1) يوضح عناصر المنحنى الدائري البسيط والتي تتكون من:

1. نقطة تقاطع المماسين **(PI)**.
2. زاوية الانحراف (Δ) Deflection Angle: وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.
3. المماسين **(T)** The tow Tangent:حيث يسمى المماس على الجانب الأيسر لنقطة التقاطع PI بالمماس الخلفي, والمماس على الجانب الأيمن بالمماس الأمامي.
4. نقطة بداية المنحنى **(PC)** Point of Curvature.
5. نقطة نهاية المنحنى **(PT)** Point of Tangency.
6. الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي التماس و يطلق عليه الوتر الطويل **(LC)**.
7. نصف القطر **(R)** Radius.
8. طول المنحنى **(L)**.Length of curve
9. المسافة الخارجية**(E)**,External Distance وهي عبارة عن المسافة بين **(PI)** و بين منتصف المنحنى الدائري.
10. سهم القوس**(M)** Middle Ordinate, و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
11. مركز المنحنى ونرمز له **(O)**.

دليل التصميم الهندسي للطرق



الشكل (5-1) : عناصر المنحنى الدائري البسيط

معادلات المنحنى الدائري البسيط

1 -طول المماس (T).

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

2 -المسافة الخارجية (E).

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

3 -سهم القوس (M).

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

4 -الوتر الطويل(LC).

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

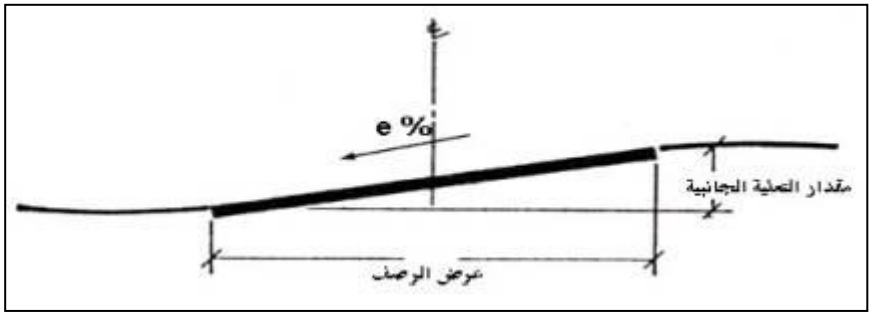
$$L = \frac{\pi R\Delta}{180} \text{.....5.5}$$ 5 –طول المنحنى (L).

5-2-1-2 المنحنيات الانتقالية Transition Curves

يستخدم المنحنى الانتقالي في جميع المنحنيات الأفقية وتأتي أهمية المنحنى الانتقالي من (اللولبية) بين المماس والمنحنى الدائري لنقل المركبة من طريق مستقيم إلى طريق منحنى وفي المنحنى الانتقالي تتناسب درجة المنحنى مع طول اللولب وتزداد من صفر عند المماس لدرجة المنحنى الدائري عند النهاية . وعلى هذا فمن المستحسن عمل منحنيات انتقالية حتى يمكن للسائق أن يسير في حارته المرورية. فضلاً عن أن المنحنى الانتقالي يعطي للمصمم المجال لتطبيق التوسيع والرفع التدريجي للحافه الخارجية للرصف بمقدار الرفع المطلوب.

5-2-2 التعلية Superelevation

في حالة حركة السيارة على منحنى أفقي يتم عمل رفع جانبي للطريق بدرجة كافية لإيجاد مركبة قوة جانبية لتلاشي القوة الطاردة المركزية الناتجة عن الحركة على المنحنى ، وفي حالة المنحنيات ذات أنصاف الأقطار الكبيرة جداً يمكن إهمال الرفع الجانبي . الشكل (5-2)[2]

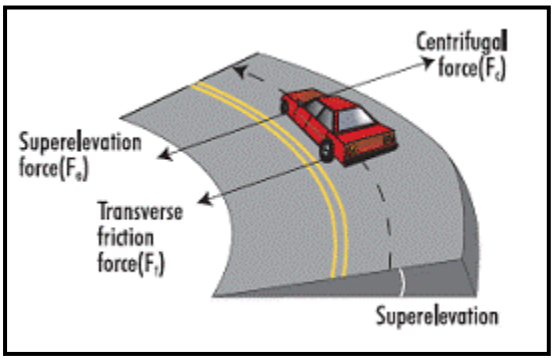


شكل رقم (5-2) الرفع الجانبي للطريق

دليل التصميم الهندسي للطرق

5-2-3 القوة الطاردة المركزية:

عندما تسير عربة على جزء مستقيم من طريق نصف قطره مالا نهاية تنعدم القوة الطاردة المركزية، وعندما تدخل العربة فجأة ضمن جزء من الطريق على شكل منحنى دائري ذو نصف قطر ثابت ومحدد تتعرض العربة إلى قوة طاردة مركزية تؤثر بشكل متعامد مع محور الدوران الذي هو في الواقع خط وهمي ورأسي مار بمركز المنحنى الدائري، ويكون اتجاه القوة الطاردة المركزية أفقياً الشكل (5-3)



شكل (5-3): تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

ومعادلتها:-

$$p = m * v^2 / R$$

P = القوة الطاردة المركزية للعربة أثناء سيرها على المنحنى الدائري.

M= كتلة العربة.

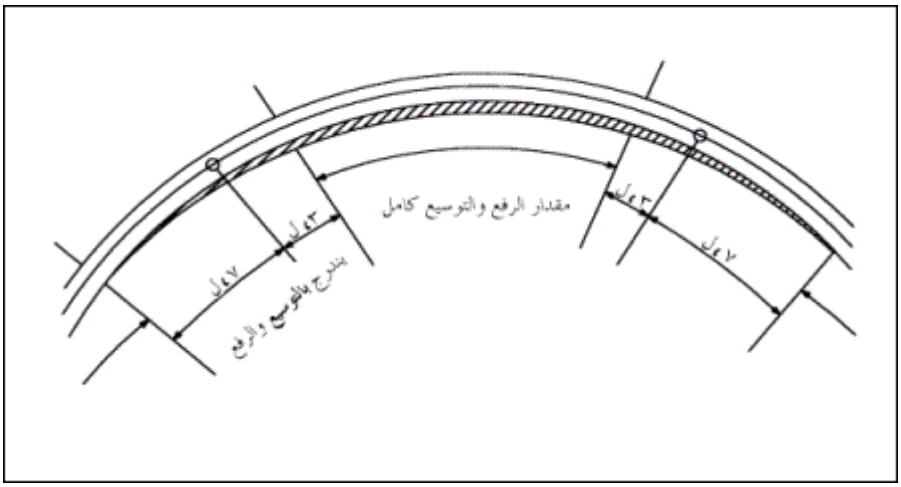
V = سرعة العربة.

R= نصف قطر المنحنى الدائري.

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

5-2-4 توسيع المنحنيات Curve Widening

يتم عمل التوسيع في المنحنيات شكل رقم (5-4) بسبب عدم اتباع العجلات الخلفية للعجلات الأمامية في المنحنيات ، ولمعرفة مقدار التوسيع المطلوب في المنحنيات حسب نصف القطر والسرعة التصميمية أنظر جدول رقم (14) دليل التصميم الهندسي للطرق. الشكل (5-4)[3]



شكل رقم (5-4): توسيع المنحنيات

5-2-5 ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي

1. يجب أن يكون التخطيط توجيهياً بقدر الإمكان أي موجهاً للسير في نفس الاتجاه ولكن متماشياً مع طبوغرافية المنطقة ، فالتخطيط الانسيابي الذي يتماشى بوجه عام مع خطوط الكنتور الطبيعية، أفضل من

التصميم الهندسي للطرق

حيث الجمال الفني من تخطيط ذي مماسات طويلة تنشق خلال أرض متموجة أو جبلية ، كما أن مثل هذا التصميم مرغوب من الوجهة الإنشائية و الصيانة.

2. عندما يجرى التخطيط على أساس سرعة تصميمية محددة فإنه بقدر الإمكان يجب ألا تلجأ إلى أقصى انحناء (أي أقل نصف قطر) يناظر تلك السرعة ، بل يجب على المصمم أن يحاول استخدام المنحنيات المنبسطة بوجه عام .
3. يهدف دائماً إلى تخطيط متناسق فيجب ألا تعمل انحناءات شديدة في نهاية أطوال كبيرة مستقيمة، كما لا يعمل تغيير فجائي من انحناءات سهلة إلى انحناءات شديدة ، وعندما يستلزم الأمر إدخـال منحنى شديد فيكون الدخول عليه إذا أمكن ذلك بواسطة منحنيات متتالية تبدأ من الانحناء السهل العام ثم تزداد شدة بالتدرج.
4. في زوايا الانحراف الصغيرة يجب أن تكون المنحنيات ذات طول كاف يمنع ظهور التخطيط بشكل كسرات بحيث لا يقل طول المنحنى عن 150متر مقابل الزوايا المركزية التي يكون مقدارها 5 درجات ، ويزداد هذا الطول الأدنى بمقدار 30 متراً على الأقل مقابل كل درجة تنقص من الزاوية المركزية.
5. المنحنيات المنبسطة هي فقط التي يلزم استخدامها في الجسور العالية الطويلة.
6. جب مراعاة الحذر عند استخدام منحنيات دائرية مركبة ، والأفضل أن يتجنب استخدامها.
7. يجب اجتناب أي تغيير عكسي مفاجئ في التخطيط ، لأن مثل هذا التغيير يجعل من الصعب على السائق أن يلزم حارة المرور الخاصة به ، كما أنه من الصعب عمل رفع جانبي كاف للطريق في كلا الانحناءين وقد ينتج عن ذلك حركات خاطئة وخطيرة ، ويمكن تصميم انحناء عكسي مناسب في التخطيط بعمل مماس ذي طول كاف بين الانحناءين للانتقال التدريجي في الرفع الجانبي ، ولا يقل طولـه عن 40 متر.
8. يجب تجنب عمل منحنيات ذات شكل منكسر أي انحنائين متتالين في نفس الاتجاه بينهما مماس قصير ، لأن مثل هذا التخطيط فيه خطورة ، وتنتج هذه الخطورة من أن معظم السائقين لا يتوقعون أن تكون المنحنيات المتتالية لها نفس الاتجاه ، أما الحالة السائدة وهي انعكاس الاتجاه في منحنيين متتالين فهي تولد في السائقين العادة على اتباعها بطريقة تكاد تكون لا شعورية .
9. يجب مراعاة الترابط بين التخطيط الأفقي والقطاع الطولي اجتناباً لظهور أي اعوجاج مخل بالتناسق، وهذا الترابط بين التخطيطين الأفقي والرأسي ضرورة حتمية كي نحصل في النهاية على تصميم جيد التوازن.

وفيما يلي مثال يبين كيفية حساب جميع عناصر المنحنى الأفقي

تم أخذ المنحنى رقم 4 حيث كانت الحسابات كما يلي علما بأن:

PI = 6+59.86

PC = 5+83.72

PT = 7+34.92

R = 520

Δ = 16 39 38

الحل :

6 -طول المماس (T).

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} = 520\tan\frac{16°39'38''}{2} = 76.140m$$

7 -المسافة الخارجية (E).

$$E = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1) = 520(\sec\frac{16°39'38''}{2} - 1) = 5.5448m$$

8 -سهم القوس (M).

$$M = R(1-\cos\frac{\Delta}{2}) = 520(1-\cos\frac{16°39'38''}{2}) = 5.486m$$

9 -الوتر الطويل(LC).

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} = 2*520\sin\frac{16°39'38''}{2} = 150.674m$$

10 - طول المنحنى (L).

$$L = \frac{\pi R\Delta}{180} = \frac{\pi 520 * 16°39'38''}{180} = 151.206m$$

5-3 التخطيط الرأسي للطرق[4]

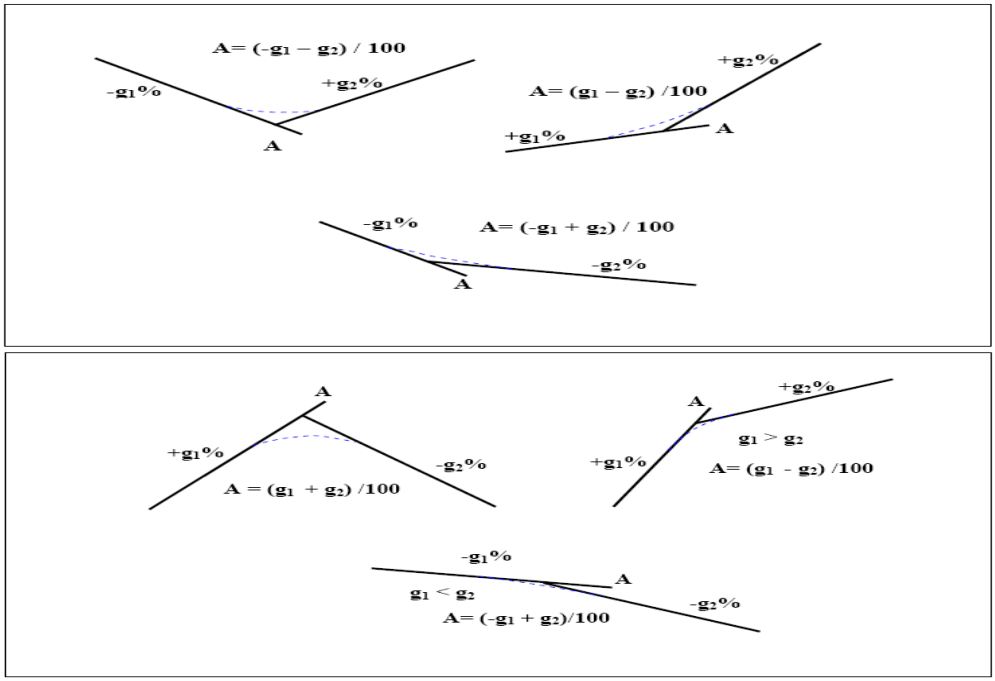
يتكون التخطيط الرأسي للطرق من سلسلة من الميول الطولية متصلة مع بعضها بمنحنيات رأسية. ويتحكم في التخطيط الرأسي عوامل الأمان و التضاريس ودرجة الطريق والسرعة التصميمية والتخطيط الأفقي وتكلفة الإنشاء وخصائص المركبات وصرف الأمطار . ويجب أن يكون مدى الرؤية في جميع أجزاء القطاع الطولي مستوفيا لأقل مسافة لازمة للتوقف (ليس التجاوز) حسب السرعة التصميمية الموافقة لدرجة الطريق .

وعند المفاضلة بين تخطيطات طولية مترادفة يجب مقارنتها معاً من الناحية الاقتصادية وتحقيق الخدمة المطلوبة وسلامة الحركة المرورية وقد وضعت حدود قصوى للانحدارات تحقيقاً للاقتصاد والكفاءة في تشغيل المركبات على الطرق وفي نفس الوقت فإن تكاليف إنشائها تكون في الحدود المناسبة .

5-3-1 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 (5-5)

التصميم الهندسي للطرق



الشكل (5-5) : فرق الميل أو زاوية الميل

5-3-2 عناصر المنحنى الرأسي[1]:

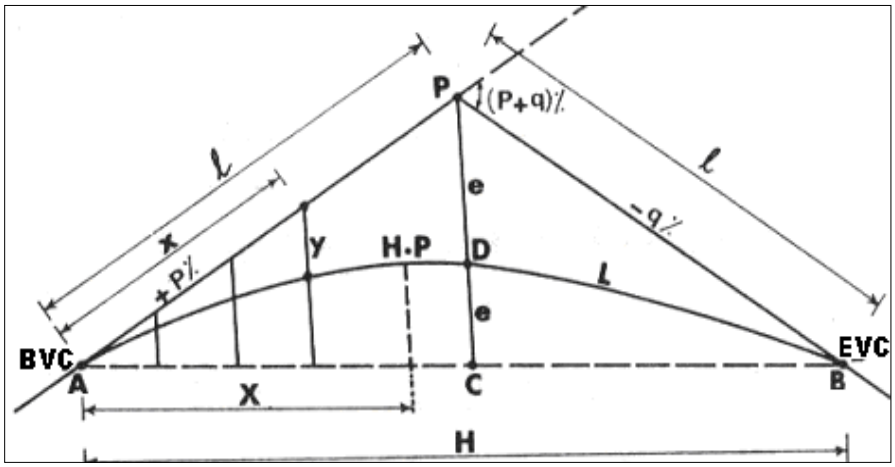
تتكون عناصر المنحنى الرأسي من

- نسبة الميل = **p & q**
- بداية المنحنى الرأسي = **BVC**
- منسوب نقطة تقاطع الميلين الرأسيين **(Elevation of the PI)**
- محطة نقطة التقاطع **(Stationing of PI)**

التصميم الهندسي للطرق

- نهاية المنحنى الرأسي = **EVC**
- المسافة الخارجية المتوسطة(متر) = **e**
- طول القطع المكافئ (متر) = **H**
- الطول الأفقي إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي = **X**

والشكل (5–6) يوضح عناصر المنحنى الرأسي



الشكل (5–6): عناصر المنحنى الراسي

5-3-3 مواصفات الميول الطولية

في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب وفي المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض الطبيعي فإن السطح السفلي للرصف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي 0.5 متر على الأقل. وفي المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث يكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر بـ 0.3 متر على الأقل وهذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري الغير ضروري . وللمحافظة على الشكل الجمالي فإن من المهم جداً أن يكون طول المنحنى الرأسي أطول من المسافة المطلوبة للتوقف .

5-3-4 اعتبارات عامة في التخطيط الرأسي

1. إلى جانب العوامل الخاصة في التخطيط الرأسي هناك عدة اعتبارات عامة يجب مراعاتها في التصميم وهي :
2. يجب أن يكون الهدف هو الحصول على منسوب تصميمي طولي سهل ذي تغييرات تدريجية تتمشى مع نوع الطريق و درجته وكذا طبيعة الأرض ، فإن ذلك أفضل من مناسيب تكثر فيها الكسرات والأطوال الانحدارية القصيرة والطول الحرج لكل انحدار، إلا أن طريقة تطبيق ذلك و تهيئته مع طبيعة الأرض في مناسيب مستمرة هي التي تحدد صلاحية العمل المنتهي وشكله الأخير .
3. يجب تجنب التخطيط الرأسي المتموج أو ذي الانخفاضات المحجوبة ، ويصادفنا هذا المنظر الطولي عادة في التخطيطات الأفقية القريبة من الاستقامة عندما تعمل المناسيب الطولية متفقة في الشكل إلى حد بعيد مع الأرض الطبيعية المتموجة، وهذا ليس سيئ المظهر فحسب بل إنه خطر أيضاً ، فالانخفاضات المحجوبة تسبب الحوادث في عمليات التخطي .
4. في الانحدارات الطويلة يفضل أن تكون الانحدارات الشديدة في الأسفل ثم يقل الانحدار قريباً من قمة المطلع أو بأجزاء من المنحدر المستمر وذلك بإدخال مسافات قصيرة يكون فيها المنحدر قليل . ويعتبر ذلك ملائماً بصفة خاصة لحالة الطرق ذات السرعة التصميمية المنخفضة .
5. عند وجود تقاطعات مستوية في أجزاء من الطرق ذات انحدارين متوسط وشديد فيحسن تخفيض الانحدار خلال التقاطع .

تم ارفاق تقارير المنحنيات الافقية والراسية للطريق في ملحق C

الفصل السادس: التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

6-1 مقدمة

6-2 أنواع الرصافات:

6-3 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة

6-4 خطوات تصميم الرصفات بإتباع طريقة ال AASHTO

التصميم الانشائي للطريق والفحوصات المخبرية

6-1 مقدمة

مع تزايد أهمية شبكات الطرق وتكلفتها العالية استوجب تطوير عدة أساليب لتصميم رصفات الطرق آخذة بالاعتبار سلوك التربة ومواد الرصف تحت تأثير الأحمال الكبيرة والتأثيرات المناخية والبيئية المختلفة . حيث تعتبر عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق.

6-2 أنواع الرصافات:

هناك ثلاثة أنواع رئيسية للرصفات:

1- الإسفلتية أو المرنة.(Flexible Pavements)
2- الخرسانية أو الصلدة.(Rigid Pavements)
3- المركبة أو المختلطة.(Composite Pavements)

6-2-1 الرصفات الإسفلتية أو المرنة.(Flexible Pavements)

هي الرصفه التي تكون الطبقة السطحية من البيتومين أما طبقه الأساس وما تحت الأساس فيمكن أن تكون من مواد غير معالجه كالحصى المكسر والخلطات الحصوية الرملية .
يوجد ثلاثة أساليب لإنشاء هذا النوع من الرصفات:

1. الرصفات الإسفلتية التقليدية.(Conventional Flexible Pavement)

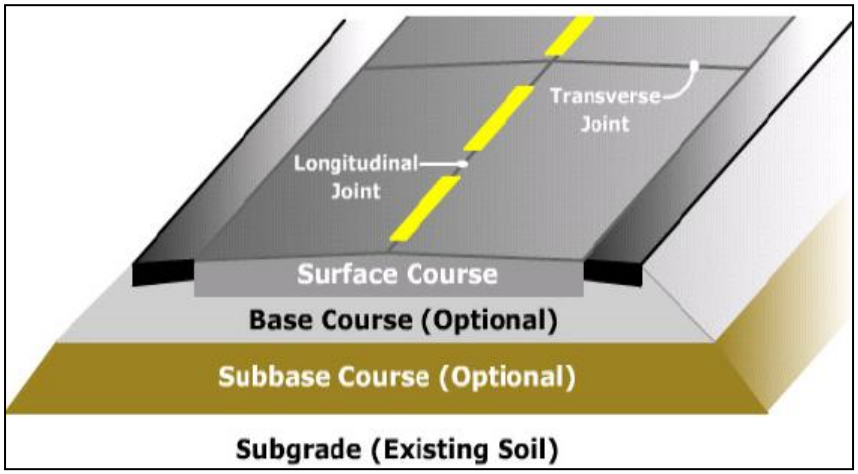
2.الرصفات الإسفلتية.(Full-Depth Asphalt Pavement)

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

6-2-1-1 الرصفات الإسفلتية التقليدية.(Conventional Flexible Pavement) :

تتكون من ثلاث طبقات رئيسية:

- الطبقة السطحية (Surface Course) .
- الطبقة الأساس (Base Course) .
- الطبقة ما تحت الأساس(Sub base Course) .
- طبقه التربة الاصليه Sub grade



الشكل (6– 1) الرصفات الاسفلتية التقليدية[5]

6–2–1–1–1الطبقة السطحية (Surface Course) .

مواصفات الطبقة السطحية Surface Course

– الطبقة السطحية تكون من أفضل نوعية مواد من حيث القدرة على التحمل.

– تصمم الخلطة وفقا لمعايير معينه تأخذ بعين الاعتبار قوة الخلطة وثباتها ونسبه الفراغات فيها وتدرج الحصمه المستعملة (تفضل التدرج الكثيف المحتوى على حبيبات ذات حجم أقصى مقداره25 ملم,

– ينتقل تأثير الأحمال المرورية من خلال هذه الطبقات إلى التربة الطبيعية التي يفترض أن تكون قدرتها على التحمل عالية نسبياً حيث يتم دمكها بشكل جيد (Compacted Subgrade) لتحسين مواصفاتها.

تتكون الطبقة السطحية Surface Course من:

خليط من الحصمه الإسفلتية السائل توضع فوق طبقه الأساس وتصمم هذه الطبقة لـ

1 –توزع الأحمال بشكل جيد
2 –تقليل نفاذ الماء إلى طبقات الرصف السفلية
3 –تامين سطح مقاوم للتزحلق
4 –تامين سطح انسيابي أثناء مرور الشاحنات والسيارات
5 –تامين عدم تشقق السطح
6 –التوازن بين النسبة المثالية للإسفلت وتدرج الحصمه للحصول على خلطه نموذجيه
7 –تامين ثبات عالي تحت الظروف المناخية والجوية والمرورية

8 –تقاوم تأثير الحث والبري من مرور السيارات والشاحنات

عدد الطبقات السطحية :

يمكن أن تكون طبقه واحده أو طبقتان , وتفرش الطبقة وتستعمل بعض الأوجه الاسفلتيه مثل الوجه التأسيسي Prime coat والوجه اللاصقTACK COAT لزيادة التثبيت ومقاومه تأثير الحث والبري والاهتراء وتامين مقاومة التزحلق الكافية والثابتة للربط بين السح والأساس ولمساعده كطبقه انشائيه واحده في توزيع الأحمال.

6-2-1-1-2 طبقه الأساس Base Course :

وهي الطبقة التي توضع فوق طبقه ما تحت الأساس أو مباشره على السطح الترابي إن كان هذا السطح صلباً, وتقوم هذه الطبقة بتحمل وتوزيع الأحمال على الطبقات الأدنى ويعتمد هذا على نوع المواد المستعملة المكونة من الحصمه أو من الدبش المكسر أو خلطات الأفران المكسرة (حصمه صناعية)مع وجود ماده الرمل أو مجموعه متنوعة من المواد ، والأساس يفرش على طبقه واحده أو مجموعه طبقات حسب تصميم الطريق وتكون المواد الأقل جودة في الأسفل والأكثر جوده في الأعلى.
وجود هذه المواد مجتمعه يجب أن تكون أفضل من المواد المستخدمة في طبقه ما تحت الأساس , ومواد طبقه الأساس تتطلب القوه والتدرج وغيرها من المواصفات الفنية.

مواصفات المواد المستخدمة في طبقه ما تحت الأساس وطبقه الأساس

1 – أن يتحمل الأوزان الواقعة عليها من قبل المركبات على سطح الطريق.
2 – أن تكون المواد مدموكه جيداً حتى لا تتأثر على بمرور الشاحنات وتكرار مرورها على الطبقات بحيث تسبب بعض المشاكل والحاجة إلى إصلاح بعد ذلك
3 –أن لا يتغير خواصها الطبيعية او الفيزيائية مع مرور الشاحنات ولا مع مرور الوقت (عمر الطريق)
4 –أن تكون مواد هذه الطبقات متدرجة Grading

وظيفة طبقه الأساس

1 –تهيئه السطح لاستقبال الطبقات الأعلى بحيث يكون مستوياً وناعماً.
2 –حماية ما تحت الرصف من تسرب المياه والرطوبة من أعلى الى أسفل
3 –مقاومه الصقيع والتجمد في مواد الطبقات
4 –تقليل ظاهره الانتفاخ في الطبقات السفلى من الطبقة خاصة الطبقة الترابية

مواصفات طبقه الأساس Base Course

1 –أن تحتوي على تدرج جيد.
2 –أن لا تحتوي على المواد الناعمة.
3 –أن لا يتجاوز حد الميوعه فيها 25% ومعامل اللدونه6.%
4 –أن لا تزيد نسبه المار من منخل رقم 200على10.%
5 –أن لا تتجاوز نسبه التآكل للحبيبات عن 50%
6 –أن تدمك دمكا جيداً

6-2-1-1-3 طبقه ما تحت الأساس.(Sub base Course)

هي الطبقة التي تفرش مباشره فوق السطح الترابي , وتتألف من الحصى أو الحصى المكسر المدكوك أو من الرمل الترابي وقد يكون السطح الترابي قويا أو يمكن أن يكون من تربه غير مستقره تثبت بواسطة بعض المواد التثبيت ثم توضع وتفرش عليها طبقه ما تحت الأساس
الهدف من هذه الطبقة

1 –عدم تؤثر طبقه السطح الترابي بأي مؤثرات كالمياه والرطوبة والثلج.....,, من الوصول للسطح الترابي الذي يؤدي إلى خرابه
2 –توزيع الأحمال التي يتعرض لها سطح الطريق والطبقات السفلية كمرور المركبات
3 –تهيئة سطح لاستقبال الطبقات العلوية من الرصيف
4 –التوفير في تكاليف مواد الرصف حيث أن المواد المستخدمة في طبقه ما تحت الأساس هي اقل جودة وارخص ثمناً من المواد التي تعلوها
5 –تمنع هذه الطبقة امتزاج مواد السطح الترابي مع طبقه الأساس
6 –تعطي قوة أكثر للسطح الترابي خاصة بعد دحله جيداً
7 –يمكن زيادة سمك هذه الطبقة من قبل المهندسين وبذلك توفر في طبقات الرصف العليا.
8 –تمنع وصول الماء والتراب للفواصل في طبقات الرصف الخرساني.

مواصفات طبقه ما تحت الأساس

1 –أن تكون نسبه المواد الناعمة والمواد الينه فيها قليله
2 –أن تحتوي على تدرج حبيبي مناسب بحيث تبقى مستقره
3 –أن لا يتجاوز حد الميوعه فيه 25%ومعامل الدونه6%
4 –أن لا تتجاوز نسبه التآكل للحبيبات فيها على50.%

6-2-1-1-4 طبقه التربة الاصليه Sub grade

هي طبقه الأرض الطبيعية التي يتم وضع طبقات الرصف عليها بعد تمهيدها وتسويتها.وتعتبر التربة الاصليه الأساس الحقيقي لجسم الطريق حيث أنها القاعدة الاساسيه التي ترتكز عليها جميع طبقات الرصف.

6-2-1-2 الرصفات الإسفلتية.(Full-Depth Asphalt Pavement) :

تتكون الرصفة من طبقة أو أكثر من الخلطات الإسفلتية الساخنة (Hot Mix2 Asphalt) ويتم إنشاؤها مباشرة فوق التربة الطبيعية أو المحسنة (Improved Sub grade)

تعتبر من أفضل الرصفات قدرة على تحمل الشاحنات الثقيلة .

لا يوجد فيها طبقات تحتجز المياه لمدة طويلة.

المدة الزمنية اللازمة لإنشائها أقل من الرصفات المرنة التقليدية.

لا تتأثر بالرطوبة أو الصقيع .

هناك تجانس بين مختلف طبقات الرصف.

6-2-1-3 الرصفات الإسفلتية الحاضنة.(Contained Rock Asphalt Mats-CRAM) :

تتكون من أربع طبقات :

العليا والسفلى من الخلطات الإسفلتية الساخنة

الثانية والثالثة من مواد حصوية.

هذا الأسلوب الإنشائي ميزته أن الطبقة الإسفلتية السفلى تساهم بشكل ملحوظ في تقليل تأثير الإجهاد الرأسي على التربة والذي يسبب هبوط التربة.

من مميزاتها ما يلي :

1. التحكم بتصريف مياه الأمطار بوجود الطبقة الحصوية العالية النفاذية.
2. منع تلوث الحصمة بالأتربة القادمة من طبقة التربة الطبيعية.
3. تقليل حدوث تشققات الكلل أو التمساحية (Fatigue Cracking) التي تتكون في أسفل الطبقة الإسفلتية العليا باستخدام إسفلت قليل اللزوجة.

6-2-2 الرصفات الخرسانية.(Rigid Pavements) :

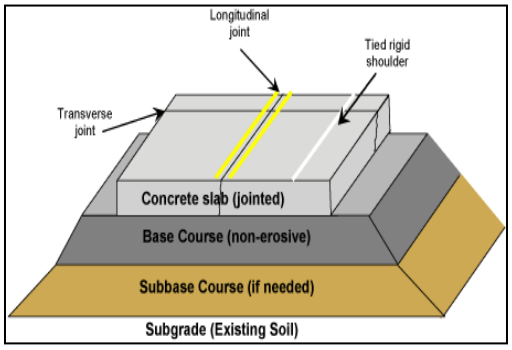
وهي عبارة عن طبقة خرسانية يتراوح سمكها ما بين (15 – 30) سم، بحيث يتم صبها على الطريق أو على أساس حصوي الذي يتم فرده قبل ذلك، وقد تكون هذه الطبقة مسلحة أو غير مسلحة، وتصب بشكل كامل أو على شكل قطع بحيث يبلغ طول كل قطعة ما بين (20 – 50) م للخرسانة العادية، وقد يصل طول القطعة إلى 300 م للخرسانة المسلحة.

يتكون هذا النوع من بلاطة خرسانية (Slab PCC) يتم إنشاؤها مباشرة على التربة الطبيعية أو يوضع تحتها طبقة

أساس حصوية. (Base Course)

تعتبر صلابة البلاطة الخرسانية العامل الأهم في التصميم أما العامل الأهم في تصميم الرصفات المرنة هو قدرة تحمل التربة الطبيعية.

ينتشر هذا النوع من الرصفات في المناطق الباردة(أوروبا وروسيا وأمريكا الشمالية) حيث تقاوم الفواصل الموجودة بين بلاطات الرصفة التغيرات الحرارية الكبيرة بين الصيف والشتاء أو بين الليل والنهار.



الشكل (6-2) الرصفات الخرسانية

6-2-3 الرصفات المركبة.(Composite Pavements)

يحتوي هذا النوع من الرصفات على طبقات إسفلتية وخرسانية وتكون الطبقة الإسفلتية فوق البلاطة الخرسانية كطبقة إكساء (Overlay)بغية إعادة تأهيل أو إصلاح الرصفة .تستخدم الرصفات المركبة عند إعادة الإنشاء لمقاومة الحمولات المرورية العالية في الطرق الاستراتيجية6.

6-3 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة

تم اخذ العينات من الموقع في تاريخ 2012/3/13 ثم قمنا باجراء هذه التجارب في تاريخ 2012/3/18 في مختبر التربة باشراف المهندس فادي مسودة

6-3-1 تجربة بروكتور المعدلة:

6-3-1-1 مقدمة:

إن كثافة التربة تعتبر دليلا لأغلب صفاتها . ومن أجل تحسين خصائص التربة يجب زيادة كثافتها وتثبيتها بعملية الرص بالات الرص المختلفة، ونسبة الماء الموجودة في التربة أثناء رصها لها تأثير كبير على الكثافة المطلوبة حيث وجد انه بزيادة نسبة الماء في التربة الجافة تدريجيا ورصها فإن الكثافة تزداد تدريجيا حتى تصل إلى نقطة تبدأ بعدها الكثافة بالنقصان عند زيادة كمية الماء. وتسمى بالكثافة العظمى (Maximum density) , ونسبة الماء التي تعطي أعلى كثافة(الكثافة العظمى) سميت بنسبة الماء المثالية عند الرص (Optimum moisture content) .

6 3 1 2 الهدف من التجربة :

إيجاد الكثافة الجافة العظمى ونسبة الماء المثالية التي تعطي هذه الكثافة أثناء عمليه الرص.

6 3 1 3 الأدوات المستخدمة:

1 -قالب بروكتور القياسي والمعدل مع الغطاء المتحرك.
2 -مطرقة بروكتور القياسية(5 باوند) والمعدلة(10 باوند).
3 -وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء(صورة3-5) مع مسطرين وأداه غير حادة (spatula).
4 -منخل رقم ¾" و 4".
5 -جفنات صغيرة وفرن للتجفيف.

---

[6] http://agricultural.yoo7.com/t662-topic

6 -ميزان (سعة 40كغم، دقة 2غم)، ميزان حساس (سعة 1200غم، دقة 0.01غم).

4 1 3 6 طريقة العمل:

1 -يسجل رقم الجفنات مع وزنها فارغة .
2 -يزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .
3 -تحضر العينة وتنخل على منخل رقم ¾", الكمية المارة من المنخل هي التي ستستعمل فقط, المحجوز على منخل رقم ¾" يتم استبداله بنفس الوزن من نفس العينة ماره من منخل ¾" ومحجوزة على منخل رقم 4".
4 -بناءاً على نسبة الرطوبة المحسوبة توضع كمية من الماء على العينة بحيث تصبح رطبة وتخلط بالمسطرين ثم تأخذ كمية وتوضع في قالب بروكتور وتدمك بمطرقة بروكتور بوضعها على العينة وسحبها بكامل طولها ثم تترك لتسقط نتيجة لثقلها منقلا المطرقة على جميع أجزاء سطح العينة . تكرر العملية حسب عدد الطبقات.

5 - يزال غطاء قالب بروكتور ويمسح ما يزيد عن وجهة القالب من العينة المرصوصة باستعمال أداه غير حادة (spatula) ويسوى سطح القالب.

6- تزن العينة مع القالب ويسجل الوزن . تزال العينة من القالب بالإزميل أو باستعمال جهاز إخراج العينات، تأخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنتين وتزن الجفنتين مع العينة ثم توضع في الفرن لمدة 24 ساعة لتزن الجفنتين مع العينة المجففة في اليوم التالي .

7- تعاد العينة إلى وعاء الخلط وتحرك جيداً وتزاد كمية الماء في العينة ثم يملأ القالب مرة ثانية وتعاد الخطوات السابقة.

8 -تكرر العملية كل مرة تزيد فيها نسبة الماء حتى يبدأ وزن القالب مع العينة بالنقصان.

5 1 3 6 النظرية:

- 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 بناءاً على النتائج، ومنة تؤخذ الكثافة العظمى

(Maximum Density) ونسبة الماء المثالية (Optimum moisture content).

6 ـ 3 ـ 6 الحسابات:

- وزن القالب المستخدم فارغ = 5120غم
- قطر القالب = 15.2سم
- ارتفاع القالب = 11.58 سم
- حجم القالب = π × (نصف قطرالقالب)^2 × ارتفاع القالب

= 2123.28 سم3

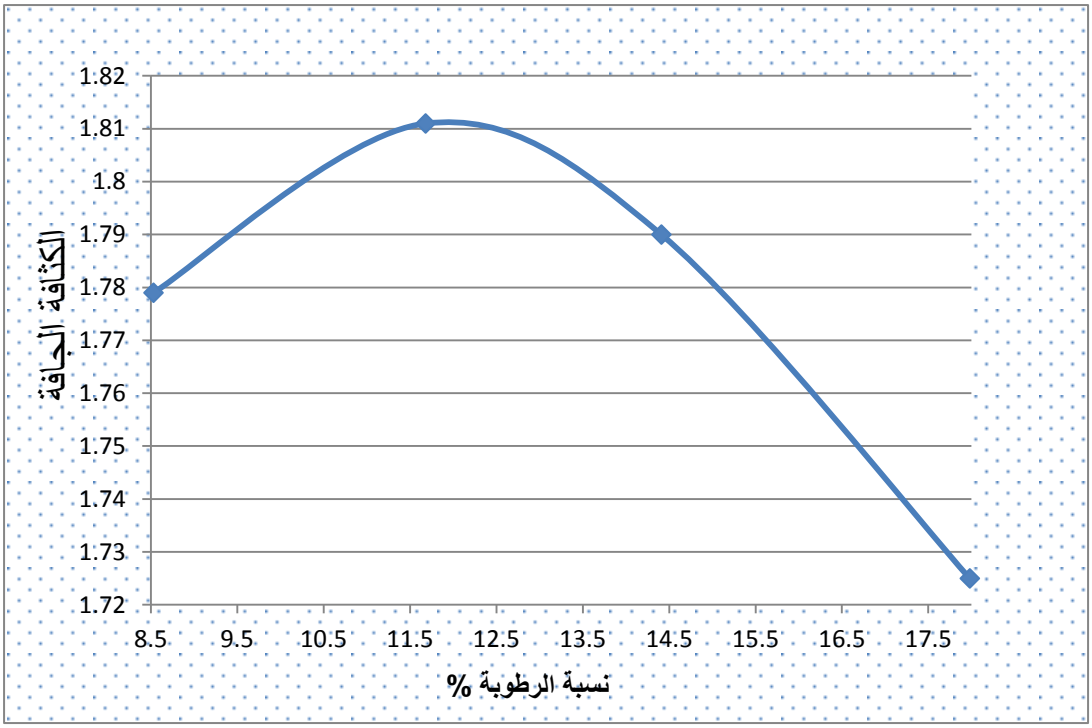
- وزن التربة الرطبة والقالب = 9214 غم
- وزن التربة الرطبة = 4094 غم
- الكثافة الرطبة = 1.927 غم/سم

رقم التجربة	1	2	3	4
الماء المضاف (سم3)	طبيعي	200	200	200
وزن العينة والقالب (غم)	9214	9416	9470	9442
وزن القالب (غم)	5120	5120	5120	5120
وزن التربة الرطبة (غم)	4094	4296	4350	4322
الكثافة الرطبة (غم /سم3)	1.927	2.023	2.048	2.035

الجدول (6–1) : قيم الكثافة الرطبة للعينات

رقم الجفنة	E13	D12	1	C6	B19	B4	E11	B12
وزن الجفنة والتربة الرطبة (غم)	216.65	224.12	186.12	191.18	203.08	192.8	221.38	217.54
وزن الجفنة والتربة الجافة (غم)	201.64	209.45	169.52	174.52	181.02	172.08	192.44	189.33
وزن الجفنة (غم)	30.83	31.92	27.2	32.05	27.96	31.19	31.79	32.2
وزن الماء (غم)	15.01	14.67	16	16.66	22.06	20.72	28.94	28.21
وزن التربة جافة (غم)	170.01	177.53	142.32	142.47	153.06	140.89	160.65	157.13
نسبة الرطوبة (%)	8.79	8.26	11.66	11.69	14.41	14.41	18.08	17.95
معدل نسبة الرطوبة (%)	8.53		11.68		14.41		17.98	
الكثافة الجافة (غم /سم3)	1.779		1.811		1.79		1.725	

الجدول (6-2): قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات



الشكل (6-3): العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة

- من الشكل السابق يظهر أن:

نسبة الماء المثالية = 11.68 %

الكثافة الجافة العظمى = 1.811 غم/سم^3

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

6 3 2 1 مقدمة:

تقاس CBR بمعرفة العلاقة بين قوة التحمل ومقدار الغرز لمكبس اسطواني مساحة مقطعة 1963ملم2 عندما تسلط علية قوة بمعدل منتظم لأي مقدار في الغرز تعرف CBR بأنها العلاقة بين القوة التي أحدثت هذا الغرز والقوة القياسية اللازمة لإحداث هذا الغرز في عينة كاليفورنيا القياسية، وبغض النظر عن مساحة مقطع المكبس فان التجربة تصلح للمواد التي لا يزيد حجم حبيباتها عن 20ملم.

6 3 2 2 الهدف من التجربة:

إيجاد نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) لطبقات الرصفة .

6 3 2 3 الأدوات المستخدمة:

1 - منخل رقم 20 ملم (3/4") .
2 - قالب معدني اسطواني قطرة الداخلي 152 ملم وارتفاعه الداخلي 178 ملم مع قاعدة وصفيحة علوية وحلقة إضافية ارتفاعها 50 ملم توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص.
3 - مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة 1963ملم2وطول 250ملم.
4 - جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم، وجهاز لقياس القوة وجهاز آخر لقياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة.
5 - مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها 4.54كغم (10باوند).
6 - أداة لقياس حركة أعلى العينة عند الغمر بالماء.
7 - ميزان يزن لغاية 25 كغم.
8 - جهاز إخراج العينات.
9 - حوض ماء، سكين ، ورق ترشيح.

6 3 2 4 طريقة العمل:

1 - تنخل كتلة من العينة على منخل رقم ¾" . المحجوز على المنخل يتم استبداله بنفس الكمية مارة من منخل رقم ¾" ومحجوزة على منخل رقم 4".
2 - تضاف كمية من الماء إلى العينة في وعاء يمنع التبخر لمدة 24ساعة :

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

3 - يجهز القالب الأسطواني الأول (قالب بروكتور المعدل) مع قاعدته ، تثبت الحلقة وتوضع ورقة ترشيح في قاع القالب ، توزن كتلة من العينة وتقسم إلى خمسة أقسام متساوية بالوزن . يرص كل قسم بداخل القالب مع وجود الحلقة 55 ضربة بواسطة مطرقة بروكتور المعدلة (وزن 4.5كغم وارتفاع هبوطها 45.8سم) ، وتوزع الضربات على سطح الطبقة بشكل منتظم بحيث تكون الطبقة الأخيرة ملامسة للسطح ومرتفعة قليلا عنة ، تزال الحلقة ويسوى سطح العينة مع وجه القالب باستعمال سكين غير حادة.

4 - يوضع القالب في جهاز الغرز محتويا على العينة مع وجود القاعدة وسطح العينة إلى الأعلى ، وعن طريق غرز المكبس بمعدل 1 ملم/دقيقة يتم تسجيل الحمل عند غرز مقداره (1،2،3،4،5،6،7،8،9،10،11،12،13) ملم ، وأثناء الغرز يجب وضع قرص دائري فوق المادة الجاري تجربتها وثقل هذا القرص يعادل سمك الرصف المنتظر فوق هذه المادة قي الطبيعة

5 2 3 6 النتائج و الحسابات :

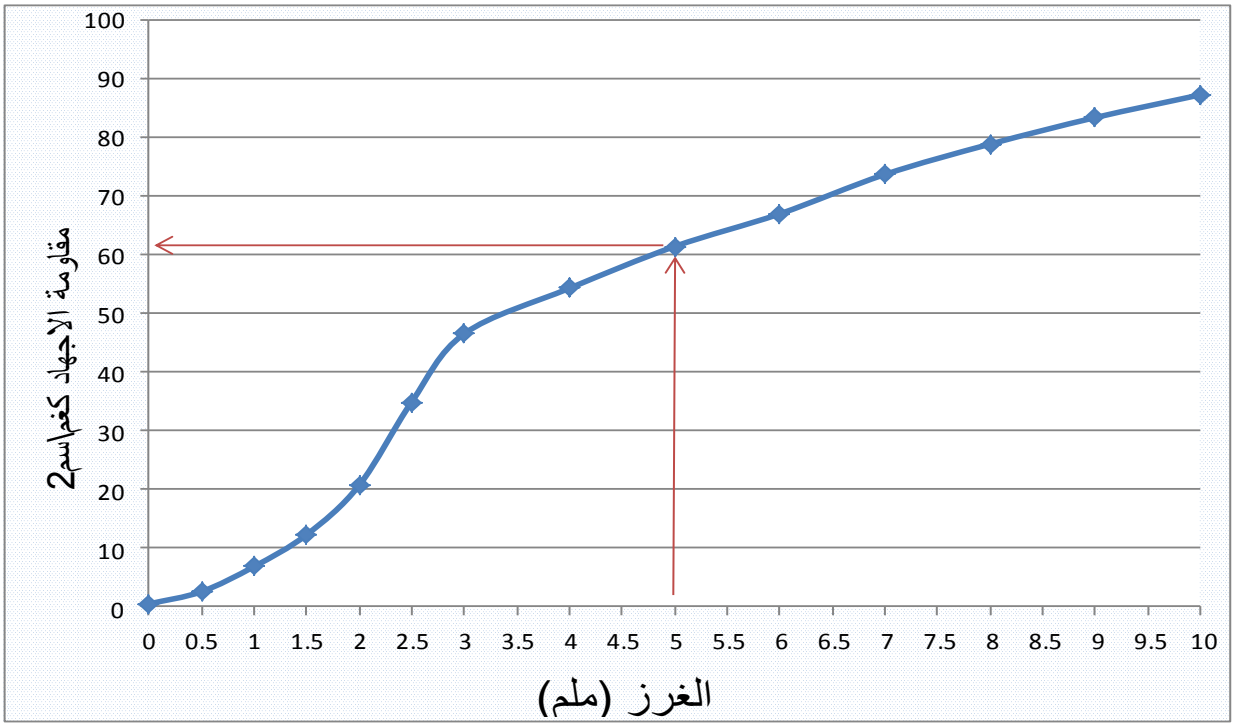
يرسم منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب لاختراق 2.5 ملم في العينة عند التجربة و يكون عادة المنحنى المرسوم في العلاقة بين مقدار الغرز وقيمة الحمل المناظر لذلك الغرز متحدباً من الأعلى، في بعض الحالات قد يكون في بداية التجربة مقعراً إلى الأعلى ثم ينعكس وبهذه الحالة يجب عمل تصحيح للمنحنى حيث يرسم مماس في نقطة أعلى ميل ويستمر حتى يقطع المحور الأفقي (محور الغرز) ثم يزاح المنحنى إلى اليسار حتى تلتقي نقطة التقاطع هذه مع نقطة الأصل وهذا يعطي المنحني الذي يمكن اخذ قيمة ال CBRمنه.

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

تم القيام بعمل التجربة على عينة من التربة وعينة من البيزكورس وفي ما يلي النتائج التي تم الحصول عليها لعينة التربة وعينة البيزكورس على التوالي .

الغرز (Cm)	المقاومة المثالية للغرز كغم/سم2	الحمل div	المقاومة (كغم/سم^2)	بعد تعديل المنحنى المقاومة	CBR %
0		0	0.5		
0.5		20	2.58		
1		53	6.85		
1.5		95	12.27		
2		160	20.67		
2.5	70.35	270	34.88	34.88	49.58
3		360	46.51		
4		420	54.26		
5	105.35	475	61.37	61.37	58.25
6		518	66.93		
7		570	73.64		
8		610	78.81		
9		645	83.33		
10		675	87.21		

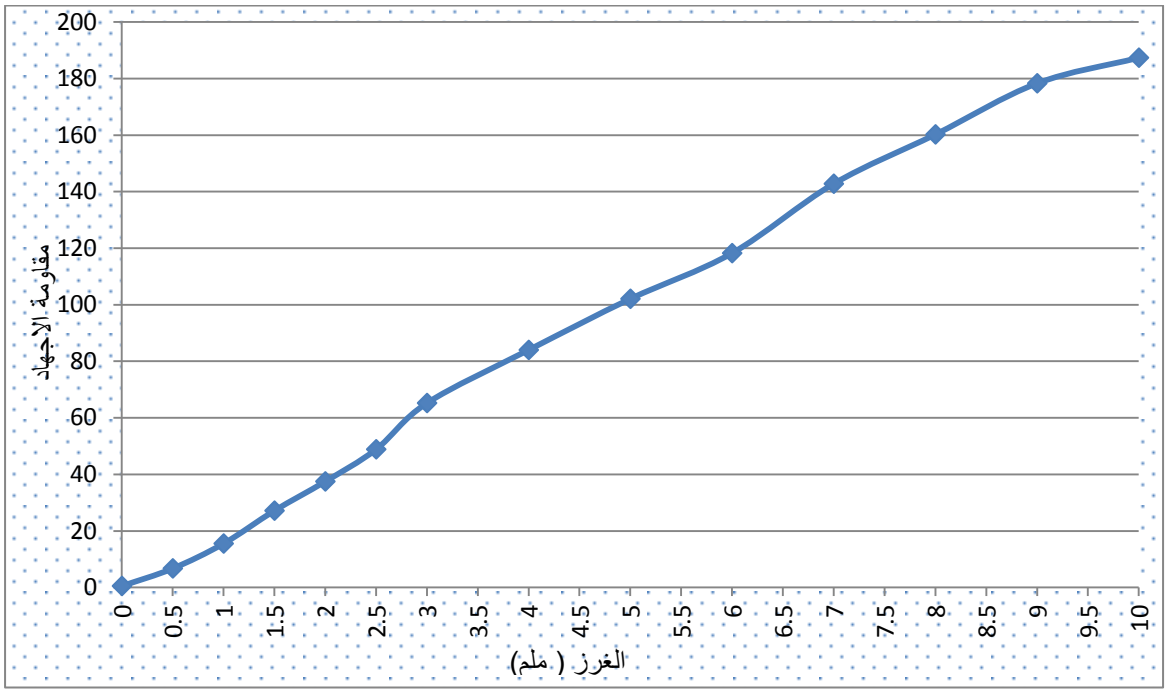
الجدول (6-3): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب والمقاومة لعينة التربة



الشكل (6-4): المنحنى بين القوة على المكبس مع مقدار الغرز لعينة التربة

الغرز (Cm)	المقاومة المثالية للغرز كغم/سم2	الحمل div	المقاومة (كغم/سم^2)	بعد تعديل المنحنى المقاومة	CBR %
0		0	0.5		
0.5		52	6.71		
1		120	15.5		
1.5		210	27.13		
2		290	37.47		
2.5	70.35	378	48.83	48.84	70
3		505	65.2		
4		650	83.98		
5	105.35	790	102.07	102.09	97
6		915	118.21		
7		1105	142.76		
8		1240	160.21		
9		1380	178.29		
10		1450	187.34		

الجدول (6-4): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب والمقاومة لعينة البيزكورس



الشكل (6-5): المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز لعينة البيزكورس

النتائج :

قيمة CBR لعينة التربة = 56.25 %

قيمة CBR لعينة البيزكورس= 97 %

6 3 3 تجربة تحليل الخلطة الإسفلتية:

تقسم هذه التجربة إلى جزأين:

- إيجاد نسبة الإسفلت في الخلطة الإسفلتية.
- إيجاد التدرج الحبيبي للخلطة الإسفلتية.

❖ **الهدف:**

- إيجاد نسبة الإسفلت الفعلية المستخدمة لعمل المخلوط الأسفلتي الساخن، وهناك عديد من الطرق المستخدم منها:

1. طريقة القوة الطاردة المركزية .
2. طريقة الحجرة الزجاجية .
3. طريقة السلة والغلاية.

- إيجاد التدرج الحبيبي للخلطة الإسفلتية و رسم العلاقة بين نسبة المار و رقم المنخل.

طريقة الطرد المركزي:

6 3 3 1 الأدوات المستخدمة:

1. جهاز الطرد المركزي ويتكون من وعاء قطره (21 سم) وارتفاعه حوالي (6 سم) يدور بسرعة يمكن التحكم فيها تصل إلى (3600) دورة في الدقيقة ولها غطاء معدني. وهذا الجهاز مكملا لعمل جهاز تحليل العينات الإسفلتية ويقوم هذا الجهاز بفصل الدقيق (filler) عن المادة المذيبة المضافة بواسطة قوة الجهاز الطاردة إذ يبقى الدقيق عالقا بورقة الترشيح بينما يخرج المذيب إلى الخارج.
2. عينة إسفلت غير مدكوكة (حوالي 1200 غم).
3. فرن تسخين (يعطي لغاية 250°C ، ودقته لأقرب 5°C).

4. فرن تجفيف (يعطي 240°C–250°C).
5. ورقة ترشيح.
6. أقراص فلتر أقطراها 9.75 سم.
7. مادة مذيبة (بنزين).
8. ميزان حساس (سعة 1200غم، ودقة0.01).
9. صينية.

6 3 3 2 طريقة العمل:

1. توزن عينة من الخلطة الإسفلتية داخل الوعاء بعد تسخينها لدرجة تسهل مناولتها.
2. تضاف كمية من المادة المذيبة إلى العينة ثم تترك وقت كاف حوالي نصف ساعة حتى تتفكك.
3. توضع العينة والمذيب في جهاز الطرد المركزي.
4. يجفف ويوزن قرص فلتر ويركب فوق حافة الوعاء بعد وضع ورقة الترشيح ثم يوضع وعاء تحت المصرف لجمع المحلول المتصرف ثم يغطى الجهاز.
5. يبدأ الطرد المركزي بالدوران البطيء وبالتدريج تزداد السرعة حتى يتوقف تصرف المحلول من المصرف ثم يوقف الجهاز.
6. يضاف (200) سم3 من المذيب النظيف ثم تعاد الخطوة رقم 5.
7. تستعمل إضافات (200) سم3 من المذيب النظيف كل مرة (لا تقل عن ثلاثة مرات) حتى يحصل على محلول متصرف نظيف.
8. تخرج العينة مع ورق النشاف من جهاز الطرد المركزي وتوضع في صينية ثم تحرق العينة مع ورقة النشاف في الوعاء مع التحريك.
9. توضع العينة في الفرن المجفف لمدة (24) ساعة وتوزن في اليوم التالي.
10. توضع العينة في منخل رقم (200) ثم تغسل في الماء للتخلص من المواد العالقة ويستمر في الغسيل حتى يصبح لون الماء نقيا.
11. توضع العينة في وعاء ومن ثم توضع في فرن التجفيف (110) درجة مئوية لمدة (24) ساعة وتوزن في اليوم التالي.
12. تنخل العينة على المناخل (1/2" ، 3/8" ، رقم4 ، رقم 8 ، رقم40 ، رقم80 ، رقم200) بعد ترتيبها فوق بعضها البعض من الأصغر إلى الأكبر.
13. يزن المحجوز على كل منخل من المناخل.

6 3 3 3 الحسابات:

- وزن الخلطة الإسفلتية الكلية = 2065.8 غم
- وزن العينة بعد التجفيف = 1954 غم

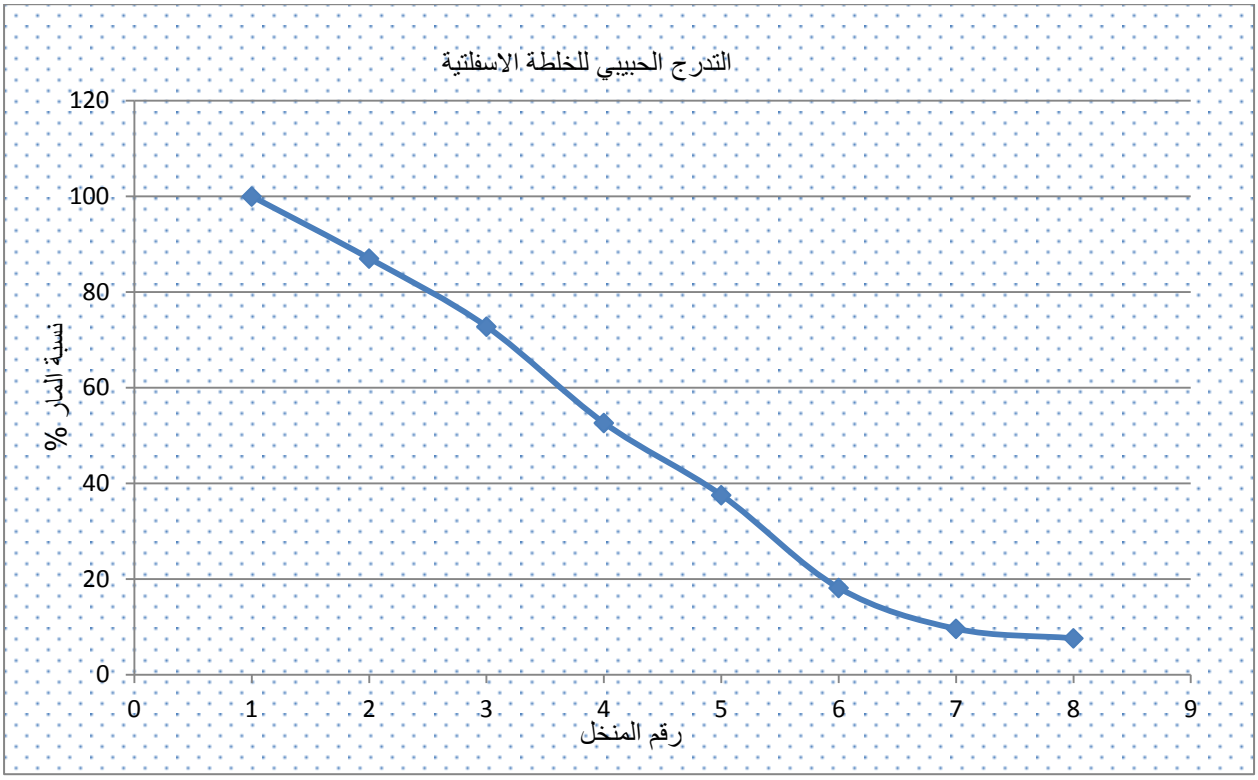
- مقدار الفاقد في الوزن = 1954- 2065.8 = 111.8
- مقدار التصحيح (Dust correction) =2065.8/1000*3. = 6.1
- وزن مادة الاسفلت =6.1 - 111.8

= 104.2

- نسبة الإسفلت بالنسبة للخلطة = $\frac{104.2}{1200}\times 100\%$
= 5.08%
- وزن الحصمة = 6.1+ 1954= 1960.1
- مقدار الفاقد بعد الغسيل =145.9 غم
- وزن الحصمة المارة من منخل 200 بعد التنخيل = 4.8غم
- وزن الحصمة الكلي المار من منخل 200 = 150.7 غم
- نسبة الحصمة المارة من منخل 200 = $\frac{150.7}{1960.1}\times 100\%$
= 7.59%

الجدول (6–5) : التدرج الحبيبي للخلطة الإسفلتية

رقم المنخل	الوزن المتبقي(غم)	نسبة المتبقي(%)	نسبة المتبقي التراكمي(%)	نسبة المار(%)	حدود التدرج القياسية
3/4"	0	0	0	100	100
5/9"	254.2	12.97	12.97	87.03	100-86
3/8"	279.2	14.24	27.21	72.79	88-70
4	394.8	20.14	47.35	52.65	66-50
8	296	15.10	65.45	37.55	50-35
30	280.3	19.40	81.85	18.15	27-17
100	167.4	8.54	90.39	9.61	14-7
200	37.5	1.91	92.3	7.62	8-4
pan	150.7	7.69	99.99	o.o1	
المجموع	1960.1				



الشكل (6-6): العلاقة بين نسبة المار و فتحة المنخل و هو ما يعرف بالتدرج الحبيبي.

6-4 خطوات تصميم الرصفات بإتباع طريقة ال AASHTO

فيما يلي خطوات التصميم الإنشائي وإيجاد سمك الطبقات (حسب نظام AASHTO) :

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

ESAL معادلة (6-1)

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E$$

حيث:

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

$f_{d:}$ design lane factor.

G_f: growth factor.

AADT: first year annual average daily traffic.

N_i : number of axles on each vehicle.

f_E : load equivalency factor

- ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول:

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

جدول (6–6) : نسبة المركبات في المسرب الواحد

- أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على مسربين في الاتجاهين فتؤخذ قيمة fd المقابلة للرقم 2 من الجدول السابق فتكون (f_d = 50%).
- أما قيمة growth factor (Gf) فيتم الحصول عليه من الجدول:

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53

12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

الجدول (6-7):معامل النمو (Growth factor)

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

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

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	2.29
8.9	2,000	0.00018		187.0	42,000	25.64	2.51

13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430		213.5	48,000	44.50	4.17
40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	4.51
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		5.23
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		5.63
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		6.04
62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		6.93
71.2	16,000	0.623	0.0472	249.0	56,000		7.41
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		7.92
80.0	18,000	1.00	0.0773	258.0	58,000		8.45
84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		9.01
89.0	20,000	1.51	0.1206	267.0	60,000		9.59
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		10.20
97.8	22,000	2.18	0.180	275.8	62,000		10.84

102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		11.52
106.8	24,000	3.03	0.260	284.5	64,000		12.22
111.2	25,000	3.53	0.308	289.0	65,000		12.96
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		13.73
120.0	27,000	4.71	0.426	298.0	67,000		14.54
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		15.38
129.0	29,000	6.14	0.572	307.0	69,000		16.26
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		17.19
138.0	31,000	7.88	0.753	316.0	71,000		18.15
142.3	32,000	8.88	0.857	320.0	72,000		19.16
146.8	33,000	9.98	0.971	325.0	73,000		20.22
151.2	34,000	11.18	1.095	329.0	74,000		21.32
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000		22.47
160.0	36,000	13.93	1.38	338.0	76,000		23.66
164.5	37,000	15.50	1.53	342.5	77,000		24.91
169.0	38,000	12.20	1.70	347.0	78,000		26.22
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000		27.58
178.0	40,000	21.08	2.08	365.0	80,000		28.99

جدول (6–8): تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)

اليوم	ساعة متوسط عدد المركبات لكل					
	Passenger	%	2-axle	%	3-axle	%
السبت	220	79.7	33	11.9	23	8.3
الاحد	290	78.4	48	17.8	32	11.9
الاثنين	318	84.35	34	9	25	6.6
الثلاثاء	260	80.2	33	10.2	31	9.6
الاربعاء	259	79.44	35	10.7	32	9.8
الخميس	237	80.33	28	9.5	30	10.2
الجمعة	164	80	22	10.7	19	9.3
المتوسط		**80%**		**11%**		**9%**

جدول (6–9): عدد ونسبة المركبات المارة في الشارع

- Passenger cars (4.5kN / axle) = 80%
- 2-axle single-unit busses (27 kN / axle) = 11%
- 3-axle single-unit trucks (53 kN / axle) = 9 %

- حساب معدل المرور اليومي (AADT)

إن المعلومات التي تظهر في الجدول السابق يتم تحويلها إلى عدد من المركبات المكافئة باستخدام معاملات وفقا

للمواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين كما يلي-:

عدد السيارات الصغيرة	1×
عدد السيارات المتوسطة	2.5 ×
عدد الشاحنات	3 ×

أي أن عدد المركبات الكلي = (عدد السيارات الصغيرة * 1 + عدد الشاحنات * 3 + عدد السيارات المتوسطة* 2.5).

متوسط السيارات الصغيرة في الساعة=(164+ 220+245+304+205+204+234)*1\7

= 274.407سيارة صغيرة في الساعة

متوسط السيارات المتوسطة في الساعة=(33+48+34+33+35+28+22)*2.5\7

= 83.214 سيارة متوسطة في الساعة

متوسط الشاحنات في الساعة=(23+32+25+31+32+30+19)*3\7

= 11.755 شاحنة في الساعة

متوسط عدد السيارات الحالي= 274.407 +83.214+11.755

= 344 سيارة

معدل المرور اليومي (AADT) = 344*24 = 8256 سيارة ايوم

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على هذه الأحمال من الجداول السابقة

- load equivalency factor for a cars ($f_{E(car)}$) = 0.00002 (single axle)
- load equivalency factor for a busses ($f_{E(bus)}$) = 0.01043 (tandem axle)
- load equivalency factor for a trucks (fE(truck)) = 0.189 (tandem axle)

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

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E)$$

ESAL **car** =0.1 * 29.78 * 8256*0.8* 365 * 2 *0 .00002 = 287.7

ESAL **buss** = 0.5 * 29.78 * 8256 * 0.11* 365 * 2 * 0.01043 =102958.9

ESAL **truck** = 0.5 * 29.78 * 8256 * 0.09 * 365 * 2 *0 .189 =2289722.3

ESAL **total** = 2392968.9

حساب سماكة الطبقات:

- يبين الجدول التالي نسبة كالفورنيا للطبقات ونوع كل طبقة :

الطبقة	CBR(Kentuky)	المادة المستخدمة
Asphalt	…….	Plant Mix.
Base Coarse	97	Crushed Stone
Sub Grade	58.25	…….

جدول (6–10): نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

Structural number (6-2)

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m + a_3D_3\,m$$

حيث يتم حساب طبقات الرصفة المرنة كما يلي:

Where:

- SN: Structural Number.
- a_1,a_2,a_3: layer coefficients representative of surface, base course, and sub base respectively .
- D_1,D_2,D_3 : actual thickness, of surface, base course, and sub base respectively.

Reginal factor(6-3)

$$R = \frac{N_d}{12} \times R_d + \frac{N_s}{12} \times R_s$$

ويتم حساب المعامل المناخي (Regional factor) من المعادلة :

Where:

- R: Regional Factor
- Nd: Number of dry months in a year
- Rd : Regional Factor for soils dry
- Ns: Number of saturated months in a year
- Rs: Regional Factor for soils saturated

حيث يتم الحصول على قيمة كل من (Rd, Rs) من الجدول رقم (6-11) :

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

جدول (6-11): قيمة المعامل المناخي(Regional Factor)

بشكل عام تكون السنة 4 أشهر رطبة (saturated) و8 أشهر جافة (dry) فتكون قيمة R كما في الجدول رقم (6-12)

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

RECOMMENDED
EQUIVALENT (18 Kip) DAILY LOAD APPLICATIONS (EDLA)

Classification	Class Modifier	EDLA Values (1)
Local	Cul-de-sac serving <10 DU	1
	Serving <80 DU	5
	All others	10
Minor Collector	Residential	30
	Commercial	50
Major Collector	All	100
Minor Arterial	All	200
Major Arterial	All	200 (2)

جدول (6-12): قيمة Equivalent (18 Kip) Daily Load Applications (EDLA)

حيث قيمتها تساوي 50

عملية حساب SN كما يلي :

1. بمعرفة (CBR) لكل طبقة ، تعرف قيم (S-soil support value) المقابلة ل(CBR) لكل طبقة على حده .

- (S1-soil support value) = 10.2
- (S2-soil support value) = 9.2

2. ثم تعين قيم (S-soil support value) على design chart for flexible-pavement وتوصل مع النقطة المعينة على تدريج Equivalent (18 Kip) Daily Load (EDLA) ، ثم يمد الخط على استقامته ليقطع تدريج (SN-structural Number) في نقطة معينة فتكون قيم (SN-structural Number) كما يلي :

- (SN1-structural Number) = 1.2
- (SN2-structural Number) = 1.5

3. ثم توصل هذه النقط مع النقطة المعينة على تدريج (Regional Number)، ومن ثم يمد الخط على استقامته إلى أن يلاقي تدريج SN في نقطة معينة فتكون قيم SN كما يلي :

- SN1 = 1.3
- SN2 = 1.8

4. من الجدول رقم (6–13) يتم الحصول على قيمة m حيث تساوي 0.8 وذلك بالعتماد على مدة تصريف مياه الامطار عن الشارع.

TABLE 11.20 Recommended Drainage Coefficients for Untreated Bases and Subbases in Flexible Pavements

Quality of drainage		Percentage of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation			
Rating	Water removed within	Less than 1%	1–5%	5–25%	Greater than 25%
Excellent	2 hours	1.40–1.35	1.35–1.30	1.30–1.20	1.20
Good	1 day	1.35–1.25	1.25–1.15	1.15–1.00	1.00
Fair	1 week	1.25–1.15	1.15–1.05	1.00–0.80	0.80
Poor	1 month	1.15–1.05	1.05–0.80	0.80–0.60	0.60
Very poor	Never drain	1.05–0.95	0.95–0.75	0.75–0.40	0.40

Source. After AASHTO (1986).

جدول (6–13): معامل تصريف المياه للإسفلت.

5. ويتم الحصول على قيم(a_1,a_2,a_3) من الجداول (6–14):

Case of Pavement	a1 suggested
Road mix (low stability)	0.20
Plant mix (high stability)	0.44
Sand Asphalt	0.40

جدول (6–14): معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت

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

جدول (6–15) : معامل الطبقة (layer coefficient) للبيسكورس

ونوع المادة في هذه الطريق موجودة في جدول ومن الجداول السابقة نجد أن :

- a1 = 0.44,
- a2 = 0.14,

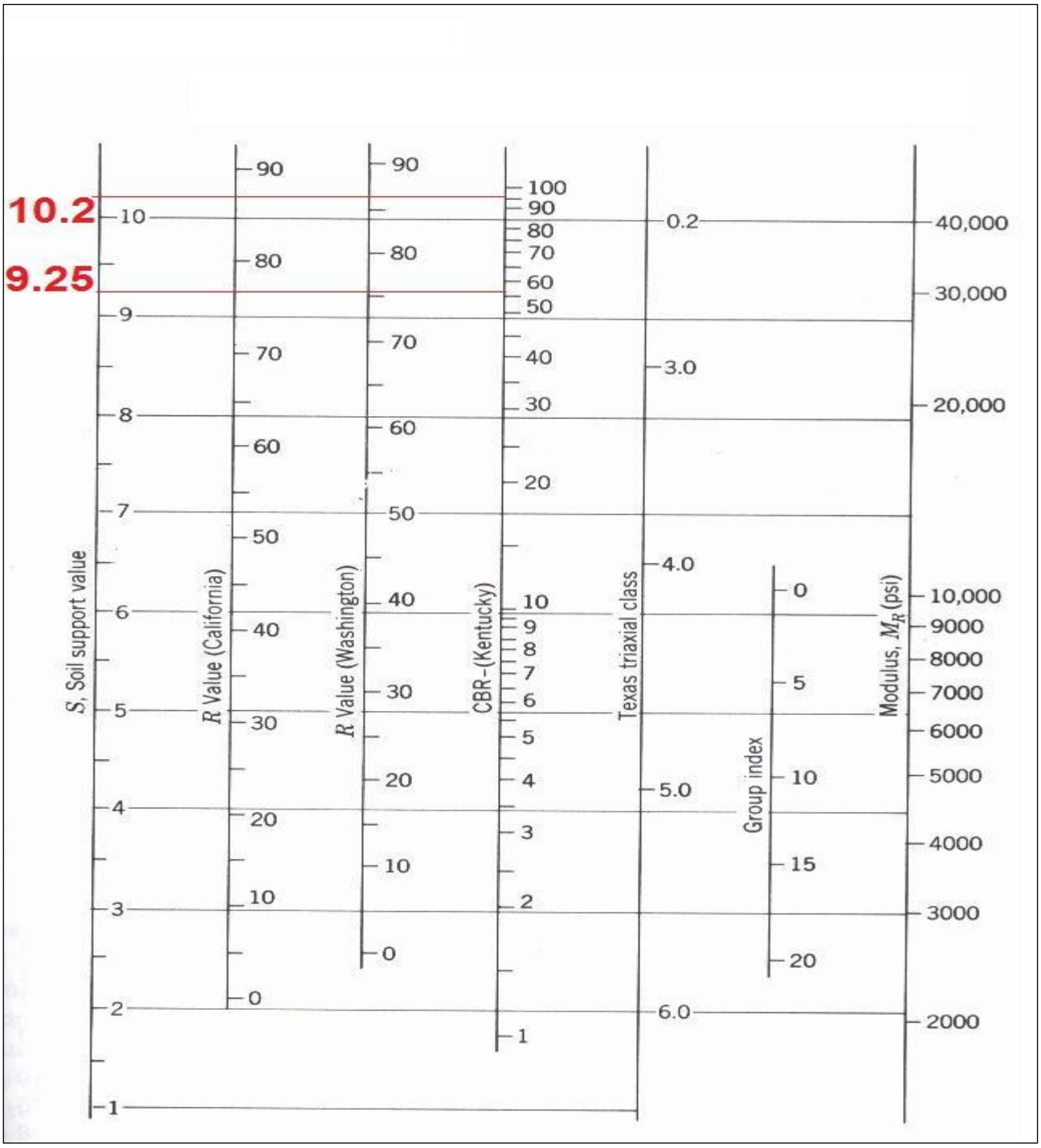
❖ يتم حساب سمك الطبقة الأولى(الاسفلت) كما يلي :

- SN1 = a1 D1 → 1.3 = 0.44·D1 → D1 = 2.9 in = 2.9*2.5 = 7.25cm.
- نأخذ هذه القيمة = 7.5 سم

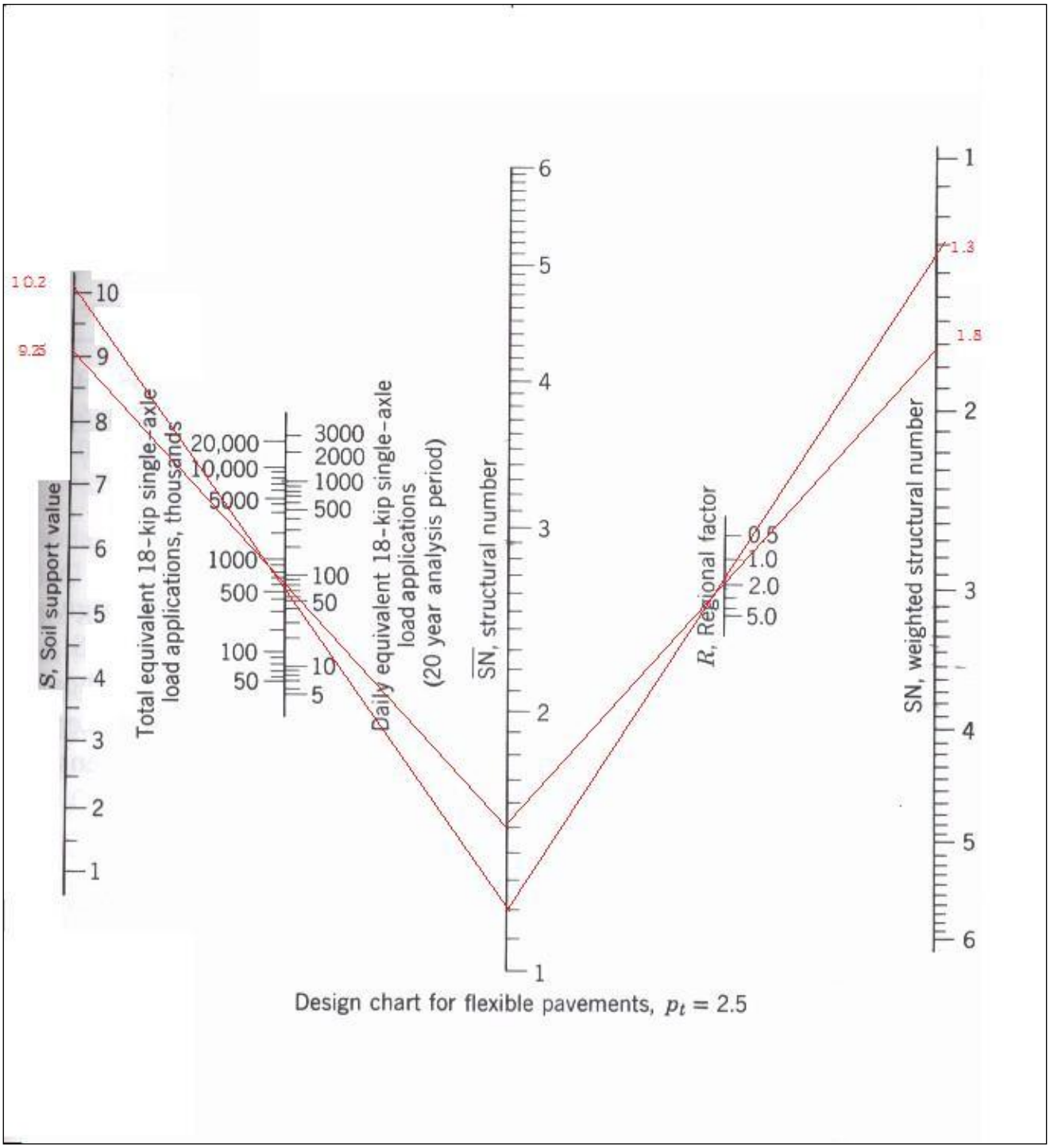
SN1 = (7.5/2.54)×0.44 = 1.29in

❖ سمك الطبقة الثانية(base course) :

- SN2 = SN1 + a2 D2m → 1.75= 1.29+ 0.14*0.8*D2
- → D2 = 4.55 in = 5 in =5*2.54=12.7
- ناخذ قيمة (D2 = 30 cm) ويتم تنفيذها على طبقتين كل طبقة 15 cm



شكل (6–6): إيجاد (S-soil support value)



شكل (6−7): (AASHTO flexible-pavement design)

الفصل السابع : العلامات والإشارات المرورية والتقاطعات على الطرق

7-1 مقدمة

7-2 العلامات المرورية

7-3 الاشارات المرورية:

7-4 التقاطعات على الطرق:

العلامات والاشارات المرورية والتقاطعات على الطريق

7-1 مقدمة

نظراً لأهمية تنظيم وتوحيد أساليب المرور في جميع دول العالم حتى يتفهمها الناس جميعا فقد أجمعت الدول على توحيد وتنظيم علامات المرور عام 1949، والغرض منها وضع سياسة موحدة لهذه العلامات حتى يمكن لسائقي السيارات اتباعها في جميع أنحاء العالم. وقد أدخلت تحسينات على الاتفاقية حيث دعت الأمم المتحدة خبراء النقل والمرور في الدول الأعضاء إلى الاجتماع وأسفر عنه الوصول إلى اتفاقية جديدة على ضوء ما صحب النقل والمرور من تطوير وتقديم وزيادة في الحجم المروري

7-2 العلامات المرورية :

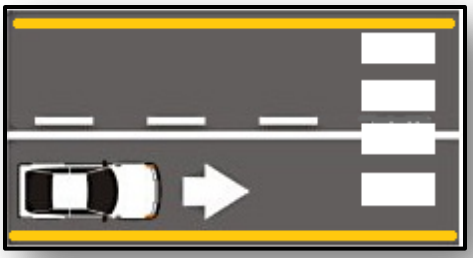
وهي علامات توضع على سطح الطريق بحيث تكون على شكل خطوط متصلة أو متقطعة، مفردة أو مزدوجة, وتختلف الوانها باختلاف الهدف المرجو من وضعها و يمكن ان تحمل اللون الأبيض أو الأسود أو الأصفر.

7-2-1 أهداف علامات المرور:

1 -المساعدة في تحديد المسارب .
2 -فصل المسارب وتقسيمها
3 -فصل مسرب المركبات كل حسب اتجاهه.
4 -ارشاد السائق في الاماكن المسموح او الممنوع فيها التجاوز .
5 -تحديد المناطق التي يسمح فيها الوقوف والتوقف.
6 -ارشاد السائق والمشاة بأماكن عبور المشاة.
7 -تحديد أولوية المرور على التقاطعات.
8 -تحديد الاتجاهات بالأسهم لإرشاد السائق بأماكن التي يتوجب عليه الاتجاه اليها بمركبته.
9 -تعيين جانبي الطريق وحرمه.

7-2-2 أنواع علامات المرور

1. **الخطوط** :حيث تكون الخطوط بعرض 10 سم وهي متصلة أو متقطعة ، وتوضع خطوط صفراء في المناطق التي يحظر على السيارات المرور فوقها كما توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة الشكل (7-1).



الشكل (7–1) بعض انواع الخطوط

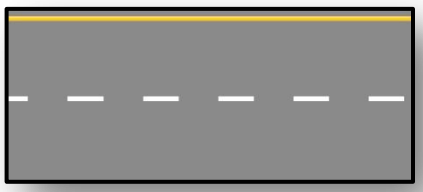
2. الأسهم

تستعمل الاسهم لإرشاد السائق وتحديد الاتجاهات الشكل (7–2)

الشكل (7–2) شكل لبعض الاسهم

3. اللون

يستعمل اللون الابيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الاصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات الا انه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الطريق الشكل (7–3)



الشكل (7–3) الوان الخطوط

4. المواد العاكسة

تستعمل بعض المواد التي تساعد على انعكاس الضوء حيث مع الدهان بلورات جزازية خاصة وهذا ضروري في الليل لكي يبين حدود المسارب

7-2-3 مواصفات العلامات المرورية

1 -أن تكون صالحة للرؤية في الليل و النهار وواضحة في كافة الأوقات و الظروف.
2 -أن يكون فيها توافق وتناسب في الألوان حسب الهدف من العلامة المرورية .
3 -أن تكون تعليماتها سهلة الفهم و مرئية من مسافة كافية.

7-3 الاشارات المرورية:

أصبحت عملية المرور من المسائل المعقدة والخطيرة ولذلك فإنه من الأهمية بمكان أن يكون كل سائق علي علم ودراية تامة بقواعد المرور بل ويجب علية الالتزام التام بها وعدم التغاضي عن تطبيقها نظراً لأن هذا التجاوز قد يكون وراءه من الأخطار مالا تحمد عقباه ولذا فإننا نورد هنا إيضاحاً كاملاً لنظم الإشارات المستخدمة في عملية تنظيم المرور .

7 3 1 انواع الاشارات المرورية

1. اشارات التحذير:

والقصد من إقامة هذه العلامات هو لفت نظر مستعملي الطريق إلى أخطار قادمة وإبلاغهم بطبيعتها حتى يكونوا في حذر وحيطة من أمرهم.

2. اشارات تنظيم حركة المرور:

والقصد من إقامة هذه العلامات هو إخطار مستعملي الطريق بتعليمات السير على الطرق والقيود المفروضة عليه والتي يجب أن يستجيبوا لها وتنقسم إلى:

1 -علامات الأولوية.
2 -علامات المنع أو التحكم.
3 -علامات الالتزام.

3. اشارات الإرشاد:

والقصد من إقامة هذه العلامات هو إرشاد وتوجيه مستعملي الطريق أثناء سيرهم وانتقالهم على الطرق وتزويدهم بمعلومات أخرى قد تكون نافعة ومفيدة وهي بدورها تنقسم إلى:

1) علامات سبق التوجيه.
2) علامات الاتجاهات.
3) علامات التعرف على الطريق.

4) علامات التعرف على المكان.
5) علامات تقدم معلومات مفيدة للسائقين.
6) علامات تعزيز أو تأكيد.
7) علامات تشير إلى الخدمة والتسهيلات المفيدة لمستعملي الطرق.

7-4 التقاطعات على الطرق:

هي المنطقة التي يلتقي فيها طريقان أو أكثر على نفس المستوى أو على مستويات مختلفة وتشمل هذه المنطقة المساحة المخصصة للسيارات بالإضافة إلى المساحة المخصصة لحركة المشاة.

تشكل التقاطعات جزء هاما من الطريق لان فعالية الحركة والسلامة والسرعة وتكاليف التشغيل وسعة الطريق كلها تعتمد بشكل رئيسي على التقاطع، إذ ليس من المعقول تصميم طريق سريعة وعريضة مع وجود تقاطعات ضيقة.

7-4-1 المعايير الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم التقاطعات المرورية ما يلي:

1) السلامة المرورية من خلال فصل اتجاهات المرور. المختلفة بواسطة الجزر المرورية أو الإشارات الضوئية.
2) السعة المرورية الملائمة حسب التوقعات المستقبلية لأحجام المرور.
3) النواحي الاقتصادية وتكاليف الإنشاء.
4) الاستمرارية في الانسياب المروري بما يتناسب وشبكة الطرق المتصلة بالتقاطع.

7-4-2 أنواع التقاطعات:

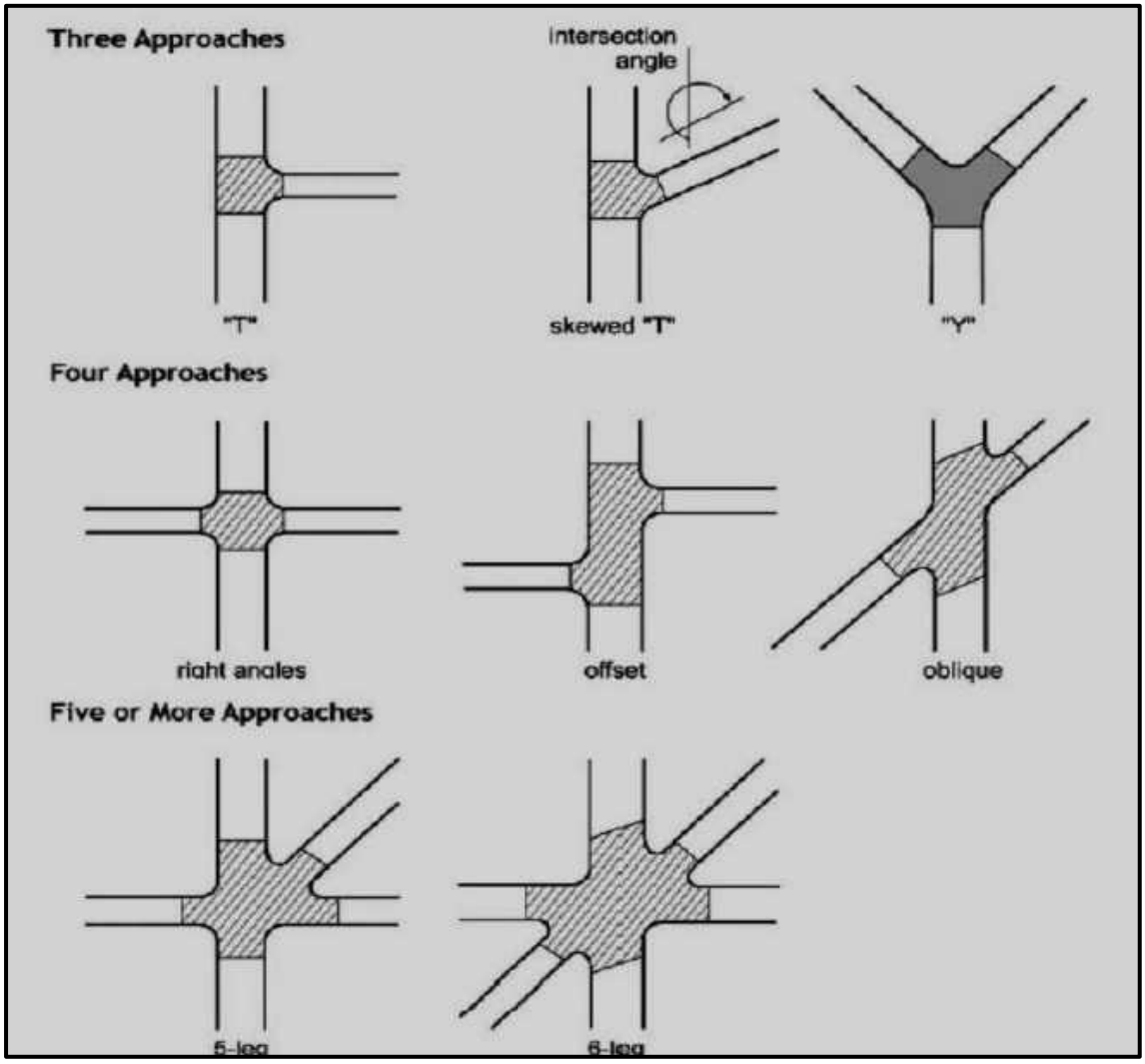
1 -تقاطعات على نفس المستوي : كالتقاطع البسيط والجرسي والتقاطع ذو القنوات ومسارب تغير السرعة مثل مسارب التباطؤ والتسارع والدوران.
2 -تقاطعات بمستويين أو أكثر حيث تتقاطع الطرق على مستويات فوق بعضها البعض مع أو بدون رمبات تصل بين مستويين.
3 -خليط من كلا النوعين (بحيث يكون جزء على نفس المستوي والجزء الأخر بمستويين).

إن عملية التصميم تعتمد على طبيعة ونوع التقاطع فيما إذا كان تقاطعا بسيطا أو جرسي أو ذا قنوات أو دوارا أو تقاطعا مفصولاً. وهناك عدة أنواع للتقاطعات نذكر منها

7-4-3 أنواع التقاطعات المروري

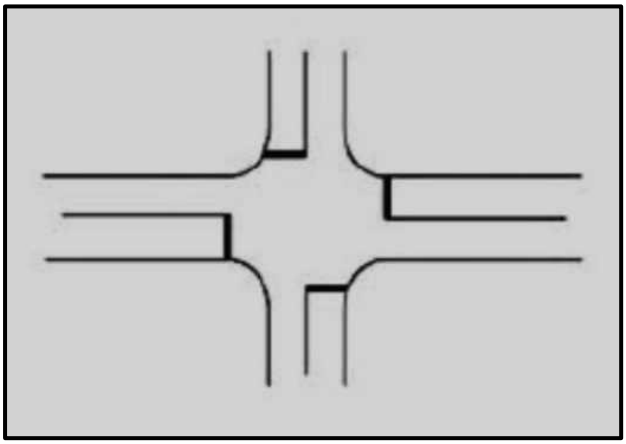
7-4-3-1 التقاطع العادي البسيط على شكل (T) أو (Y) أو (+) أو متعدد الأذرع :

إن هذه التقاطعات تكون بسيطة رخيصة التكاليف وغير معقدة وتحوي بعض الخطوط التي تحدد الطرق وإشارة قف لتوضح أولوية المرور على الطريق الرئيسي وإذا كانت كلتا الطريقين المتقاطعين ثانويتين أو فرعيتين فانه لا يتم تحدد الأولوية لأي منهما ونظراً لان هذا النوع يستعمل في المناطق غير المزدحمة بالسير فانه لا يتم في مثل هذا التقاطع فصل السير المتجه إلى اليمين عن السير المتجه إلى اليسار أو عن السير المتجه إلى الأمام ويتم تطوير هذا النوع من التقاطعات حسب الأحجام المرورية وأهمية التقاطع الشكل (7-4) وفي ما يلي أنواع هذا التقاطعات :



الشكل (7- 4) التقاطعات على نفس المستوى

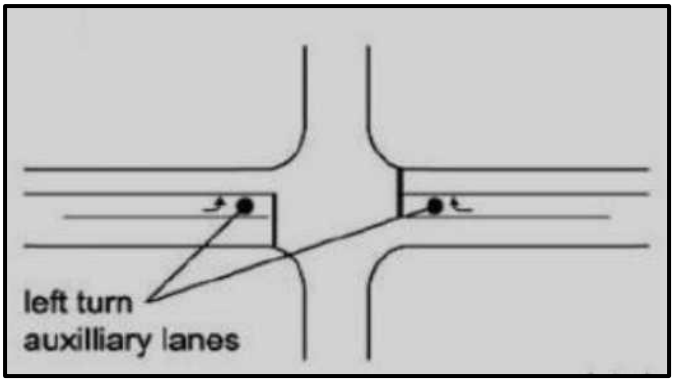
1 – **الشكل البسيط** :وهو الشكل الذي تبقي فيه المسارب بعرض ثابت سواء في الطريق الرئيسي أو الفرعي وخطورة هذا النوع من التقاطعات تكمن في أن السيارات ستضطر إلى تخفيف سرعتها كثيراً عند محاولة الدوران إلى اليمين أو إلى اليسار وقد تتوقف كليا وهذا بدورة يسبب خطورة على باقي المركبات وتستمل مثل هذه التقاطعات عندما تكون السرعة اقل من 80كم/ساعة ومن الممكن ان تكون هذه الأشكال من التقاطعات بزاوية قائمة أو بزاوية مختلفة . الشكل (7–5)



الشكل (7–5) تقاطع الشكل البسيط

2 –الشكل البسيط لتقاطع على شكل مصلب(+):

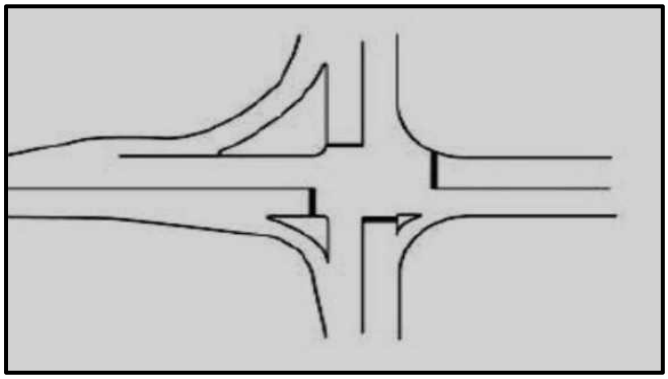
بحيث يبقي فيه المسارب بنفس العرض ولا يوجد مسارب خاصة بالانعطاف يميناً ويساراً. الشكل (7–6)



الشكل (7–6) تقاطع الشكل المصلب

7-4-3-2 التقاطع ذو القنوات:(Channeled)

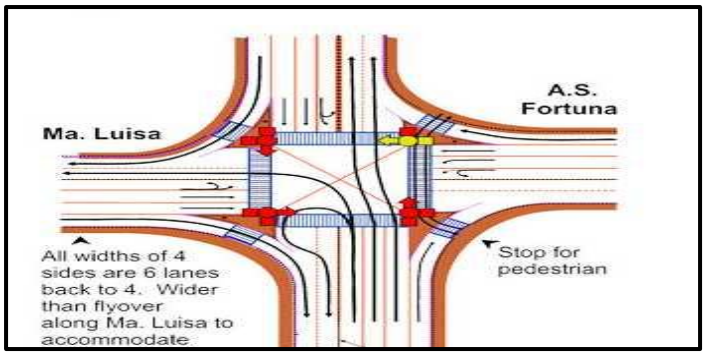
عندما تزداد حركة السير وتتعقد عند التقاطع ويصبح غير قادر على استيعاب حجم المرور وتقل قدرة السواقين على التصرف الصحيح فأنه لا بد من توسيع التقاطع وتقسيمه إلى مسارب وقنوات بواسطة جزر أو بواسطة خطوط ترسم أو حواجز تقام، أن هذه الجزر تبني لتقسم الطريق وفصل السير وتحديد المسارب وحماية السواقين والمشاة بالإضافة إلى فوائد أخرى ألا ان التقاطع ذا القنوات يتسبب في الحوادث إذا لم يرافقه توعية مرورية من قبل المسؤولين، وإذا لم تكن الجزر واضحة ومحددة بإشارات. الشكل (7-7)



الشكل (7-7) التقاطع ذو القنوات

7 4 3 3 التقاطع الجرسي(Flared):

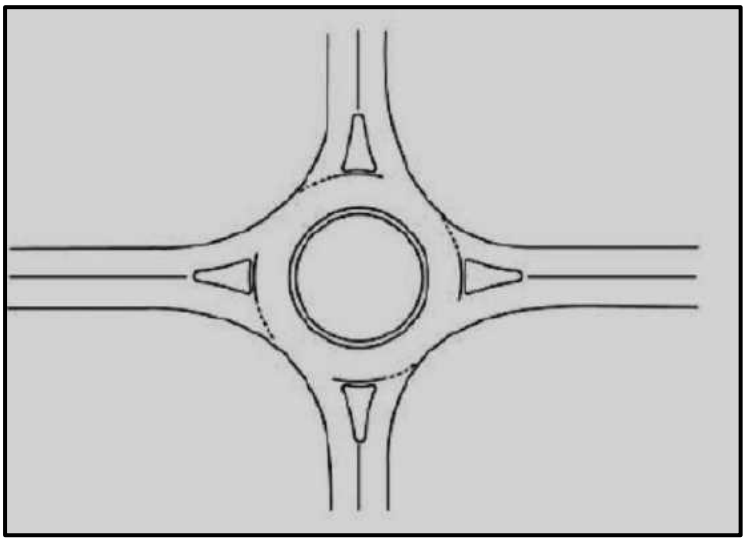
يتم في هذا التقاطع توسيع الطريق الفرعية عند تقاطعها مع الطريق الرئيسي ويشبه هذا التوسع شكل الجرس. إن هذا التوسيع ضروري لتنظيم حركة السير وفصل السير المتجه إلى اليمين عن المتجه إلى اليسار أو عن السير المتجه إلى الأمام، وبهذا التقاطع تقل الحوادث لزيادة سعته ويستوعب عددا أكبر من المركبات. الشكل (7-8)



الشكل (7-8)التقاطع الجرسي

7-4-3-4 الدوار:

الدوار عبارة عن دائرة تشعب منها عدة طرق ويكون في وسط الدائرة جزيرة, وهذا التقاطع مفيد في المناطق التي يزيد فيها حجم المرور حيث لا تستطيع التقاطعات الثلاثة الأولى استيعابه. الشكل (7-9)



الشكل (7-9) الدوار

7-4-3-5 التقاطع ذو الإشارة الضوئية:

توضع الإشارات الضوئية على التقاطعات لتنظيم حركة السير ولإعطاء أولوية المرور للمركبات القادمة من عدة اتجاهات في ترتيب متوالي. وتوضع الإشارات غالبا عندما يكون حجم السير على الطريق كبيرا وعندما يكون تنظيم اتجاه السير على التقاطعات معقدا وتوضع أيضا عند زيادة عدد الحوادث على التقاطع .

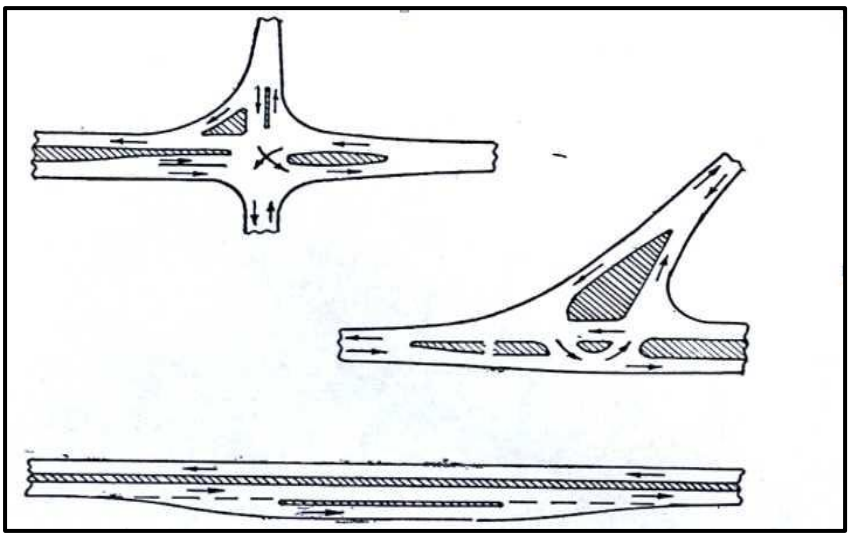
7-4-3-6 الجزر الفاصلة بين اتجاهين:

تستخدم الجزر الفاصلة لفصل حركة المرور المتعاكسة وجميع الطرق الحديثة مزودة بجزر فاصلة، خاصة إذا كانت تتألف من أربع حارات ويجب أن يكون عرض هذه الجزر كافي لتأدية الغرض الذي من اجله أنشأت وخاصة لتقليل تأثير الأضواء المبهرة الصادرة من المرور المعاكس ليلا، هذا بالإضافة إلى حماية العربات المتعاكسة من التصادم ولإمكانية التحكم في المناطق المسموح الدوران فيها، ويتراوح عرض هذه الجزر بين (1.25-18)متر وبالطبع لا يكون هذا العرض ثابت على طول الطريق فهو يتغير حسب الحالة.

7-4-3-7 الجزر على التقاطعات:

يحتاج التقاطع المحدد المسارب إلى دراسة أكثر من التقاطع العادي البسيط، حيث أن عرض الجزر والفراغ بينهما وأطوالها ومسافة الفراغ بينهما أمور ضرورية، فنحن نهدف هنا إلى سير المركبة بسهولة دون تعطيل حركة السير، كما أن المقطع المحدد المسارب يعني أن السيارات التي ستستعمل اتجاها معينا، ستحدد بمسارب معينة لا تستطيع الخروج منها، ولا نريد أن يحصل اكتظاظ في مسرب يقابله فراغ تام في مسرب آخر، بل يجب أن يكون الممر المكتظ مثلا ممر بمسربين والمسرب القليل السير بمسرب واحد فقط وهكذا.

للجزر اشكال وأبعاد متعددة إلا أن النوع المتعارف عليه هو المثلث حيث يفصل هذا النوع السير الذي يدور عن السير المستقيم وتكون الجزر المستديرة في الوسط ليدور حولها السير والشكل (7-10) يبين أشكالا وتوزيعات متعددة للجزر.



الشكل (7-10) أشكال وتوزيع الجزر على التقاطعات

الفصل الثامن: حساب الكميات

8-1 مقدمة:

8-2 العوامل المؤثرة في حساب الكميات

8-3 حساب حجوم المقاطع العرضيه

8-4 ملخص كميات المواد واللوازم

الفصل الثامن

حساب الكميات

8-1 مقدمة:

حساب الكميات هي خلاصة العمل في الطرق وهي الغاية التي يسعى الي تحقيقها العاملون في هذا المجال وهي اساس التفاوض والتعاقد. وفي الفترة الاخيرة تطورت عملية حساب الكميات اصبحت تخصص قائم بذاته يمنح الطلاب من خلاله الدرجات العليا في هذا التخصص تصل الي درجة الدكتورة. التطور في عمليات حساب الكميات كان نتاج طبيعي للتطور الذي حدث في المشاريع الانشائية مما ادي للاهتمام بحساب الكميات (والتي هي اساس العمل الانشائي) . وقد صاحب هذا التطور تطور في الادوات والبرامج التي تستخدم في عملية حساب الكميات وظهرت في الفترات الاخيرة كثير من هذا البرامج غالية الثمن وأكثر دقة

8-2 العوامل المؤثرة في حساب الكميات:

هناك ثلاثة عوامل رئيسية تؤثر في عملية حساب الكميات

1- المقطع العرضي للطريق

2- قراءات الارض الطبيعة للطريق

3- خط التصميم او الخط الانشائي للتصميم

هذه العوامل من خلالها يمكننا التحكم في حساب الكميات وتغير اي عامل يؤثر في الكميات الناتجة

8-3 حساب حجوم المقاطع العرضيه :

يلزم في كثير من مشاريع الهندسة المدنية كمشاريع الطرق والسكك الحديدية والمطارات وأعمال العمران وتمديدات الماء والكهرباء والمجاري معرفة كميات الخرسانة وأحجام الحفر والردم المطلوبة للوصول إلى منسوب معين. هناك بالطبع عدة طرق رياضية تمكن من حساب الحجوم المطلوبة ولكنها على درجة متفاوتة من الدقة خصوصا إذا كان الحجم المطلوب حسابه واقعا ضمن شكل هندسي غير منتظم. إن عملية الحساب هذه تتطلب عملا ميدانيا وآخر مكتبيا. أما العمل الميداني فيشتمل على قياس أبعاد الجسم المعتبر ودق أوتاد أو علامات مناسبة في مواقع محددة من هذا الجسم. وأما العمل المكتبي فقد يشتمل على حساب الحجوم من الأبعاد المقاسه وتخطيط أفضل الطرق لتنفيذ العمل.

في أحيان كثيرة يمكن اللجوء إلى الصور والمخططات والخرائط المتوفرة لحساب الحجوم المطلوبة دون الحاجة إلى أعمال ميدانية معتبرة

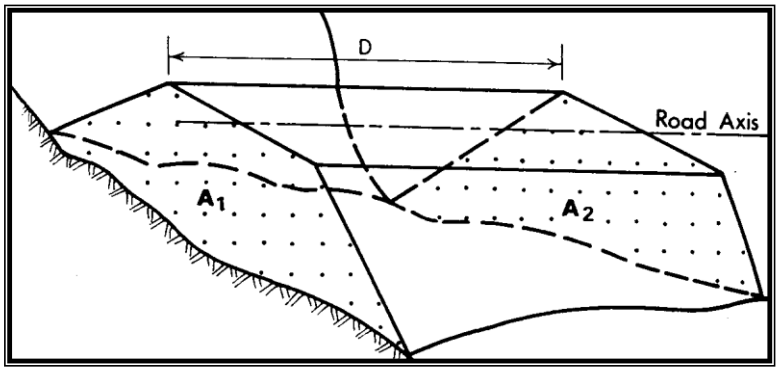
ويمكن حساب حجوم المقاطع العرضيه بعدة طرق اهمها

- حساب الحجوم بطرقة المقطع الوسطي
- حساب الحجوم بطريقة المنشور

وهنا سنتحدث عن الطريقه الاولي وهي طريقة المقطع الوسطي لان حساب الكميات في المشروع يتم عن طريق برنامج Autodesk Land Desktop 2006 حيث يقوم البرنامج باستخدام هذه الطريقه في اخراج كميات الحفر والردم (Averaging)

8-3-1 حساب الحجوم بطريقة المقطع الوسطي

في هذه الطريقة يفترض أن ميل سطح الأرض منتظما بين كل مقطعين عرضيين متتاليين وبالتالي فانه لحساب حجم المادة بين كل مقطعين عرضيين متتالين يؤخذ معدل مساحتي هذين المقطعين ويضرب في المسافة الفاصلة بينهما. نفترض أن لدينا مقطعين عرضيين متتالين كما يوضح الشكل (8-1)، يقعان كليا في منطقة حفر أو كليا في منطقة ردم والمسافة الفاصلة بينهما مقدارها D ومساحتهما A1&A2 فيكون حجم المادة المحصورة بينهما مرتبطا بالعلاقة التالية: $V = \left(\frac{A1 + A2}{D} \right)$



شكل (8-1): حساب الحجوم بطريقة المقطع الوسطي

8-3-1-1 طريقة العمل:

في أثناء العمل الميداني تم رصد عدة مقاطع عرضية وذلك على طول المحور الطولي للطريق حيث وزعت هذه المقاطع على مسافات مناسبة كل 20M تم رصد مقطع عرضي متعامد مع محور الطريق, أما عند المنحنيات والتغيرات في طبوغرافية الأرض تم تقليل المسافة الفاصلة بين المقاطع العرضية لتكون (10m)، وذلك لتقليل تأثير التغيرات على حساب الحجوم والكميات اللازمة للقيام بحساب كميات الأعمال الترابية للطريق وقد تم العمل بناء على طريقة المقطع الوسطي وبعد ذلك تم إتباع الخطوات التالية:

1 -رسم المقاطع العرضية بواسطة استخدام برنامج (Autodesk Land Desktop 2006) مع مناسيب النقاط المكونة للمقطع العرضي.

2 –حساب مساحة كل مقطع عرضي وبيان مساحة كل من الحفر والردم في المقاطع المختلطة وكل هذه الامور تتم باستخدام الكمبيوتر حيث يستخدم البرنامج طريقة المقطع الوسطي

3 –تم اخراج جدول كميات الحفر الردم من خلال البرنامج وكانت كميات الحفر الكلية وكميات الردم الكلية للمشروع كالتالي

المجموع الكلي لكميات الحفر= 1586.48

المجموع الكلي لكميات الردم =3214.13

ويلاحظ بان كميات الردم هي ما يقارب ضعف كميات الحفر وذلك يقلل من تكلفة المشروع حيث ان سعر الحفر اعلى من سعر الردم بالاضافة الى ان ذلك يساعد في الحفاظ على البيئة .

8-3-1-2 التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم(منحنى الحجوم) :

منحنى الحجوم هو عبارة عن تمثيل بياني لكميات الحفر والردم اللازمة للمشروع . لعمل هذا المنحنى نرسم خطا أفقيا مستقيما ونحدد عليه بمقياس مناسب مواقع المناطق العرضية المتتالية والمتباعدة عن بعضها بمسافات معلومة مبتدئين بالمقطع الخاص بنقطة بداية المشروع. عند كل نقطة ممثلة لموقع مقطع عرضي معين على محور السينات. نقيم عامودا بطول يمثل – وفق مقياس رسم معين – المجموع الجبري لكميات الحفر والردم حتى ذلك المقطع وذلك على أساس أن الحفر يعتبر موجبا والردم سالبا (أو مجموع الحفر – مجموع الردم حتى ذلك المقطع) .

8 3 1 3 خواص منحنى الحجوم:

1 الميل الموجب للمنحنى يدل على تزايد كميات الحفر أو تناقص كميات الردم والميل السالب يدل على تزايد كميات الردم أو تناقص كميات الحفر.

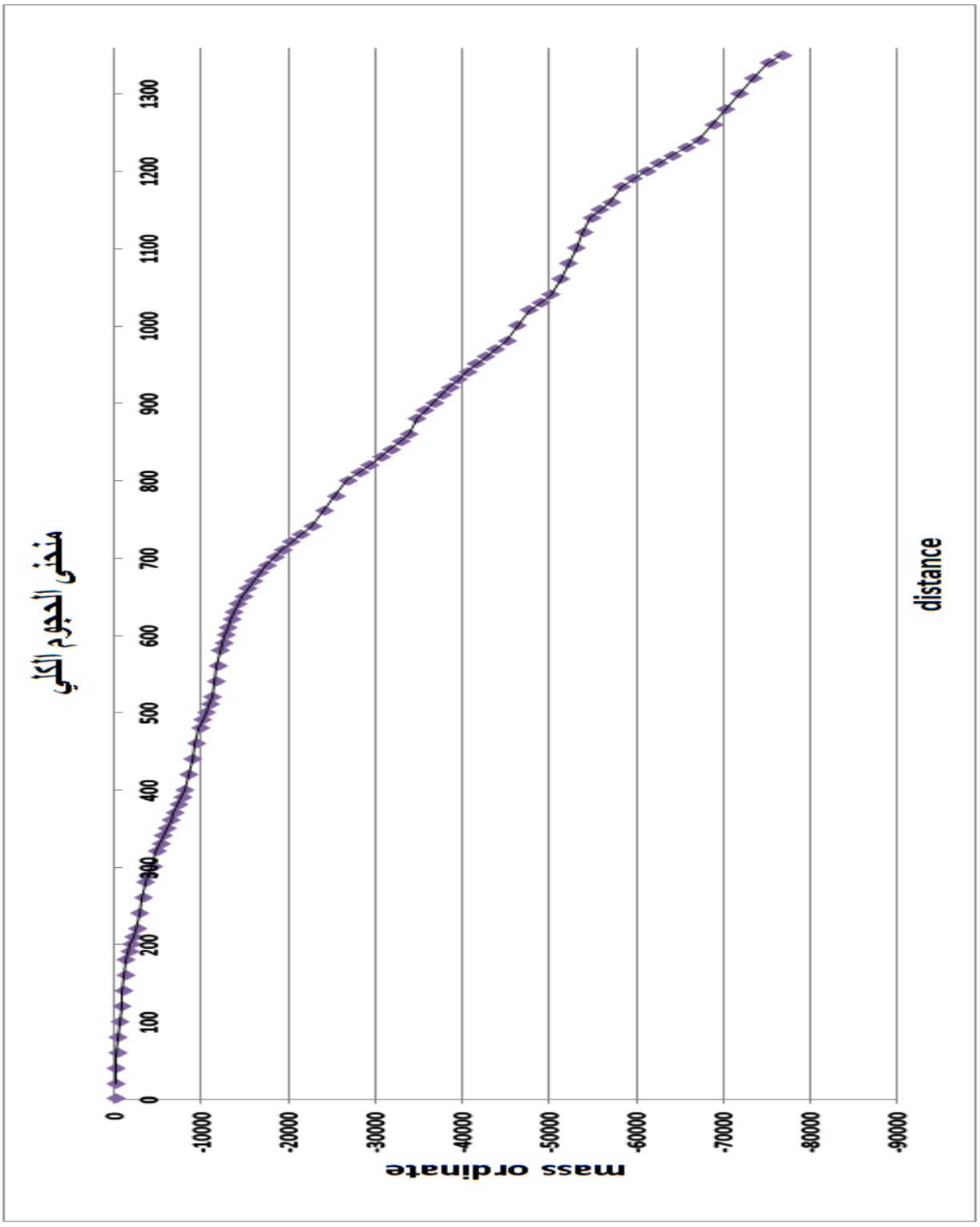
2 عندما نصل إلى أعلى نقطة من المنحنى تتوقف كميات الحفر عن التزايد وتبدأ كميات الردم بالتزايد.

3 قيمة الاحداثي الصادي عند أي نقطة من المنحنى تمثل مقدار الفرق بين كميات الحفر والردم التراكمية حتى تلك النقطة فإن كان هذا الاحداثي موجبا فيعني هذا إن كميات الحفر تفوق كميات الردم بنفس القيمة العددية للاحداثي الصادي ولغاية هذه النقطة والعكس صحيح.

4 الفرق بين الاحداثيين الصاديين لنقطتين على منحنى الحجوم يمثل كمية الحفر أو الردم بين هاتين النقطتين من المشروع بشرط أن يكون المنحنى بين هاتين النقطتين صاعدا أو هابطا دون انقطاع (أي لا يوجد بين هاتين النقطتين نقطة أخرى ذات قيمة عظمى أو صغرى) .

5 وتجدر الملاحظة إلى أن كميات الحفر لا تحافظ على حجمها الأصلي حيث يحدث لها انتفاخ بمقدار معين، وكذلك كميات الردم يحدث لها انكماش عند دمكها بمقدار معين.

الشكل (8–2) : منحنى الحجوم



8-4 ملخص كميات المواد واللوازم :

8-4-1 الحفر (Excavation):

وهي اعمال الحفر على طول الطريق والتي تبلغ (m3)1586.48 مبينة سابقا في المقاطع العرضية وفي جداول الكميات

8-4-2 الردم(Filling layers):

وهي اعمال الردم على طول الطريق والتي تبلغ (m3)3214.13 مبينة سابقا في المقاطع العرضية وفي جداول الكميات

8-4-3 البريم كوت(MC Prime Coat):

وهي عبارة عن مادة لاصقة توضع بين البيسكورس والاسفلت وتتكون من الاسفلت المخلوط بالسولار ترش فوق الاسفلت وتترك لمدة 24 ساعة قبل عملية السفلتة . وتقاس هذه الكمية بالمتر المربع وقد تم حساب هذه الكمية وهي (m2)9569 .

8-4-4 البيزكورس (Base course) :

تم تصميم الطريق بحيث تكون سماكة البيسكورس cm30 يتم تنفيذها على طبقتين سماكة كل طبقة cm15 كما هو موضح في فصل التصميم الانشائي بحيث يلزم كمية بيسكورس لكل طبقة من الطبقتين (m3)2050 . وبذلك يصبح الحجم الكلي للبسكورس هو (m3)4101 .

الصورة (8-1): البيزكورس

8-4-5 الاسفلت(Asphalt):

تم تصميم الطريق بحيث تكون سماكة الاسفلت 7.0 cm توضع فوق طبقة البيسكورس ويتم تنفيذها على طبقة واحدة كما هو موضح سابقا في فصل التصميم الانشائي. وبذلك يصبح حجم الاسفلت اللازم هو 669.83 (m3) اي ما يعادل 9569 (m2) وهي مساحة سطح الطريق .

الصورة (8-2): طبقة الاسفلت اثناء التنفيذ

8-4-6 الجبه(Curbstone):

توضع الجبه على جانبي الطريق ملاصقة لأرصفة المشاة ويتم بناؤها قبل وضع طبقة الاسفلت اي فوق البيسكورس بحيث يكون ابعادها 100*30*15 cm. وتم استخدام هذه الابعاد لتطابق الابعاد المستخدمة في الاسواق الفلسطينية.

وقد تم حساب الكمية اللازمة من الجبه للطريق وهي بالمتر الطولي بما يقارب m2750 .

الصورة (8-3): الجبه

8-4-7 بلاط الارصفة :

سيتم استخدام بلاط الارصفة المصنوع من الطوب الاحمر بحيث تكون ابعاد البلاطة الواحدة 10*20*5 cm توضع تحتها طبقة رملية بسماكة 10 cm . وقد تم حساب الكمية اللازمة من بلاط الارصفة وهي بالمتر المربع 4100(m2) وهي تغطي مساحة الارصفة على طول الطريق بعرض 1.5 متر على كلا الاتجاهين .

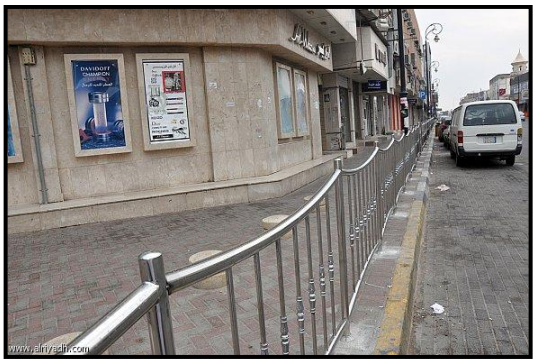
الصورة (8-4): بلاط الارصفة

8-4-8 العواكس الارضية (cat eyes):

او ما يسمى بالعواكس وهي نوعين الاول بوجه واحد وتوضع على الطرق كل 10 m على كلا الاتجاهين من الطريق وقد تم حساب عدد العواكس ذات الوجه الواحد اللازم وضعها في الطريق وهو 270 عاكسة بوجه واحد .
اما النوع الثاني من العواكس هي العواكس بوجهين وتوضع بمنتصف الطريق كل 10 m على الخط الفاصل بين المسربين وقد تم حساب عدد العواكس ذات الوجهين اللازم وضعها على الطرق وهو 135 عاكسة .

8-4-9 سياج حماية المشاة(Guardrail):

او ما يسمى بسياج حماية المشاة وهو سياج حديدي يوضع على الحد الفاصل بين ارصفة المشاة والطريق وسيتم وضعه من المحطة 0+00 الى المحطة 5+60 كون هذه المنطقة مكتظة بالمشاة . وقد تم حساب كمية ال guardrail وهي بالمتر الطولي m1200 توضع على الطريق بكلى الاتجاهين .



الصورة (8-5): سياج حماية المشاه

تم ارفاق تقارير كميات الحفر والردم في ملحق D

الفصل التاسع: التكلفة والعطاء

9-1 التكلفة

9-2 العطاء

9-3 الوثائق المكونة للعقد

الفصل التاسع: التكلفة والعطاء

9-1 التكلفة

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

9-1-1 التكلفة النهائية للمشروع :

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

9-1-2 ملخص التكلفة الكلية للمشروع :

الجدول (9-1) يبين تكاليف المواد المستخدمة في المشروع :

ITEM	ITEM DESCRIBTION	UNIT	QUANTITY	PRICE/ $	TOTAL PRICE/$
1	excavation	Cu m	1586.48	6.5	10312.2
2	Filling layers	Cu m	3214.13	1.6	5142.6
3	Prime coat MC	Sq m	9569	0.85	8133.7
4	Base course 300mm	Sq m	13670	5.3	72451
5	Asphalt 70mm thick	Sq m	9569	12.1	115784.9
6	Curbstone	L.m	2750	23.4	64350
7	Tile sidewalks	Sq m	4100	20	82020
8	single cat eyes	each	270	9.35	2524.5
9	Double cat eyes	each	135	10.3	1390.5
10	galvanized steel Guardrail	L.m	1200	102.85	123420
11	signs	each	27	240	6480
TOTAL					**492009.4**

جدول (9-1) تكاليف المواد المستخدمة في المشروع

يشار الى ان الاسعار الموجودة في الجدول السابق هي اسعار المواد في السوق الفلسطيني وماخوذة من شركة العسيلي للمقاولات .

9-2 العطاء:

يتم اعداد العقود الهندسية بصيغ مختلفة حسب نوع العمل المتعاقد عليه وظروفه , وتختلف تلك العقود في درجة تعقيدها من اتفاقية بسيطة يتم فيها عرض وقبول الى عقد طويل معقد يتكون من عدد كبير من الوثائق , تحدد تفاصيل العلاقة التعاقدية من النواحي القانونية والمالية والفنية . وكلما كان العقد وشروطه ومواصفاته ورسوماته وبقية وثائقه واضحة ودقيقة في تحديدها لواجبات ومسؤوليات وحقوق الاطراف المتعاقدة , كلما قلت احتمالات الاختلاف في وجهات النظر ازاء تفسير تلك الوثائق .

9-3 الوثائق المكونة للعقد:

تختلف الوثائق المكونة لأى عقد هندسى كمًا وكيفًا من مشروع لآخر ، تبعًا لعدة عوامل كما تختلف وثائق العقد تبعا لحجم المشروع فكلما صغر حجم المشروع كلما كان نوع العلاقة بين المالك والمقاول أسهل والعكس صحيح . فالغرض الأساسى من وجود وثائق العقد هو تحديد العلاقة بين الطرفين أو الأطراف المتعاقدة بصورة دقيقة تحدد حقوق وواجبات كل طرف منهما بموجب العقد . وبشكل عام لابد من وجود الوثائق التالية:

9-3-1 خطاب الدعوة:

وهى عبارة عن رسالة موجهة من صاحب العمل تصف العمل المراد إنشاؤه بشكل مختصر وتدعو المقاول الموجهة إليه الدعوة لتقديم عطائه لتنفيذ المشروع.

9-3-2 تعليمات إلى المقاولين:

وهذه تعطى معلومات أكثر تفصيلا إلى المقاولين بغرض تمكينهم من تقديم عطاء اتهم على أسس سليمة.

9-3-3 العرض أو صيغة المناقصة:

وتحدد هذه الوثيقة رغبة المقاول واستعداده لتنفيذ المشروع بسعر معين وفى وقت محدد ، ويوقع عليها المقاول وتختم بختمه الرسمى والغرض من هذه الوثيقة توحيد صيغ العروض.

9-3-4 الاتفاقية Agreement :

وهذه وثيقة قانونية(تسمى أحيانا صيغة العقد) تلزم كلا من المالك والمقاول بالتزامات معينة . وتحدد عادة نوع الالتزام وقيمة العقد وزمن تنفيذه بالإضافة إلى عدد آخر من البنود الهامة.

9-3-5 شروط العقد Contract Conditions:

9-3-5-1 الشروط الخاصة وتشمل:

1-أسماء طرفي العقد وتاريخ تعاقدهما.
2-محل العقد.
3-المبلغ الاسمى للعقد : وهو المبلغ المحدد بالاستناد إلى الكميات المقدّرة فى جدول الكميات بالاستناد إلى جدول الأعمال المنفذه فعلا.
4-مدة العمل.
5-جزاء التأخير.
6-التأمينات.
7-طريقة الدفع.
8-التوقيفات (النسبة المئوية التى تستقطع من المستخلصات).
9-الاستلام (وتشمل المؤقت والنهائي).
10-نظام العقود.

9-3-5-2 الشروط العامة وتشتمل:

1-الالتزامات العامة للمتعهد.
2-الضمانات.
3-العمال ووكلاء المقاول والإدارة.
4-تنفيذ العمل.
5-التأخير والقصور فى القيام بالالتزامات.
6-التنازل عن العقد.
7-حل الخلافات.
8-أحكام متفرقة.

9-3-6 الجداول الملحقة بشروط العقد Supplementary to general condition :

وهذه فى الغالب تصف بعض الصيغ ، التى يتم بموجبها تقديم طلب ما أو إرسال إشعار من طرف إلى آخر ، وكذا صيغة القبول أو الرفض.

9-3-7 المواصفات Specification :

وهذه الوثيقة تصف الجانب الهندسى ، أو الفنى من المشروع ، وكيفية تنفيذه ، حيث يكون هناك

تحليلٌ ووصف تفصيلي لكافة مواد البناء ، التي تلزم للمشروع وتكون ملزمة للمقاول.

9-3-8 الرسومات Drawings :

تصف الرسومات الأبعاد الحقيقية وكذلك التفصيلات ، كما تشمل الطريقة الفنية التى سيقام بموجبها المشروع.

9-3-9جدول الكميات Bill of Quantities :

يسرد فى هذه الوثيقة جميع أنواع المواد ، أو الوحدات القياسية لكل جزء من أجزاء المشروع وتسعيرة كل منها بالوحدة ، أو حسب القياس الطولى أو المربع أو المكعب . ويعتبر جدول الكميات من أهم وثائق العقد

9-3-10 تقرير عن حالة التربة:

يتم إعداد هذا التقرير عادة بواسطة شركة متخصصة فى شئون التربة والجيوتكنولوجيا ، ويعطى هذا التقرير وصفا لنوع التربة فى موقع العمل وقوة تحملها ، وغير ذلك من المعلومات الهامة عنها.

الفصل العاشر: النتائج والتوصيات

10-1 النتائج

10-2 التوصيات

10-3 الجهات المستفيدة من المشروع

النتائج والتوصيات

10-1 النتائج:

1 -القيام بعمل مضلع وحساب احداثيات محطاته بالاعتماد على نقاط GPS وتصحيحها من اجل الانطلاق منها لرصد تفاصيل الطريق والمعالم الموجودة به .
2 -رفع الطريق بشكل كامل والحصول على مخططات تفصيلية للطريق.
3 -القيام بعمل الفحوصات المخبريه لطبقة الاساس و تحليل للخلطة الاسفلتية .
4 -تجهيز التصميم الانشائي للطريق والحصول على سماكات الطبقات بالاعتماد على الفحوصات المخبرية
5 -تجهيز كافة التصميمات الافقية و الرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها، وإعداد الخرائط المتعلقة بذلك.
6 -رسم المقطع التصميمي الطولي والعرضي للطريق .
7 -حساب حجوم الكميات من حفر وردم , وحجوم طبقت الإسفلت ورسم المنحنى الكمي التراكمي.
8 -حساب التكلفه التقديريه وتجهيز وثائق العطاء

10-2 التوصيات:

1. نحث الجامعة على التواصل مع مؤسسات وبلديات المجتمع المدني لطرح مشاريع تخرج تهم هذه المؤسسات .
2. ندعو الى تدريب الطلبه على التطبيقات البرامج الحديثه في المجالات المختلفة عن طريق وجود مرونة في الخطط التدريسية .
3. اعداد مواصفات للطرق خاصة بالأراضي الفلسطينيه.
4. يجب تخصيص مساقات تتعلق بهندسة الطرق والبنية التحتية لطلبة هندسة المساحة والجيوماتكس , وخصوصا تعليم برنامج الاوتوديسك وكذلك برنامج (Civil 3D) التي تعد من أهم البرامج في تصميم الطرق .
5. عمل دورات مدعومة من قبل الجامعه لتأهيل الطلبه الخريجين ودورات في برنامج (Civil 3D)

10-3 الجهات المستفيدة من المشروع:

1 -سكان منطقة ضاحية الرامة.
2 -بلدية الخليل.
3 -المصانع والشركات الخاصة الموجودة في المنطقة
4 -المدارس الموجودة في تلك المنطقة.
5 -وزارة الحكم المحلي.
6 -وزارة الاشغال العامة.

المراجع

1 – عصمت محمد الحسن, مبادئ علم المساحة.

2 – علي شكري, المساحة التفصيلية (طرق الرفع والتوقيع).

3 – يوسف صيام, المساحة وتخطيط المنحنيات.

4 – بشير حطروم , دليل التصميم الهندسي للطرق.

5 – Adjustment computation statistic and least squares in surveying, Paul R Wolf.

6 – [1] http://agricultural.yoo7.com/t662-topic

7 – Pavement analysis and design, YAANG H.HANG

8 – Surveying for civil engineers, Dr najeh tamim

9 – المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني , تقنية الطرق.

10 – إعادة تصميم وتأهيل الطريق الواصل بين دوار عيصى و مفرق طيبة,ربيع السعدي ,محمد القواسمي, خالد ابراهيم.

11 – Policy on Geometric Design of Highways and Streets , AASHTO

12 – احمد ابراهيم ,العقود الهندسية

13 – يوسف صيام، المساحات وحساب الكميات.