شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

إعادة تأهيل وتصميم الشارع الواصل بين شارع أبو دعجان وفرش الهوى

فريق العمل

أحمد محمد عودة

راشد خالد سرحان

رامي جميل ادعيسات

بناءاً على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع و بموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية في كلية الهندسة و التكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس

توقيع مشرف المشروع

الإسم:

توقيع رئيس الدائرة

الإسم:

توقيع اللجنة الممتحنة

....

.....

بسم الله الرحمن الرحيم

(قل هل يستوي الذين يعلمون والذين لا يعلمون

إنما يتذكر أولوا الألباب)سورة الزمر .....الآية (9).

صدق الله العظيم

الإهداء

إلى الرحمة المهداة في زمن الظلم والظلمات ... رسول الله صلى الله عليه وسلم

إلى ورثة الأنبياء بعلمهم ...علماؤنا الأجلاء

إلى كل عاشق للعلم، وكل محب للهندسة ، ويراها ملموسة كما يرى الشمس في وضح النهار

إلى أمي الحنونة التي قالت لي يوماً : أريدك أن تكون..... فأسستْ في نفسي الأصول وغرست في قلبي القواعد

إلى أبي العزيز الذي أعطاني فكره ومنحني قلبه ، إلى إخوتي وأخواتي وأصدقائي ومن شاركني حياتي

لكم يا كل الصامدين في خنادقكم..... يا أبطال المعاناة خلف القضبان

إلى من سطروا بدمائهم كل الدروب ليوصلونا إلى طريق الحرية (شهداء الأمة)

لكم أيها الكوادر العاملين بصمت وأمانة (معلمي الأفاضل)

لك أيها القارئ ..... ولك أيها الفلاح المثابر

لكل أمٍ وأختٍ ..... لكل غصنٍ وحبة قمح

لكل ذرة ترابٍ ..... لكل شريفٍ في هذه الأرض

إليهم جميعاً نهدي هذا العمل

فريق العمل

الشكر والتقدير

يقول تعالى ((ولئن شكرتم لأزيدنكم)) فالشكر والفضل لله عزوجل على أن يسّر لنا عملنا هذا . .

ويقول رسول الله صلى الله عليه وسلم ((من لا يشكر الناس لا يشكر الله))

من سويداء القلوب ومن بريق العيون ومن عبق الرياحين ومسك الجنان نتقدم بالشكر الجزيل وفائق الحب والتقدير والإحترام إلى كل من . . . .

جامعتي الحبيبة جامعة بوليتكنك فلسطين إدارة وهيئة تدريسية وموظفين والذين كانوا لنا منارة العلم والعمل وبكل الحب والوفاء لأهل الفضل والخير نتقدم بجزيل الشكر والعرفان للأستاذ المهندس مصعب شاهين لما قدمه لنا من توجيه وإرشاد وعون في هذا المشروع.

وبفيض من مشاعر الحب والتقدير نتقدم بالشكر إلى الأستاذ المهندس فيضي شبانه المحترم والى كل من قدم لنا المساعدة والعون إخوة وأخوات سواء بمشاركتنا في جهدنا مباشرة أو بكلمة طيبة أو بدعوة صادقة في ظهر الغيب والى كل من ساهم في انجاز هذا العمل.

فريق العمل

عنوان المشروع

إعادة تـأهيل وتصميم الشارع الواصل بين شارع أبو دعجان وفرش الهوى

مجموعة العمل :

أحمد محمد عودة راشد خالد سرحان

رامي جميل ادعيسات

المشرف:

م. مصعب شاهين

الملخص

تقوم فكرة المشروع على إعادة تأهيل وتصميم الشارع الذي يربط بين شارع أبو دعجان وشارع فرش الهوى باستخدام المعايير والوسائل الهندسية والمساحية لوضع تصميم هندسي نموذجي للشارع مع الأخذ بعين الاعتبار جميع عناصر التصميم الهندسي الأفقية والعمودية والميول الجانبية والتصريف الصحي لمياه الأمطار بالإضافة إلى معايير الأمان على الطريق والاهتمام بالشارع من ناحية إنشائية بعمل الفحوصات اللازمة لخدمة المنطقة لأطول فترة زمنية ممكنة , لما لذلك الشارع من أهمية حيوية.

Abstract

Project Name

Qualifying and redesign street that connect between Abo-Da'jan street and Farsh-Alhawa

Prepared By:

Ahmad Mohammad Odeh **Rashed Khaled Sarhan**

Rami Jameel Ideasat

Supervisor:

Eng. Musab Shaheen

Abstract:

The main idea of the project based on qualifying and redesign street that connect between Abo-Da'jan street and Farsh-Alhawa street by using the surveying method and engineering techniques to create engineering ideal design with concerned to all elements of engineering design , horizontal and vertical alignments , super elevation , side slope and water drainage in addition to the safety and construction considerations by make the desired tests for this street to serve the street area for long time regarding to the vital importance of street .

فهرس المحتويات

رقم الموضوع	الموضوع	الصفحة
	الغلاف	I
	الاهداء	IV
	الشكر والتقدير	V
	الملخص	VI
	Abstract	VII
	فهرس المحتويات	VIII
	فهرس الأشكال	IX
	فهرس الجداول	X
	فهرس الملاحق	XI
1	الفصل الأول المقدمة	1
1-1	نظرة عامة(General View)	2
2-1	(نبذة تاريخية عن الطرقRoads Historicity)	3
3-1	فكرة المشروع (Project Idea)	4
4-1	منطقة المشروع (Project Location)	4
1-4-1	نبذة تاريخية عن مدينة الخليل	4
2-4-1	موقع مدينة الخليل	4
3-4-1	موقع المشروع (Project Location)	4
5-1	هيكلية المشروع (Project Structure)	6
6-1	أهداف وأهمية المشروع (Functions of Project)	6
7-1	طريقة العمل (Procedure)	6
8-1	العوائق والصعوبات (Obstacles and Difficulties)	7
9-1	الدراسات السابقة (Previous Studies)	7
10-1	الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة (Surveying Instruments and Programs)	8
11-1	الجدول الزمني (Schedule Time)	9

فهرس المحتويات

10	**الفصل الثاني** **المضلعات**	2
11	مقدمة (Introduction)	1-2
12	الهدف من المضلعات (Functions of Traverses)	2-2
12	أنواع المضلعات (Types of Traverses)	3-2
14	اختيار وتثبيت نقاط المضلع (Traverse Construction)	4-2
18	متطلبات الدقة لأعمال المضلعات (Accuracy Standards for Traverses)	5-2
20	جدول الرصد (Table of Observations)	6-2
25	الأخطاء المتولدة في المسافات والزوايا (Error Propagations in Angels and Distances)	7-2
26	خطأ عدم التمركز	1-7-2
26	خطأ عدم تمركز جهاز الرصد	2-7-2
26	الخطا في الزوايا	3-7-2
27	الخطا في رصد المسافات	4-7-2
28	حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح (Calculations of Stations Coordinates)	8-2
29	تصحيح الأخطاء في الإحداثيات (Coordinates Errors Reduction)	9-2
30	Least Square Method	2-9-2
34	الزوايا والمسافات المصححة (Adjusted Angles and Distances)	10-2
35	الإحداثيات المصححة (Adjusted Coordinates)	11-2
35	مناقشة النتائج	1-11-2

فهرس المحتويات

36	الفصل الثالث العيوب الهندسية في الطريق	3
37	مقدمة (Introduction)	1-3
37	تعريف بالمشاكل (Problems Definition).	2-3
38	سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار (Water Drainage Problems)	3-3
38	توضيح للمشكلة	1-3-3
38	الحلول المقترحة لتصريف المياه	2-3-3
39	التشققات في رصفات الطريق في الجزء المعبد (Pavement Cracks)	4-3
39	توضيح للمشكلة	1-4-3
40	الحلول المقترحة	2-4-3
41	الانهيارات الترابية والصخرية على جانب الطريق (Soil Breakdown on Road Sides)	5-3
41	توضيح للمشكلة	1-5-3
42	اعتراض المباني للتوسعة المقترحة على الطريق (Widening conflicts Problems)	6-3
42	توضيح للمشكلة	1-6-3
43	الحلول المقترحة	2-6-3
43	عدم وجود اللافتات الإرشادية أو إشارات المرور (Traffic and Guidance signs)	7-3
43	توضيح للمشكلة	1-7-3
43	الحلول المقترحة	2-7-3
44	الإضاءة الغير كافية على الطريق(Un sufficient Lightning on Road)	8-3
44	توضيح للمشكلة	1-8-3
44	الحلول المقترحة	2-8-3

فهرس المحتويات

45	**الفصل الرابع** **التصميم الهندسي للطريق**	4
46	(Introductionمقدمة)	1-4
46	وظائف التصميم الهندسي(Functions of Engineering Design)	1-1-4
47	التصنيف الوظيفي للطرق	2-1-4
48	مبادئ التصميم الهندسي(Principles of Engineering Design)	2-4
48	حرم الطريق(Right of Way)	1-2-4
50	حجم المرور(Traffic Volume)	2-2-4
50	تركيب المرور (Traffic content)	3-2-4
50	السرعة التصميمية (Design Speed)	4-2-4
50	عناصر قطاع الطريق (Cross Section Elements)	5-2-4
58	التخطيط الأفقي للطريق(Horizontal Alignment)	3-4
58	المنحنيات الأفقية	1-3-4
64	القوة الطاردة المركزية (Cornering Force)	4-4
65	التعلية ارتفاع ظهر المنحنى(Super Elevation)	5-4
67	زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات التوسعة على المنحنيات	1-5-4
68	طرق الرفع الجانبي للطريق (التعلية) (Super Elevation Runoff)	2-5-4
71	للطريق التخطيط الراسي(Vertical Alignment)	6-4
71	عناصر المنحنى الرأسي	1-6-4
73	أنواع المنحنيات الرأسية	2-6-4
74	مسافة الرؤية(Sight Distance)	3-6-4

فهرس المحتويات

75	مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance)	1-3-6-4
75	مسافة الرؤية للتجاوز(Passing Sight Distance)	2-3-6-4
77	طول المنحنى الرأسيL	4-6-4
79	الميول الرأسية العظمى(Maximum Vertical Grades)	5-6-4
80	التقاطعات على الطرق(Intersection Alignment)	7-4
81	التقاطع البسيط	1-7-4
83	التقاطع الجرسي	2-7-4
83	التقاطع ذو القنوات	3-7-4
85	تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق (Rain Water Drainage)	8-4
86	**الفصل الخامس** **حجم وإشارات المـــرور**	5
87	دراسات حجم المرور (Introduction to volume studies)	1-5
87	المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي (Average Annual Daily Traffic (AADT))	1-5-1
87	المتوسط اليومي لحجم المرور (Average Daily Traffic (ADT))	2-5-1
87	ساعة الذروة (Peak Hour Volume (PHV))	1-5-3
88	طرق إحصاء المركبات (Methods of conducting volume counts)	2-5
89	مكان انطلاق السير ووجهته النهائية	2-5-1
93	علامات المرور (Traffic Signs)	3-5

فهرس المحتويات

93	أهداف علامات المرور	3-5-1
94	أنواع علامات المرور	3-5-3
95	إشارات المرور (Traffic Signals)	4-5
96	أنواع الإشارات	4-5-1
98	الإضاءة على الطرق (Highway Lighting)	5-5
98	مواصفات الإضاءة على الطرق	5-5-1
98	طريقة توزيع الإضاءة على الشارع (Arrangement)	5-5-2
100	ارتفاع أعمدة الإنارة	5-5-3
100	المسافة بين أعمدة الإنارة	5-5-4
102	**الفصل السادس** **التصميم الإنشائي**	6
103	مقدمة (Introduction)	1-6
103	أنواع الرصف (Pavement Types)	2-6
104	طبقات الرصفة المرنة (Flexible Pavement Layers)	3-6
105	الفحوصات المخبرية لتربة الموقع (Soil Tests)	4-6
105	اختبار الدمك (Proctor Compaction Test)	4-6-1
105	الأدوات والأجهزة المستخدمة لتنفيذ اختبار بروكتور المعدل (Modified Proctor Test)	4-6-1-1
106	خطوات تنفيذ الاختبار	4-6-1-2
106	القوانين والحسابات	4-6-1-3
108	اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ration Test)	4-6-2
110	الأدوات المستخدمة في التجربة	4-6-2-1

فهرس المحتويات

113	تصميم الرصفة المرنة (Flexible Pavement Design)	5-6
113	حساب قيمة (ESAL) (Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load)	5-6-1
118	حساب سماكة طبقات الرصف (الرصف المرن)	5-6-2
128	عبارات تصريف المياه (Culverts Drainage)	6-6
129	بناء العبارة	6-6-1
130	تهيئة أرض العبارة	6-6-2
130	أجنحة العبارة	6-6-3
131	**الفصل السابع** **حساب الكميات**	7
132	كميات الحفر والردم (Cut & Fill Volumes)	1-7
137	كميات طبقة الاساس (Base Course Volumes)	2-7
137	كميات طبقة الاسفلت (Asphalt Volumes)	3-7
137	كميات الجبه (Curbstone Volumes)	4-7
139	**الفصل الثامن** **تكلفة المشروع**	8
140	التكلفة	1-8
140	التكلفة الكلية للمشروع	2-8
141	العطاء	3-8
141	الوثائق المكونة للعقد	1-3-8
141	الاتفاقية Agreement	2-3-8

فهرس المحتويات

142	Contract Conditions شروط العقد	3-3-8
143	**الفصل التاسع** **النتائج والتوصيات**	9
144	النتائج	1-9
144	التوصيات	2-9
145	**المصادر والمراجع**	

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	الصفحة
1-1	دليل موقع المشروع	5
1-2	المضلع المغلق	12
2-2	المضلع المفتوح	12
3-2	المضلع الموصول	13
4-2	الأوتاد المستخدمة في تثبيت نقاط المضلع	15
5-2	كرت وصف للمحطة رقم 1	16
6-2	خطا عدم التمركز	24
7-2	خطأ عدم التمركز في جهاز الرصد	25
1-3	فتحات التصريف على جوانب الطريق	38
2-3	عيوب التشققات في الطريق	93
3-3	الانهيارات في السلاسل والانهيارات الترابية على جانب الطريق	41
4-3	الانحدار الشديد في جزء من الطريق	42
5-3	صورة لتوضيح التجاوزات في البناء على جانبي الطريق	43
1-4	حرم الطريق لشارع مكون من اربع مسارات	48
2-4	الميول العرضية على الطريق	51
3-4	الميول الطولية للطريق	52
4-4	الميول الجانبية الأمامية والجانبية للطريق	53
5-4	الأطاريف	55
6-4	الجزر الفاصلة في الطرق	55
7-4	الحواجز الواقية	56
8-4	جزء من الشارع يتطلب جدار استنادي	57
9-4	عناصر المنحنى الدائري البسيط	59
10-4	المنحنى الانتقالي	63
11-4	القوة الطاردة المركزية	64
12-4	التوسعة على المنحنيات	67
13-4	طرق تنفيذ التعلية	69
14-4	عناصر المنحنى الرأسي	71

فهرس الأشكال

15-4	أنواع المنحنى الرأسي	74
16-4	مسافة الرؤية للتجاوز	77
17-4	تقاطع بسيط	83
18-4	تقاطع توسيط مع توسعة	83
19-4	تقاطع مع مسرب إضافي	84
20-4	تقاطع مع مسرب وسط	84
21-4	انعطاف دورة واحدة	85
1-5	إشارة توجيهية	97
2-5	إشارة إرشادية	97
3-5	توزيع الأعمدة في جهة واحدة	98
4-5	توزيع الأعمدة في المنتصف	99
5-5	توزيعالأعمدةبشكلترنحي	99
6-5	الإنارةبشكلتقابلي ترتيب	99
7-5	عناصر عمود الإنارة	101
1-6	طبقات الرصفة المرنة	104
2-6	منحنى العلاقة بين المحتوى الرطوبي والكثافة الجافة	107
3-6	الجهاز المستخدم في تجربة(CBR)	109
4-6	منحنى العلاقة بين الإجهاد والغرز	112
5-6	سماكات طبقات الرصف والرقم الإنشائي لكل طبقة	120
6-6	منحنى العلاقة بين معامل الرجوعية(Mr) ومعامل طبقة الإسفلت (a1)	124
7-6	مخطط تصميم الرصفات المرنة (SN1)	125
8-6	مخطط تصميم الرصفات المرنة(SN2)	125

فهرس الأشكال

9-6	مقطع لأنواع العبارات	**128**
10-6	مقطع عبارة صندوق مسلح	**129**

فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	الصفحة
1-1	المراحل الزمنية في إعداد المشروع	9
1-2	مواصفات الدقة في أعمال المضلعات	18
2-2	قيم الخطأ المسموح للمضلعات بها في الضفة الغربية	19
3-2	جدول الرصد للمضلع	19
4-2	الخطأ في المسافات للمضلع	27
5-2	الزوايا والمسافات المصححة	33
6-2	الخطأ في الزوايا	33
7-2	الإحداثيات المصححة	34
1-4	نوع الطريق وعرض حرم الطريق حسب (AASHTO)	48
2-4	السرعة التصميمية للطرق الحضرية	49
3-4	الميول العرضية حسب نوع الرصف حسب (AASHTO)	51
4-4	الميول الجانبية للقطاعات حسب نوع التربة	53
5-4	الحد الأدنى لنصف القطر على المنحنى	61
6-4	أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق	61
7-4	قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر	67
8-4	أقصى تعلية تبعا لنوع الطريق (AASHTO)	52
9-4	أنصاف أقطار المنحنيات المسموح بها تبعا للسرعة التصميمية والاحتكاك الجانبي والرفع الجانبي للطريق	70
10-4	مسافة الرؤية للتوقف حسب السرعة التصميمية (AASHTO2004)	76
11-4	قيمة الميول الراسية العظمى(AASHTO)	81
1-5	عدد المركبات خلال أسبوع	90
2-5	نسبة معدل عدد المركبات	91
3-5	العدد الكلي للمركبات لكل ساعة	91
4-5	المسافة بين التقاطع والإشارة بالنسبة للسرعة	95
5-5	الإشارات التحذيرية	96
6-5	إشارات الأوامر	96

فهرس الجداول

7-5	إشارات المنع	97
8-5	العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطرق وارتفاع العمود والمسافة عن حافة الطرق	100
1-6	نتائج اختبار بروكتور المعدل	106
2-6	قيم نسبة التحمل (CBR)	108
3-6	المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن	108
4-6	حساب نسبة التحمل (CBR)	109
5-6	نتائج اختبار (CBR)	111
6-6	نسبة المركبات في المسرب الواحد	114
7-6	تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)	116
8-6	عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات	117
9-6	معامل الطبقة لطبقة الأساس الحصوية (a2) المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا للطبقة وكذلك معاملات الرجوعية (Mr)	119
10-6	معامل طبقة الخلطة الإسفلتية (a1) المقابل لمعامل مرونة الطبقة الإسفلتية عند درجة حرارة $20C^{o}$	119
11-6	قيم المعاملات m2 , m3 للقدرة على التصريف من طبقتي تحت الأساس والأساس	120
12-6	مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق	121
13-6	قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية	121
14-6	الانحراف المعياري حسب نوع الطريق	122
15-6	معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت	123
16-6	معامل الطبقة (layer coefficient) للبسكورس	126
17-6	معامل الطبقة (layer coefficient)Sub base	126
18-9	معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (mi)	126
19-6	سماكة طبقات الرصف	127
1-7	حساب كميات الحفر	132
2-7	حساب كميات الردم	133
3-7	صافي كميات الحفر بعد الردم	135
1-8	حساب التكلفة الكلية للمشروع	141

فهرس الملاحق

رقم الملحق	الموضوع
1	بطاقات وصف لمحطات المضلع
2	حسابات تصحيح المضلع
3	مخطط المضلع
4	الرفع التفصيلي للطريق
5	المنحنيات الأفقية Horizontal curve
6	المنحنيات الرأسية Vertical curve
7	حساب الكميات

1 المقدمة

1-1نظرة عامة (General View)[1]:

بدأ الاهتمام بفتح الطرق منذ أن بدأت الحضارات الإنسانية الأولى فأصبحت حضارة الشعوب و مدى تقدمها تعتمد على حجم الطرق المنشاة ، و على مقدار ما توفره هذه الطرق من درجة أمان للمواطنين و مستخدميها وعلى مدى توفر سبل الراحة عليها.

وكان الاهتمام بالطرق حسب الإمكانيات المتاحة،ففي قديم الزمان كانت الطرق مجرد مسرب ترابي بعرض قليل جدا، و ذلك بسبب تواضع وسائل المواصلات في ذلك الوقت، حيث كانت تقتصر على الدواب في بادئ الأمر و مع تقدم الحضارة البشرية و خصوصا وسائل المواصلات،و زيادة أعداد السكان المطرد، رافق ذلك أيضا تطور ا في شبكات الطرق، فبدأت تتطور الطرق من مسارب صغيرة لحيوانات النقل إلى مسارب أكبر قليلا، ثم إلى مسارب مرصوفة لتوفير المزيد من الراحة و السلامة لمستخدميها، إلى أن وصلت إلى ما هي عليه هذه الأيام من شق طرق ذات العرض الكبير و الحارات المتعددة و مدّت بطبقات من الإسفلت لتوفير أكبر قدر ممكن من الأمن و الراحة للمواطنين و المركبات على حد سواء،وأصبحت هنالك الجزر الوسطية والأرصفةوثم إدخال التعلية على المنحنيات و غيرها من الأمور الأخرى التي سنتعرف عليها بالتفصيل، وحدث هذا التقدم و التطور في الطرق مواكبا و متوازيا مع التقدم في اختراع وسائل المواصلات الحديثة ومع الزيادة الهائلة في أعداد السكان، بالإضافة إلى التقدم الكبير في العلم، كل هذه الأمور أدت إلى ارتفاع مستوى حياة البشرية و جعلتها أكثر سهولة و نجاعة خصوصا في البلدان ذات المساحات الكبيرة.

وتعتبر شبكة الطرق من أهم عناصر البنية التحتية اللازمة للتطور الاقتصادي والصناعي والاجتماعي للدول،إذ أنها تربط بين المدن والقرى أو على مدى أوسع من ذلك إذ أنها تربط الدول مع بعضها البعض ،حتى أصبحت الطرق معيارا أساسيا لهدى تطور الدول وتميزها ونموهاحيث من شأنه أن يجلب للبلاد التقدم والرقي والترابط بين السكانللفوائد المتعددة التي تقدمها فيما يتعلق بتسهيل انتقال الأفراد ونقل البضائع .

[1] المرجع رقم (1)

1-3 فكرة المشروع(Project Idea):

تم اختيار هذا المشروع من أجل خدمة المواطنين وتسهيل حركتهم وقضاء حاجاتهم وذلك بسبب الزيادة السكانية والتوسع العمرانيوتشتمل فكرة المشروع على أعادة تأهيل و تصميم الوصلة (التي تصل بين شارع أبو دعجان وفرش الهوا) و الذي هو عبارة عن طريقيتكون من جزأين جزء معبد والجزء الآخر ترابي.

سيتمفي هذا المشروع القيام بكافة الأعمال المساحية اللازمة للتعرف على مسار الطريق وطبيعة التضاريس ودراسة التربة وذلك بعمل مسح أولي للمنطقة ، وبعد إجراء كافة الدراسات سنقوم بتصميم المنحنيات الرأسية والمنحنيات الأفقية وعمل التوسعة عليهما، ويشمل عمل الميول الجانبية والأفقية لتصريف مياه الأمطار ، ومن ثم إجراء كافة الحسابات للحفر والردم الذي يلزم لتوقيع الطريق.

وبشكل عام نهدف من وراء هذا المشروع الوصول إلى طريق آمن لا يسبب الحوادث، و يحقق الانسياب السلس بجعل جميع عناصر الطريق تتماشى مع توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم، ويحقق الراحة للسائقين والمسافرين وكذلك يعطي قيمة جمالية وحضارية للمنطقة.

1-4(منطقة المشروعProject Location) :

1-4-1نبذة تاريخية عن مدينة الخليل :

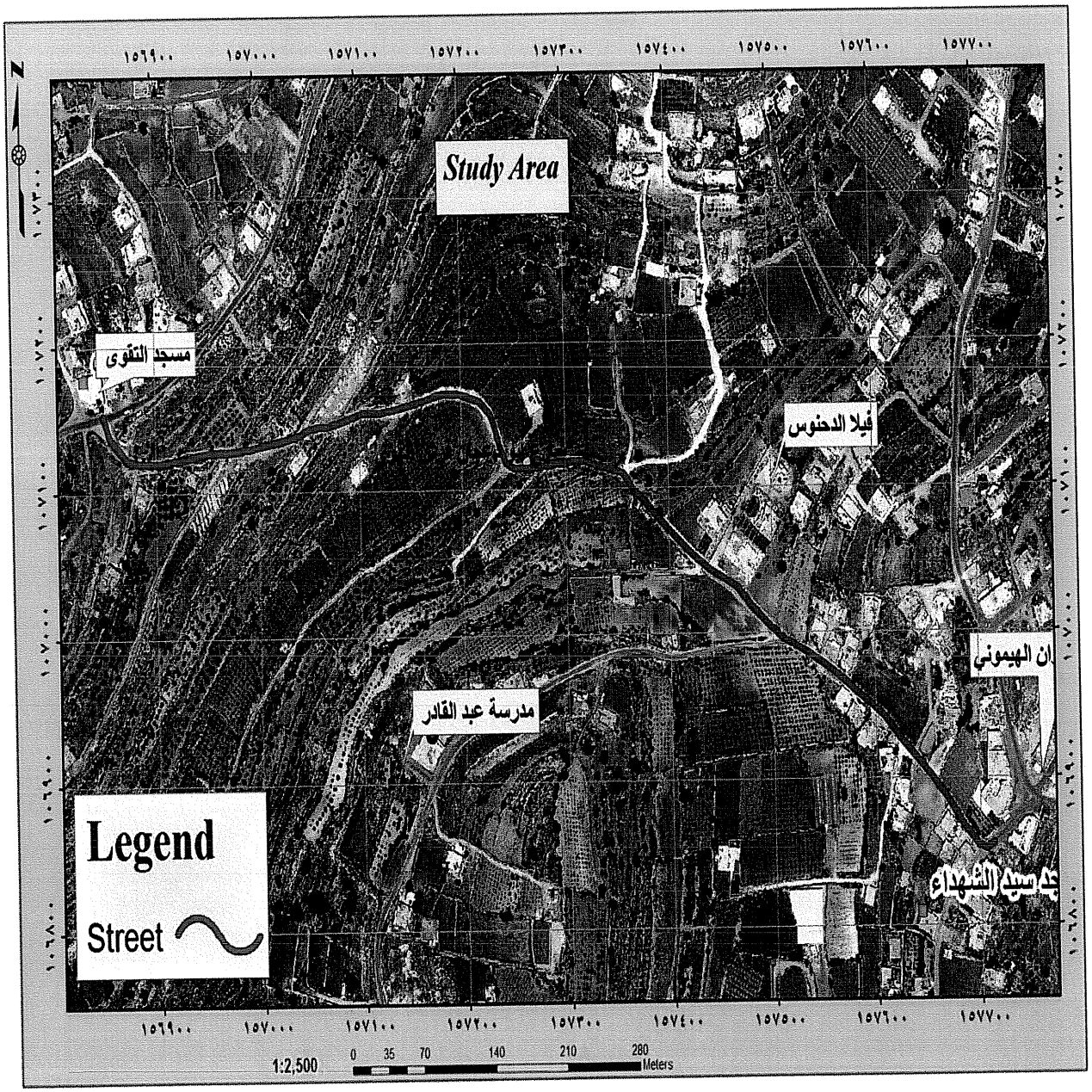
الخليل واحدة من أقدم المدن في فلسطين والعالم ، ويعود تاريخها إلى أكثر من 6000 سنة قبل الميلاد ، ويعتقد أنه منذ حوالي سنة 4000 قبل الميلاد هاجرت قبائل عربية كنعانية من الجزيرة العربية إلى فلسطين ، وبنت عددا من القرى والبلدات في منطقة الخليل ، وفي فترة لاحقة تم دمج أربع من هذه القرى الواقعة على تلال الخليل لتشكل معا مدينة ذات نظام سياسي واجتماعي واحد .

1-4-2موقع مدينة الخليل :

تقع مدينة الخليل على مسافة 37 كم جنوبي القدس ، و27 كم جنوبي بيت لحم ، أما فلكيا فهي تقع على خط طول (35.059°) وخط عرض (31.53333°) ، وتظهر على جانبي الطريق المؤدي من الخليل إلى بيت لحم الريف الفلسطيني الجميل الذي يشهد على خصوبة وإنتاجية هذه الأراضي التي تنتشر بها كروم العنب الوفيرة ، والأشجار المثمرة الأخرى ، وأهم ما تنتجه هذه الكروم هو العنب الذي تشتهر به المدينة والقرى المجاورة . تبلغ مساحة المحافظة 997 كم^2 ، ومساحة المدينة 22.8 كم^2 ، وتبلغ نسبة المحافظة 16.6 % من أراضي الضفة.

3-4-1 موقع المشروع :

تقع هذه الطريق في الشمال الغربيلمدينة الخليل في منطقة فرش الهوا، تحديدا في المنطقة الواقعة ما بين شارع أبو دعجان وفرش الهوا و يبلغ طول الطريق حوالي 1050م ، حيث تشهد هذه المنطقة تطورا في الحركة العمرانية ، والصورة التالية تظهر منطقة المشروع:



الشكل (1-1) دليل موقع المشروع

5-1 هيكلية المشروع (Project Structure):

تم تقسيم البحث ليشتمل على عدة فصول كالتالي:

- الفصل الأول: يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث، الأهمية، الأهداف، طريقة البحث، هيكلية البحث، العوائق والصعوبات، الأجهزة المستخدمة ، والجدول الزمني للمشروع.
- الفصل الثاني: الأعمال المساحية والمضلعات.
- الفصل الثالث:العيوب الهندسية في الطريق .
- الفصل الرابع:التصميم الهندسيللطريق .
- الفصل الخامس : حجم المرور.
- الفصل السادس: التصميم الانشائي.
- الفصل السابع:حساب الكميات .
- الفصل الثامن : تكلفة المشروع .
- الفصل التاسع: النتائج والتوصيات .

6-1 أهداف وأهمية المشروع (Functions of Project) :

1- خدمة المنطقة السكنية التي يمر فيها الشارع وذلك لجعل المنطقة حيوية ومتطورة أكثر .
2- توفير سبل الأمان على الشارع وذلك بتوفير الأرصفة وممرات المشاة والإشارات المرورية اللازمة للشارع.
3- تسهيل عملية انتقال السكان من منطقة فرش الهوا إلى الشارع الرئيسي.
4- تصميم البنية التحتية اللازمة للشارع للحد من مشكله مياه الأمطار.

7-1طريقة العمل (Procedure):

- القيام بتحديد موقع المشروع(اعادة تأهيل وتصميم شارعابو دعجان - فرش الهوا) وذلك بالتنسيق مع المشرف والجهات المختصةودائرة التخطيط في بلدية الخليل.
- تحديد منطقة العمل ومن ثم القيام بزيارة استطلاعية للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم والتنفيذ من أجل الحصول على أفضل وأدق النتائج.
- البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع.

- القيام بتنفيذ العمل الميداني مبتدئين بتحديد نقاط المضلع (Traverse) للطريق وتصحيحه من الأخطاء باستخدام طريقة المربعات (Adjustment by Least Squares) وذلك من أجل الحصول على أعلى دقة في العمل المساحي .
- القيام بزيارة لبلدية الخليل من اجل التعرف على القوانين المتبعة قي التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والارتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.
- البدء بكتابة مقدمة المشروع مراعياً الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة مع مراعاة مراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.
- بعد الانتهاء من المقدمة وتسليمها يتم الاستمرار في عملية التصميم والبدء بكتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة المتبعة في جامعة بوليتكنك فلسطين ، حيث نبدأ أولا بالقراءة واستخلاص النتائج والمعلومات المفيد ة من عملية التصميم ومن ثم المراجع وصياغتها وترتيبها بشكل مناسب.

١ ٨العوائق والصعوبات (Obstacles and Difficulties) :

1- منع بعض المواطنين في بعض الأحيان فريق العملمن العمل المساحي أمام منازلهم .
2- تعطيل الحركة المرورية في بعض الأحيان للأعمال المساحية.
3- الاضطرار إلى تثبيت بعض نقاط المضلع على مسافات قريبة من بعضها وذلك لان منطقة المشروع مغلقة وتحتوي على عدد من المنحنيات.
4- عوائق في الرصد بسبب تواجد الأشجار كون منطقة المشروع منطقة زراعية .

9-1 الدراسات السابقة(Previous study) :

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

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

لقد تم الاعتماد على عدة كتب ومراجع تتناول موضوع الطرق ومن أهمها (المساحة وتخطيط المنحنيات) ، (تغطية مساحية للطرق) وهما من تأليف الدكتور يوسف صيام، وتتناول عدة مواضيع منها التخطيط الأفقيوالتخطيط الرأسي بما يحتويان من منحنيات أفقية ورأسية، مع بيان أنواعهما و بيان القوانين المتعلقة بهما مع تطبيقها في بعض الأمثلة، أما عن التفصيلات فسيتم ذكرها لاحقا في الصفحات القادمة بنوع من التفصيل ، وهناك كتب ومراجع أخرى تم استخدامها منها هندسة الطرق 1و2 وجميعها من تأليف الدكتور محمود توفيق سالم ، بالإضافة إلى بعض المواقع المهتمة بالموضوع من شبكة المعلومات العالمية (الإنترنت).

10-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة(Surveying Instruments and Programs) :

1- أجهزة (Total Stations) وما يلزم معها مثل (عواكس ، أجهزة لاسلكية ، شريط قياس مسافات ، علبة دهان لتعليم النقاط ، مسامير...الخ) ، وهي من نوع Sokia 5700 إما بشاشة واحدة أو بشاشتين .

2- جهاز (GPS) نوع Trimble R8 .

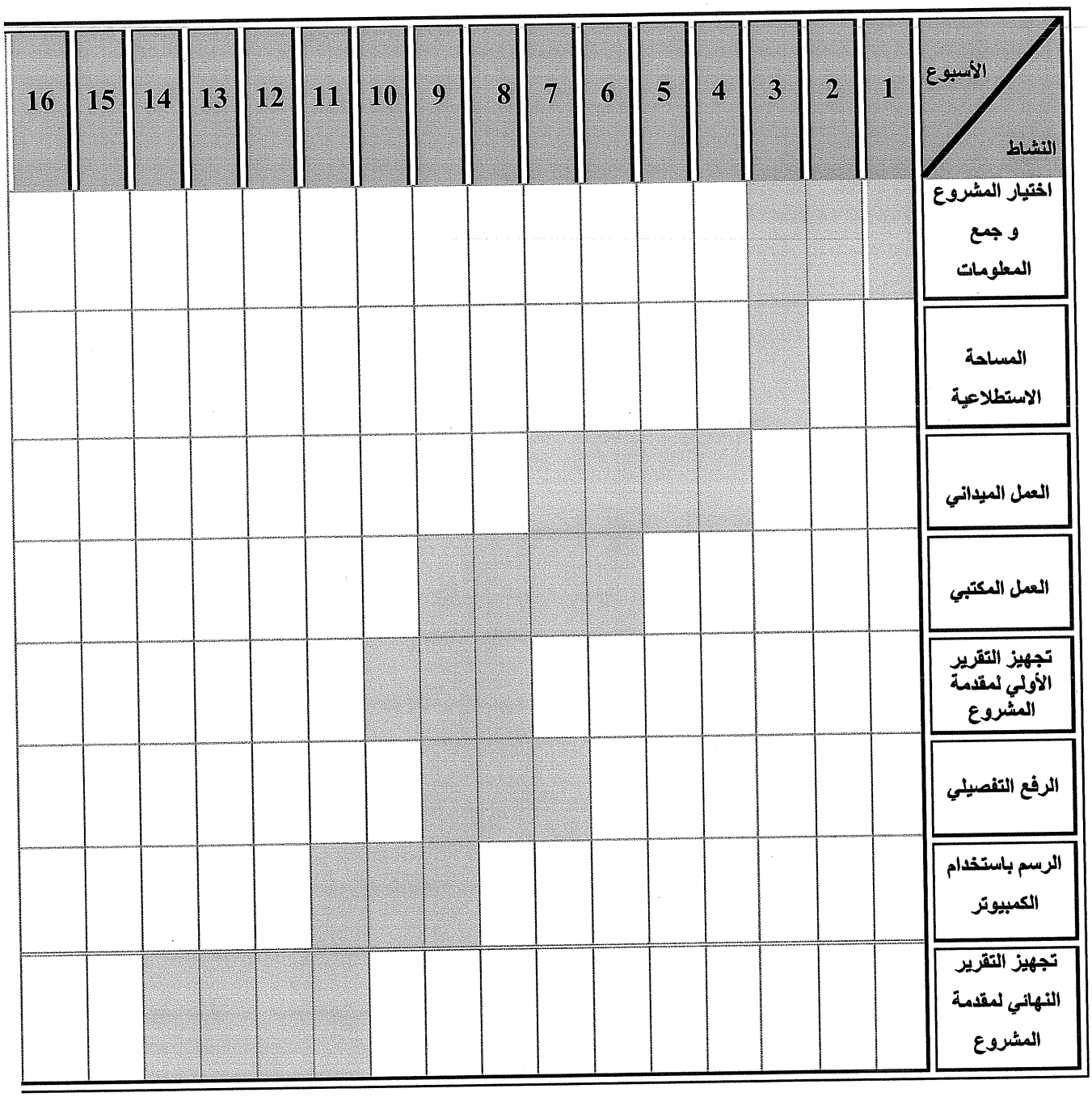
3- برنامج(ArcGIS 10) .

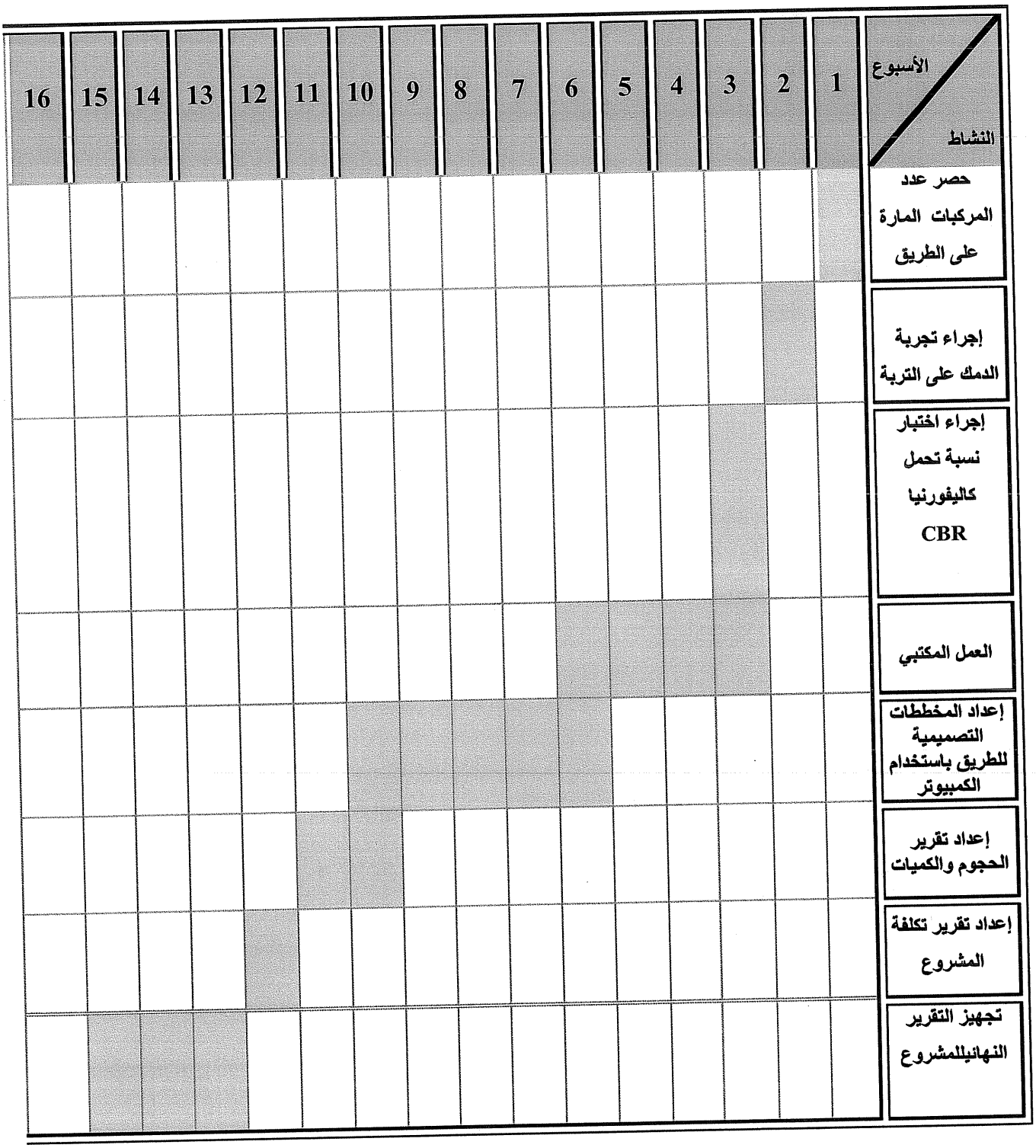
4- برنامج (Civil 3D 2011) .

5- برنامج (Adjust).

1-11الجدول الزمني (Time schedule) :

الجدول (1-1) يبين المراحل الزمنية في إعداد مشروع التخرج




الأسبوع
النشاط
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
حصر عدد المركبات المارة على الطريق
إجراء تجربة الدمك على التربة
إجراء اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا CBR
العمل المكتبي
إعداد المخططات التصميمية للطريق باستخدام الكمبيوتر
إعداد تقرير الحجوم والكميات
إعداد تقرير تكلفة المشروع
تجهيز التقرير النهائيللمشروع

2 المضلعات Traverses

1-2 مقدمة (Introduction):

عند إجراء العمليات المساحية الدقيقة مثل عمليات الرفع والتوقيع نلجأ إلى ما يسمى المضلع ، والمضلع يعتبر المرجع للأعمال المساحية المحيطة بكل مرصد .

تعريف [1]:

المضلع : هو شكل يتكون من عدة متجهات مستقيمة متصلة من أطرافها ببعضها وتحصر زوايا فيما بينها ، وعادة تختار هذه الأضلاع بحيث تمر بحدود المنطقة المطلوبة أو قريبة منها حتى يسهل إجراء العمل المساحي فيها .ويكون شكل المضلع حسب طبيعة المنطقة المراد عمل مخططات لها . حيث تشكل هذه المتجهات مضلعا يتوافق مع قواعد رياضية وهندسية التي يمكن استخدامها لعمل الحسابات وأعمال التدقيق في حقل العمل .

2-2 الهدف من المضلعات (Functions of Traverses)[2]:

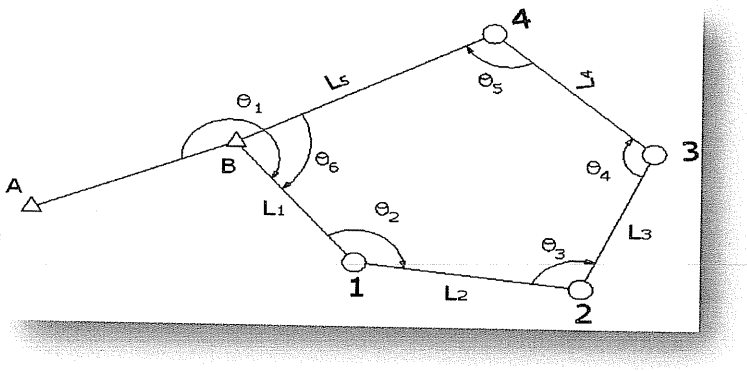
- يتم تشكيل المضلعات عادة حول مساحات معينة من الأرض بحيث يمكن رصد كافة العناصر الموجودة ضمن حدود هذه المساحة.
- تعين إحداثيات (تحديد مواقع) نقاط جديدة انطلاقاً من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو نقاط يتم وضعها بواسطة (جهاز GPS وهو من الأجهزة الحديثة وهو جهاز يستخدم لإيجاد إحداثيات نقطة ما) أو أي طريقة أخرى.
- تشكل المضلعات شبكة بسيطة تحتوي على نقاط ذات موقع محدد ومعروف طبوغرافيا ، يمكن الرجوع إليها لاستخراج معلومات طبوغرافية لنقاط أخرى انطلاقا من نقاط هذا المضلع .

3-2 أنواع المضلعات (Types of Traverses):

1– المضلع المغلق (Closed Traverses):

هو المضلع الذي يبدأ بنقطة معلومة وينتهي بنفس النقطة ، أي أن نقطة البداية هي نفسها نقطة النهاية ، كما يجب أن يبدأ بانحراف خط معلوم أو يمكن حساب انحرافه ، ويستخدم لرفع المناطق المغلقة والمباني والقرى . وهذا النوع سهل الضبط والتأكد من الأرصاد .

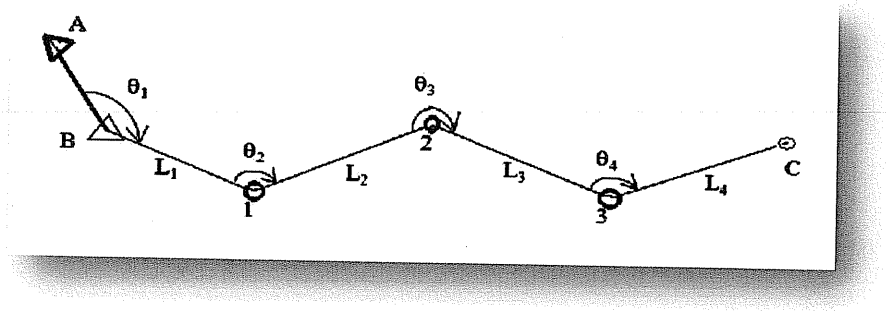
[1] المرجع رقم (3)
[2] المرجع رقم (4)



الشكل (2-1) المضلع المغلق[3]

2- المضلع المفتوح (Open Traverse) :

هو مضلع يبدأ بنقطة معلومة الإحداثيات أو غير معلومة الإحداثيات وينتهي عند نقطة غير معلومة الإحداثيات ، ويمكن ربط نقطة الابتداء بضلع معلوم الانحراف ، وهذا النوع يستخدم للمناطق التي لا تحتاج إلى دقة عالية في عملية الرفع .

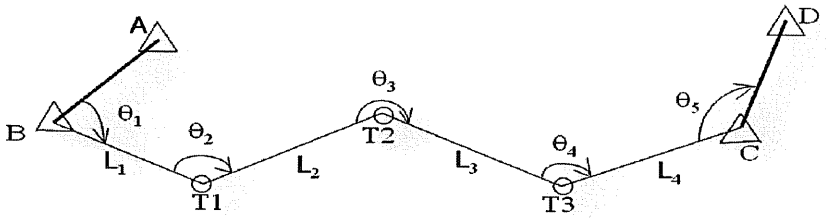


الشكل (2-2) المضلع المفتوح[4]

[3] المرجع رقم (9)
[4] المرجع رقم (9)

3-المضلع الموصل (Link Traverse):

هو ضلع يبدأ بنقطة معلومة الإحداثيات وينتهي عند نقطة معلومة الإحداثيات ، ويجب أن يربط من عند نقطة الابتداء بضلع معلوم الانحراف أو يمكن حساب انحرافه ويربط عند النهاية بضلع آخر معلوم الانحراف أو يمكن حساب انحرافه , ويستخدم لرفع المناطق الممتدة طوليا مثل المصارف والطرق وهو سهل الضبط والتحقق من أرصاده .



الشكل (2-3) المضلع الموصول[5]

هذا النوع من المضلعات هو الذي استخدمناه في مشروعنا ، بحيث قمنا باستخدام جهاز (GPS) لتحديد إحداثيات وارتفاع أول نقطتين في البداية وآخر نقطتين في نهاية المضلع بالإضافة إلى رصد الزوايا الأفقية والعمودية لكل محطة ورصد المسافات الأفقية والمائلة بين كل محطة والتي تليها في المضلع باستخدام جهاز (Total Station) .

4-2 اختيار وتثبيت نقاط المضلع (Traverse Construction) :

1- عملية الاستكشاف للمنطقة

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

2- رسم كروكي عام للمنطقة

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

[5]المرجع رقم (9)

ويراعى عند رسم كروكي المنطقة ما يلي :

- .أن يكون بالقلم الرصاص الخفيف ليتيسر عمل التغيرات التي يتضح عدم مطابقتها لطبيعة .
- أن يكون الكروكي واضحاً بدرجة تسمح بيان التفاصيل .
- أن توضح بقدر الإمكانالإشارات الاصطلاحية لبيان نوع التفاصيل على هذا الكروكي .
- أن يوضح اتجاه الشمال على الكروكي .
- أن توقع النقاط المختارة للمضلع على هذا الكروكي .

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

3- اختيار نقاط المضلع

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

شروط اختيار نقاط المضلع :

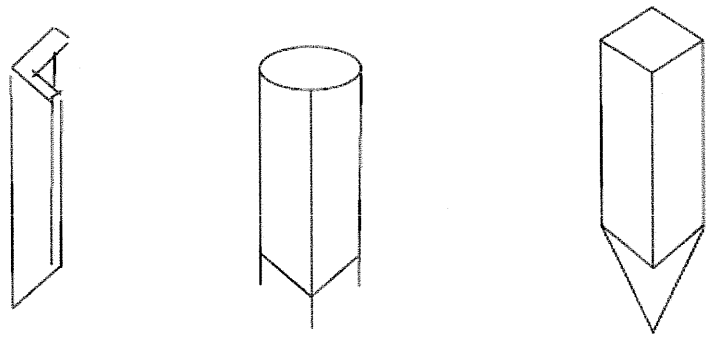
- أن تكون عدد النقاط أقل ما يمكن وقدر الحاجة .
- أن تكون النقاط في أماكن مكشوفة قدر الإمكان ويسهل العثور عليها عند الرغبة في البحث عنها لاستعمالها .
- إمكانية الرؤية ورصد المحطة من المحطة التي تليها والتي تسبقها .
- أن تكون أطوال خطوط الأضلاع متماثلة قدر الإمكان .
- يتم اختيار النقاط بحيث تشكل فيما بينها مثلثات زواياها بين 20^o، 30^o تقريبا ، وذلك لان المثلثات ذات الزوايا الحادة جدا أو المنفرجة جدا يكون رسمها مصحوب بأخطاء دائماً.
- يتم اختيار النقاط بحيث تكون الخطوط الواصلة بينها اقرب ما يمكن من التفاصيل ومن حدود المنطقة المرفوعة ، بحيث لا تبعد أي نقطة من التفاصيل المأخوذة عن 30متر من أي خط من خطوط المضلع .
- يتم اختيار النقاط بحيث تكون في مواقع يصعب إزالتها ، فلا تكون في ارض رخوة أو تتعرض لحركة المرور أو عرضة للعبث بها .

حيث تم مراعاة هذه النقاط على القدر المستطاع به بما يتلاءم مع الطبيعة للطريق ومنطقة المشروع .

4- تثبيت نقاط المضلع

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

والأوتاد الخشبية المستخدمة في تثبيت المضلع عادة تكون بطول (20-30سم)تقريبا ومقطعها إماأن تكون مربعا طول ضلعه (3-4سم)أو مستديرة بقطر حوالي 5سم ، أما الزوايا الحديدية فتكون استخدمت في الأراضي الصلبة وبطول (50-60سم)إذا ما استخدمت في ارض قليلة الصلابة ومقطع الزاوية المستخدمة (3سم*3سم*1سم) وحتى (5سم *5سم *1سم).



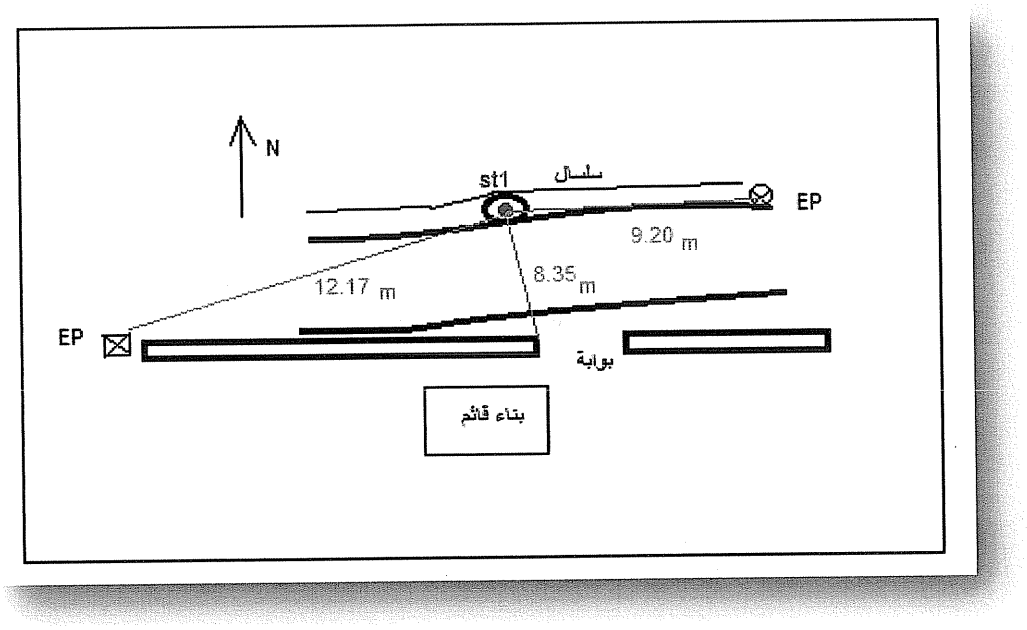
الشكل (2-4)يبين الأوتاد التي تستخدم في تثبيت نقاط الربط في الميدان[6]

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

[6]المرجع رقم (2)

5- عمل كرت وصف لنقاط المضلع

وهو توضيح لما يحيط بالنقطة توضيحا مكبرا ، ونختار موضعين ثابتين ويفضل ثلاثة ، ثم تقاس الأبعاد بين المواضع الثابتة ونقطة المضلع المراد عمل كرت وصف لها ,وتسجل الأبعاد على كرت الوصف حتى إذا أزيلت النقطة أو لم يستدل عليها فيما بعد يمكن تحديد موقعها مرة أخرى ، ومن الأفضل أن تكون الأبعاد في اتجاهات متعامدة مع بعضها . والشكل التالي يبين كرت وصف للمحطة رقم 1 (st1) في المضلع الذي قمنا بإنشائه والوصف لباقي النقاط موضح في الملحق رقم (1).



الشكل (2-5) كرت وصف المحطة St1

6- قياس المضلع (Traverse Measurement)

- بناء على طبيعة المشروع وللدقة المطلوبة , تم اختيار المضلع الموصول (Link Traverse) وإنشائه على امتداد الشارع ، بحيث قمنا بتثبيت نقطتين تحكم في بداية المضلع ونقطتين في نهاية المضلع .
- استخدام جهاز (GPS R8) بنظام الراديو (RTK) لقياس إحداثيات وارتفاع نقاط التحكم والمدة الزمنية لأخذ القراءة كانت 5 ثوان ، وبدقة وصلت إلى (0.016 m) ، بحيث كانت الأقمار الصناعية التي يستقبلها جهاز الاستقبال للجهاز من (15-12) قمر .
- استخدام جهاز (Total Station) من نوع (Sokkia) لقياس الزوايا الأفقية والعمودية والمسافات الأفقية والمائلة بين كل من المحطات بدقة وصلت إلى "5 تقريبا .

2-5متطلبات الدقة لأعمال المضلعات (Accuracy Standards for Traverses) :

يبين جدول (2-1)متطلبات الدقة لأعمال المضلعات والتي يمكن الاعتماد عليها في الحكم على دقة ونوعية القياسات الميدانية ، حيث هنالك عدة درجات متفاوتة . تعتبر المرتبة الثالثة هي الأكثر شيوعاً على نطاق المشاريع ذات المساحة المحدودة ، أما المشاريع الهندسية الكبرى مثل قياس إزاحة المنشآت وغيرها فتحتاج إلى المرتبة الأولى.

		Assessment criteria for Least Squares Adjustment		Assessment criteria for traverse computation using Bowditch Rule	
Class	Class description	Allowable residual of distance measurement	Allowable residual of angular measurement	Allowable linear misclosure	Allowable angular misclosure
1	Main Triangulation / Trilateration	1: 120,000	2"	---	---
2	Minor Triangulation / Trilateration	1: 60,000	5"	---	---
3	Main Control Traverse	1: 30,000	5"	1 : 30,000	$5"\sqrt{n}$
4.1	Minor Control Traverse (Class 4.1)	1: 15,000 or 5mm (minimum)	10"	1 : 15,000	$10"\sqrt{n}$
4.2	Minor Control Traverse (Class 4.2) Note : The origin of Class 4.2 station is Class 4.1 station.	1: 15,000 or 5mm (minimum)	10"	1 : 15,000	$10"\sqrt{n}$
5	Traverse (Class 5)	1: 10,000 or 10mm (minimum)	20"	1 : 10,000	$20"\sqrt{n}$
6	Traverse (Class 6)	1: 7,500 or 10mm (minimum)	30"	1 : 7,500	$30"\sqrt{n}$

Remark
n = Number of control stations of the traverse

جدول (2-1) مواصفات الدقة في أعمال المضلعات[5]

[5]المرجع رقم (9)

والجدول رقم (2-2) يبين قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية .

	Allowable error	
	Important area (example : urban area)	**Less important area (Example : rural area)**
Measured distance	ΔL= .00051 +.03 m	**ΔL = .00071 +.03m**
Measured angles	$\Delta = 60"\sqrt{n}$	**Δ=90"$\sqrt{n}$**
Closer error	$\hat{\equiv} = .0006\sum l + .20m$	**$\epsilon = \sum l + .20m.0009$**
n=number of	**Where L= measured length, Δ= angle closure error in second measured angles,**	

الجدول رقم (2-2) يبين قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية[6]

حيث اعتمدنا على الجدول رقم (2-2) ويأتي مضلعنا ضمن (urban area).

[6] المرجع رقم (14)

6-2 جدول الرصد (Table of Observations):

اسم الراصد :رامي ادعيسات تاريخ الرصد : الثلاثاء 18-9-2012

الظروف الجوية : كان الجو صافيا / 28° مدة الرصد :من الساعة 8:00 - 2:00

جدول (2-3)

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	CP1	CP2	ST1	247	2	45	132.11	94	56	52	132.604
2				247	2	46	132.107	94	56	6	132.107
3				247	2	41	132.09	94	56	29	132.583
4				247	2	48	132.104	94	56	16	132.596
Average				247	2	45	132.103	94	56	25.75	132.473
Instrument height [m]	1.61										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	CP2	ST1	ST2	160	11	11	61.061	92	46	20	61.133
2				160	11	15	61.07	92	46	0	61.141
3				160	11	13	61.07	92	46	35	61.146
4				160	11	12	61.083	92	46	20	61.155
Average				160	11	12.75	61.071	92	46	18.75	61.144
Instrument height [m]	1.67										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	ST1	ST2	ST3	185	46	33	80.51	94	43	16	80.784
2				185	46	30	80.515	94	43	20	80.789
3				185	46	32	80.513	94	43	25	80.787
4				185	46	34	80.499	94	43	9	80.773
Average				185	46	32.25	80.509	94	43	17.5	80.783
Instrument height [m]	1.54										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	ST2	ST3	ST4	174	59	23	72.314	95	35	17	72.658
2				174	59	25	72.313	95	35	19	72.658
3				174	59	20	72.312	95	35	3	72.657
4				174	59	23	72.315	95	35	7	72.66
Average				174	59	22.75	72.314	95	35	11.5	72.658
Instrument height [m]	1.55										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	ST3	ST4	ST5	194	12	14	94.501	97	37	38	95.345
2				194	12	17	94.497	97	38	16	95.342
3				194	12	18	94.499	97	37	53	95.343
4				194	12	15	94.493	97	37	48	95.337
Average				194	12	16	94.498	97	37.25	38.75	95.342
Instrument height [m]	1.46										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	ST4	ST5	ST6	145	53	22	51.969	96	7	29	52.267
2				145	53	19	51.965	96	7	52	52.264
3				145	53	23	51.967	96	7	35	52.265
4				145	53	21	51.964	96	7	58	52.263
Average				145	53	21.25	51.966	96	7	43.5	52.265
Instrument height [m]	1.55										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	ST5	ST6	ST7	164	42	38	59.457	97	59	54	60.041
2				164	42	34	59.458	97	59	48	60.042
3				164	42	39	59.457	97	59	31	60.038
4				164	42	37	59.458	97	59	32	60.051
Average				164	42	37	59.458	97	59	41.25	60.043
Instrument height [m]	1.59										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	ST6	ST7	ST8	252	18	42	58.897	94	35	4	59.086
2				252	18	45	58.891	94	35	12	59.08
3				252	18	39	58.89	94	35	14	59.079
4				252	18	41	58.89	94	34	40	59.079
Average				252	18	41.75	58.892	94	34.75	17.5	59.081
Instrument height [m]	1.59										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	ST7	ST8	ST9	105	28	47	150.471	87	0	59	150.675
2				105	28	42	150.473	87	1	3	150.643
3				105	28	43	150.475	87	0	59	150.674
4				105	28	48	150.476	87	0	45	150.661
Average				105	28	45	150.474	87	0.25	41.5	150.662
Instrument height [m]	1.57										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	ST8	ST9	ST10	174	40	19	91.357	84	51	16	91.707
2				174	40	18	91.359	84	50	55	91.723
3				174	40	20	91.357	84	51	6	91.722
4				174	40	17	91.358	84	51	2	91.709
Average				174	40	18.5	91.358	84	50.75	19.75	91.715
Instrument height [m]	1.51										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	ST9	ST10	ST11	197	7	32	109.417	87	43	20	109.504
2				197	7	33	109.416	87	44	2	109.49
3				197	7	28	109.418	87	44	3	109.505
4				197	7	34	109.417	87	44	5	109.52
Average				197	7	31.75	109.417	87	43.75	7.5	109.505
Instrument height [m]	1.57										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	ST10	ST11	CP3	242	1	45	31.881	90	7	25	31.869
2				242	1	36	31.882	90	7	23	31.882
3				242	1	39	31.882	90	7	21	31.869
4				242	1	41	31.883	90	7	17	31.859
Average				242	1	40.25	31.882	90	7	21.5	31.87
Instrument height [m]	1.51										

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Zenith Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	ST11	CP3	CP4	262	16	42	38.464	80	16	9	39.025
2				262	16	40	38.464	80	16	11	39.022
3				262	16	39	38.463	80	16	12	39.023
4				262	16	41	38.463	80	16	10	39.024
Average				262	16	40.5	38.464	80	16	10.5	39.024
Instrument height [m]	1.61										

ملاحظة :

◄ ارتفاع العاكس ثابت لجميع المحطات (ht = 1.65 m)

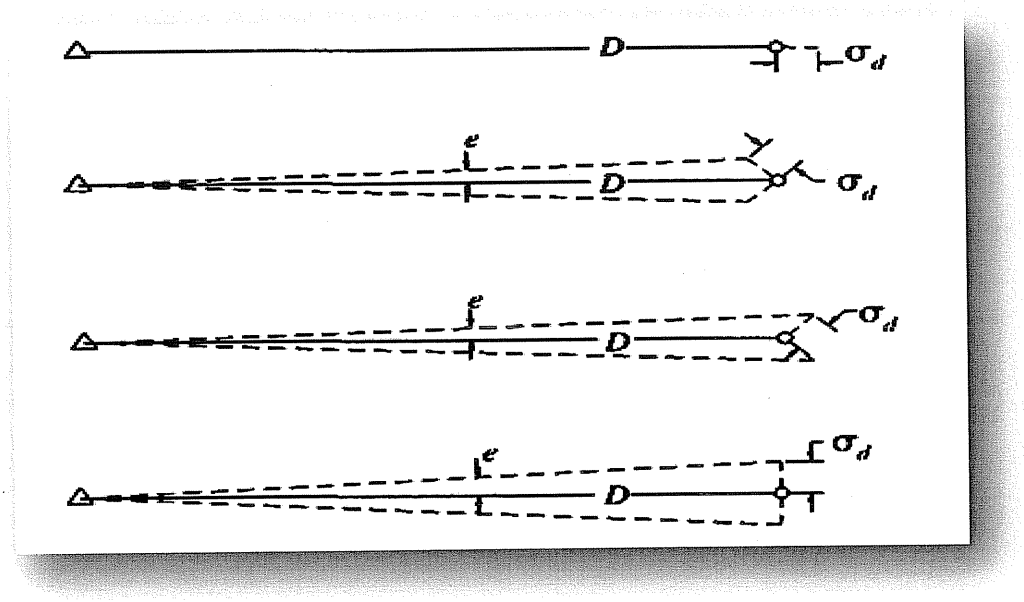
7-2 الأخطاء المتولدة في المسافات والزوايا (Error Propagations in Angles and Distances):

تحتوي جميع الأرصاد في الأعمال المساحية على أخطاء تتولد من مصادر مختلفة ، وتكون هذه الأخطاء تراكمية ، فمثلا عند رصد الزوايا فان مصادر الأخطاء الرئيسية تتضمن خطأ ضبط الجهاز والتسامت والتوجيه وقراءة الجهاز بالإضافة إلى الأخطاء الشخصية للراصد, و ينتج عن هذه الأخطاء خطأ القفل في المسافات والزوايا عند رصد المضلعات، ويمكن حصر مصادر هذه الأخطاء بثلاث أخطاء رئيسية ، الأول خطا عدم تمركز الجهاز ، الثاني خطا في رصد الزوايا ، الثالث خطا في رصد المسافات .

1-7-2 خطأ عدم تمركز الهدف:

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

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

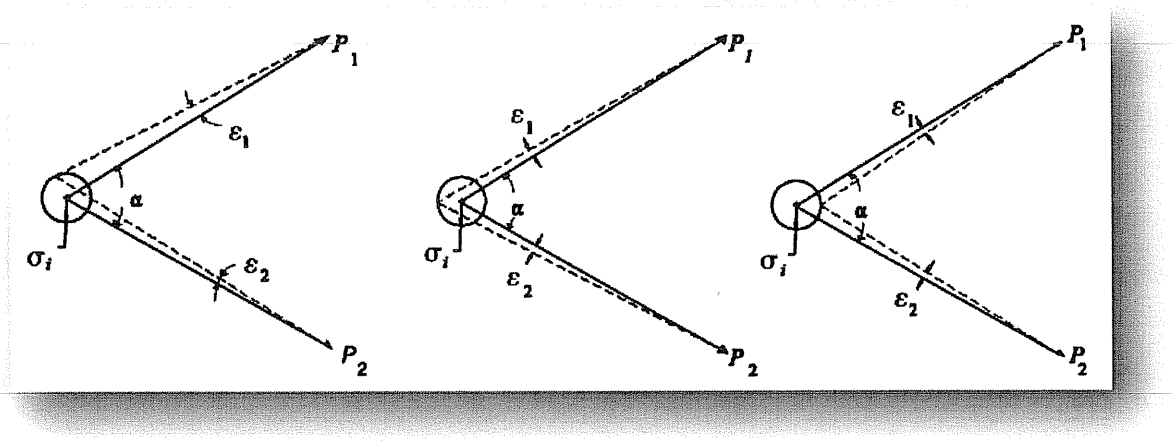


الشكل (2-6) خطأ عدم التمركز[9]

[9] المرجع رقم (13)

2-7-2 خطأ عدم تمركز جهاز الرصد :

وهو عبارة عن عدم تمركز جهاز القياس تماما فوق محطة الرصد ، في كل محطة يجب عمل تسامت للجهاز وهذا التسامت يمكن أن يحتوي على خطا في تحديد موقع مركز الجهاز ، وهذا الخطأ يعتمد على نوعية الجهاز وعلى نوعية حامل الجهاز ووضوح الرؤيا للمتسامت وعلى دقة التسامت وعلى مهارة الرصد والشكل (3-5) يوضح ذلك.



الشكل (2-7)خطأ عدم تمركز جهاز الرصد[10]

2-7-3 الخطأ في الزوايا :

تحدث الاخطاء في قياس الزوايا خلال عملية الرصد نتيجة للأخطاء الناتجه في :

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

و الدقه في عملية القراءة والتوجيه تعتمد على عدة عوامل منها :

- كفاءة الجهاز البصرية .
- حجم الهدف.
- مهارة الراصد.
- الأحوال الجوية .

[10] المرجع رقم (13)

ولإيجاد الخطأ في الزوايا تم الاعتماد على قيم معيارية تم تطويرها لتحديد الأخطاء الناتجة من الجهاز المستخدم في عملية الرصد و هي تسمى DIN 18723 حسب العلاقة التالية :

$$\sigma_{apr} = \frac{2\sigma_{DIN}}{\sqrt{n}} \quad \text{.....(1-2)}$$

حيث أن:

σ_{apr} : هو الخطأ الناتج عن التوجيه والقراءة.

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

n: عدد مرات التكرار .

وقيمة هذا الخطأ تكون ثابتة لجميع الزوايا وتساوي :

$$\sigma_{apr} = \pm\frac{2\times 5''}{\sqrt{4}} = \pm 5''$$

2-7-4الخطأ في رصد المسافات:

$$s_D = \sqrt{(s_i)^2 + (s_t)^2 + a^2 + (D\times bppm)^2} \quad \text{.....(2 - 2)}$$

حيث أن:

σ_D : الخطأ في المسافة المقاسة

σ_i : الخطأ في ضبط الجهاز

σ_t : الخطأ في وضعية العاكس

a,b : معاملات الجهاز

$$3\text{mm} \pm 2\text{ppm} = a,b$$

مثال على تصحيح الأخطاء في المسافات:

المسافة المقاسة ما بين المحطة(CP2,St1) = 132.103 m

$$\sigma_D = \sqrt{(0.002)^2 + (0.002)^2 + (0.003)^2 + (132.103 \times 0.000002)^2} = 0.00413m$$

وهذا الخطأ مسموح حسب جدول المواصفات رقم (2-2)الذي تم اعتماده () Less Important Area

جدول (2-4) الخطأ في المسافات

Line	Dist.	σ_D
CP2-1	132.103	**0.004132**
1-2	61.071	**0.004125**
2-3	80.509	**0.004126**
3-4	72.314	**0.004126**
4-5	94.498	**0.004127**
5-6	51.966	**0.004124**
6-7	59.458	**0.004125**
7-8	58.892	**0.004125**
8-9	150.474	**0.004134**
9-10	91.358	**0.004127**
10-11	109.417	**0.004129**
11-CP3	31.882	**0.004124**

2-8 حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح (Calculations of Stations Coordinates) :

يتم حساب الانحراف للخطوط بناءا على العلاقة التالية :

$$\overline{CP1-CP2} = (\tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N}) + C \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3-2$$

Example :

$$AZ_{CP1-CP2} = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} + C$$

$$AZ_{CP1-CP2} = \tan^{-1}\frac{157694.885 - 157722.184}{106852.708 - 106862.795} + 180$$

$$= 249° 43' 14.5"$$

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

Δ Easting = Horizontal Distance × sin (Azimuth)

Δ Northing = Horizontal Distance ×cos (Azimuth)

Easting = Easting B + Δ easting

Northing =Northing B + Δ northing

Example for Station 1 :

Δ Easting =132.103 × sin (316° 45' 59.49") = - 90.488 m
Δ Northing = 132.103 ×cos (316° 45' 59.49")= 96.243 m

$Easting_{(St1)}$ = 157694.885 + - 90.488= 157604.409m

$Northing_{(St1)}$ = 106852.708+ 96.243=106948.979 m

9-2 تصحيح الأخطاء في الإحداثيات (Coordinates Errors Reduction):

هناك أكثر من طريقة لتصحيح إحداثيات المضلع منها :

- Least Square Method .

- Bowditch Rule.

قمنا بالتصحيح باستخدام طريقة (Bowditch Rule) وموضحة بالتفصيل في الملحق رقم (1) ، كما قمنا باستخدام الطريقة الأولى (Least Square Method) في التصحيح و ذلك لأنها أدق طريقة وتصحح كل إحداثي حسب الخطأ الموجود فيه وكذلك تعطي معلومات عن مدى الدقة في المضلع ،حيث تم التصحيح الإحداثيات باستخدام برنامج (Adjust) حيث أن الإحداثيات المصححة من (Least Square Method) هي التي سيتم اعتمادها في المشروع .

:1- 9 Least Square Method -2

المعادلة الرئيسية $X = (J^T wJ)^{-1} J^T wL$

حيث أن:

Unknown matrix: X

Jacobean matrix :J

Observation matrix :L

Variance matrix : V

Weight matrix : w

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

The Jacobean Matrix A:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_2} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{11}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{11}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_2} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{11}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{11}} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{24}}{\partial dx1}) & (\frac{\partial F_{24}}{\partial dx1}) & (\frac{\partial F_{24}}{\partial dx1}) & (\frac{\partial F_{24}}{\partial dy2}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{24}}{\partial dx11}) & (\frac{\partial F_{24}}{\partial dy11}) \\ & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{25}}{\partial dx1}) & (\frac{\partial F_{25}}{\partial dy1}) & (\frac{\partial F_{25}}{\partial dx2}) & (\frac{\partial F_{25}}{\partial dy2}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{25}}{\partial dy11}) & (\frac{\partial F_{25}}{\partial dy11}) \\ & & & & & & \end{bmatrix}_{25*22}$$

Distance observation reduction:-

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad \text{.....(4-2)}$$

linearization:

Taking the derivatives of last equation:

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

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

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

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

Angle observation reduction:-

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

$$\theta = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \quad \text{.....(5-2)}$$

Taking the derivatives of the last equation:

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

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

The Observation Matrix L:

$$L = \begin{bmatrix} F_1 - F_{1_0} \\ F_2 - F_2 \\ F_5 - F_{5_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{11} - F_{11_0} \end{bmatrix}_{22\times1}$$

The Weight Matrix W:

$$W = \begin{bmatrix} (\sigma F_1)^2 & & & & & & & & \\ & (\sigma F_2)^2 & & & & & & & \\ & & (\sigma F_3)^2 & & & & & & \\ & & & \ddots & & & & & \\ & & & & \ddots & & & & \\ & & & & & (\sigma F_{10})^2 & & & \\ & & & & & & \ddots & & \\ & & & & & & & \ddots & \\ & & & & & & & & (\sigma F_{11})^2 \end{bmatrix}_{25x22}$$

The Unknowns Matrix X:

$$X = \begin{bmatrix} dx_1 \\ dy_1 \\ dx_2 \\ dy_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{11} \\ dy_{11} \end{bmatrix}_{22\times1}$$

The Variance Matrix V:

$$V=\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ V_{21} \\ V_{22} \end{bmatrix}_{22\times 1}$$

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

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

2-10الزوايا والمسافات المصححة (Adjusted Angles and Distances) باستخدام برنامج Adjust:

line	adjust distances (m)	S
CP2-1	132.104	0.0943
St1-St2	61.079	0.0933
St2-St3	80.515	0.0935
St3-St4	72.322	0.0933
St4-St5	94.5	0.0939
St5-St6	51.98	0.0932
St6-St7	59.476	0.0936
St7-St8	58.886	0.0952
St8-St9	150.493	0.0939
St9-St10	91.377	0.094
St10-St11	109.433	0.0934
St11-CP3	31.876	0.0951

جدول (2-5) الزوايا والمسافات المصححة

From	Station	To	H.angel	S"
CP1	CP2	St1	247° 00' 55.38"	98.391
CP2	St1	St2	160° 09' 43.55"	106.445
St1	St2	St3	185° 45' 11.84"	108.938
St2	St3	St4	174° 58' 14.33"	111.337
St3	St4	St5	194° 11' 18.04"	112.73
St4	St5	St6	145° 52' 37.81"	112.989
St5	St6	St7	164° 41' 59.65"	113.324
St6	St7	St8	252° 18' 09.55"	113.587
St7	St8	St9	105° 28' 21.54"	112.248
St8	St9	St10	174° 40' 07.31"	110.929
St9	St10	St11	197° 07' 26.87"	108.292
St10	St11	CP3	242° 01' 47.04"	103.098
St11	CP3	CP4	262° 16' 52.03"	102.399

جدول (2-6) الخطأ في الزوايا

11-2 الإحداثيات المصححة (Adjusted Coordinates) باستخدام برنامج Adjust :

الجدول التالي يوضح إحداثيات المحطات المصححة باستخدام (Least Square Method)

Station	Easting (m)	Northing (m)	Std.Dev. Of Easting	Std.Dev. Of Northing
1	157604.57	106949.188	0.0787	0.0816
2	157550.164	106976.947	0.1126	0.1035
3	157482.474	107020.545	0.1337	0.1301
4	157418.473	107054.225	0.1468	0.1499
5	157348.183	107117.388	0.1585	0.1679
6	157296.686	107124.462	0.1568	0.1728
7	157237.717	107116.72	0.1475	0.1724
8	157212.666	107170.011	0.1483	0.1672
9	157064.327	107144.644	0.1285	0.1265
10	156976.077	107120.94	0.1017	0.1013
11	156866.717	107124.928	0.0449	0.0853

جدول (2-7) الإحداثيات المصححة

1-11-2 مناقشة النتائج :

من خلال النتائج التي حصلنا عليها من أجراء عملية التصحيح باستخدام طريقتي :

1. Least Square Method

2. Bowditch Rule

يتبين أن عملة التصحيح باستخدام(Least square Method) أدق طريقة وتصحح كل إحداثي حسب الخطأ الموجود فيه وكذلك تعطي معلومات عن مدى الدقة في المضلع ، حيث أن الإحداثيات المصححة بالطريقة الأولى هي التي سيتم اعتمادها في المشروع .

3 العيوب الهندسية في الطريق

1-3 مقدمة (Introduction)[1] :

صيانة الطرق: تأتي لإصلاح إما خلل في التربة أو في التنفيذ أو كسر في قساطل التصريف الصحي أو إثر حوادث السير.

لصيانة الطرق عدة أعمال منها ظاهرة أو غير ظاهرة.

- الظاهرة : كحفر الإسفلت أو التربة أو الكهرباء أو مصافي تصريف الماء أو الفاصل الخرساني.
- الغير ظاهرة : التمديدات الكهربائية ، الطبقات الترابية ، أنابيب المياه والصرف الصحي ، عبارات تصريف مياه الشتاء ، والهاتف .

تعاني الطرق من مشاكل عدة تنعكس على أمن وسلامة مستخدميه ،لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل المتمثلة في طريق فرش الهوى والعمل جاهدين على إيجاد حلول لها ، فبعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودراسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سوف نتعرض لهذه المشاكل مع شرح لكل منها والاقتراحات الممكنة لحل هذه المشاكل.

2-3 تعريف بالمشاكل (Problems Definition) :

تعاني الطريق من بعض المشاكل منها:

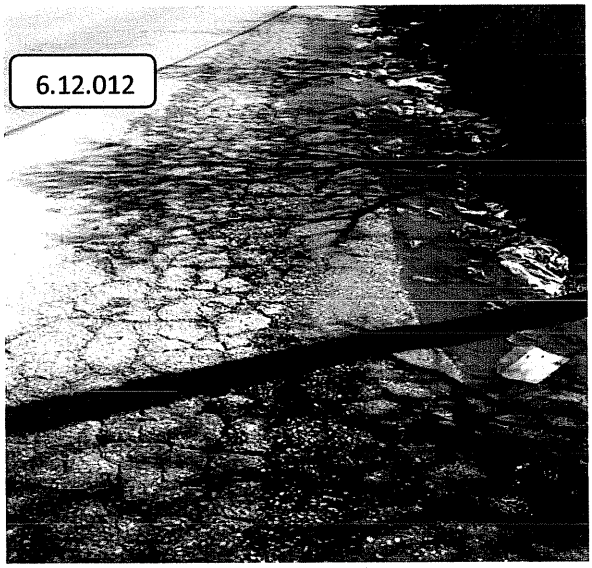
- سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار.
- الإضاءة الغير كافية على الطريق.
- سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار.
- التشققات في رصفات الطريق في الجزء المعبد.
- الانهيارات في السلاسل والانهيارات الترابية على جانب الطريق.
- اعتراض المباني للتوسعة المقترحة على الطريق.
- عدم وجود اللافتات الإرشادية أو إشارات المرور.
- الإضاءة الغير كافية على الطريق.

[1] المرجع رقم (8)

3-3 سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار (Water Drainage Problems) :

3-3-1 توضيح للمشكلة :

يعاني الطريق من قلة وجود العبارات وفتحات التصريف الخاصة بتصريف مياه الأمطار وافتقاره إلى شبكة صرف صحي سليمة وبسبب افتقار الطريق للتصميم السليم نرى تجمع الماء على جانبي الطريق في الوادي الذي يقطعه الطريق مما يودي إلى خطر غمر الطريق في الجزء الواقع في امتداد الوادي بالماء وإعاقة حركة المرور والمارة وكذلك خطر هبوط طبقات الطريق وكذلك انهيار الإسفلت ، كما ويعاني الطريق من عدم وجدود جدران استناديه تحمي التربة من الانهيار ناهيك عن عدم وجود مصارف وقنوات لتصريف مياه الإمطار من ناحية الجبل المجاور للطريق وكذالك تصريف المياه على امتداده.



الشكل (3-1) مشكلة تصريف المياه

3-3-2 الحلول المقترحة لتصريف المياه:

الحل الأنسب لتصريف المياه يكون بالتصميم السليم الذي يكمن بوضع العبارات و أنابيب التصريف تحت الرصفات في بداية إنشاء الطريق ، وعمل الميول العرضية لتصريف هذه المياه إلى فتحات التصريف التي توضع على جوانب الطريق أو على حواف الأرصفة كما في الشكل التالي :

الشكل (3-2) شكل فتحات التصريف على جوانب الطريق

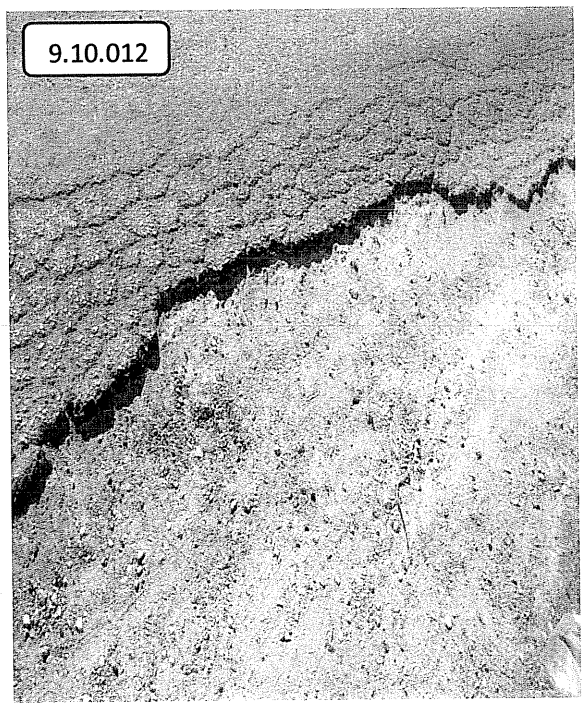
3-4 التشققات في رصفات الطريق في الجزء المعبد (Pavement Cracks) :

3-4-1 توضيح للمشكلة :

تتمثل عيوب التشققات في الطريق بما يلي :

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

الاشكال التالية توضح عيوب التشققات الموجودة في الطريق :



الشكل (3-3) عيوب التشققات في الطريق

3-4-2 الحلول المقترحة :

يجب عمل فحص للرصفات ويتم كالآتي :

قبل إجراء أي فحص للموقع يجب إتباع وسائل السلامة وذلك لضمان سلامة وسير عملية الفحص ، وتوجد مرحلتين لتنفيذ المسح البصري للعيوب ، الأولى بقيادة سيارة والثانية بالسير على الأقدام.

أثناء المرحلة الأولى من الفحص يقود فريق المسح السيارة بسرعة بطيئة على كامل منطقة الرصف ويتم تسجيل المناطق المتأثرة من الرصف بشكل تقريبي وعمل رسومات توضيحية .

المرحلة الثانية وهي مرحلة السير على الأقدام للمنطقة المدروسة ، بهدف التعرف على مواقع العيوب .

وتتم عملية صيانة الطرق كالآتي :

أ) الحفر الإسفلتية :

يقوم المتعهد بتحديد مكان الإسفلت بواسطة مقص وظيفته فصل الإسفلت المستوجب عزله عن الإسفلت الجيد بشكل أفقي بمعدل 90 درجة عن مسطح الطريق ، بعد عزل الإسفلت ترص الطبقة الترابية التي يليها الإسفلت بواسطة آلة ميكانيكية يدوية رجاج حتى المنسوب المطلوب دمكه كما يشير المختبر ، ثم نرش الاسفلت السائل (كولاس) بمعدل 1 كغم في المتر المربع الواحد تحت حرارة لا تقل عن 90 درجة مئوية وأن لا تزيد نسبة رطوبة الأرض عن (3%) حتى لا تجعل لنا طبقة عازلة بين التربة والإسفلت ، ويترك حتى تتدنى حرارته لتساوي حرارة الجو، ثم يلي ذلك وضع الإسفلت على الكولاس ويرص بواسطة مدحلة لا تقل زنتها عن 10 طن ولا تزيد عن 15 طن بسرعة 5 كلم في الساعة على أن ترطب العجلات بالماء حتى لا يتناثر الإسفلت عند

دمكه ، ثم تفتح الطريق أمام المرور بعد تدني الحرارة لتساوي حرارة الجو.

ب) التربة :

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

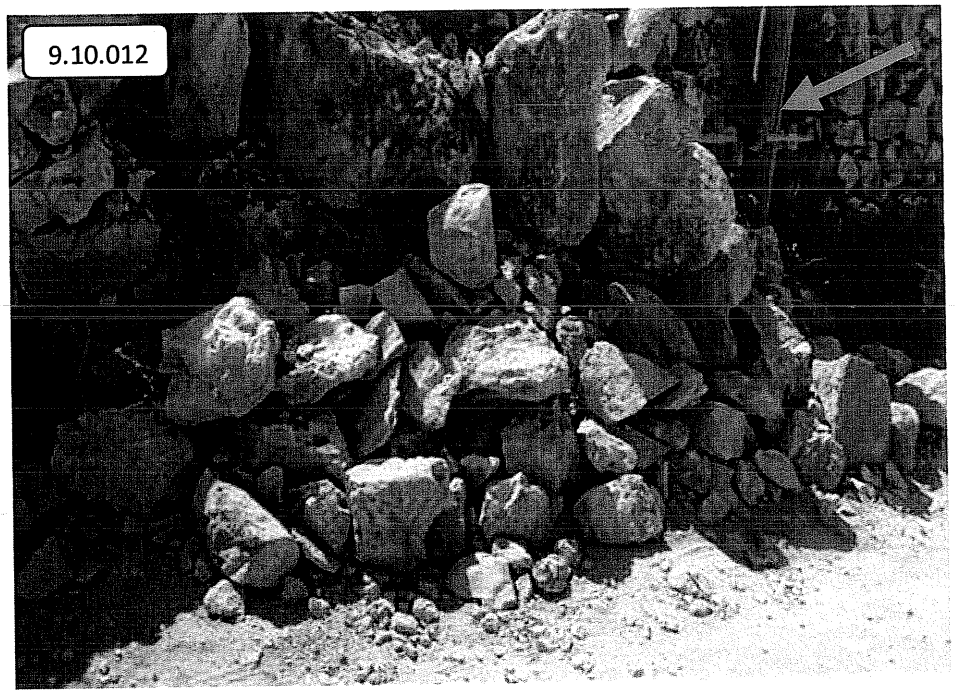
3-5 الانهيارات الترابية والصخرية على جانب الطريق (Soil Breakdown on Road Sides) :

3-5-1 توضيح للمشكلة :

تواجه الطريق الكثير من مشاكل الانهيارات في السلاسل على جانب الطريق مما يودي إلى خطر وقوع الحوادث وكذلك إعاقة الحركة على الطريق وتعرض حياه المواطنين إلى الخطر ، كما ويعاني الطريق إلى افتقاره إلى الجدران الإستنادية التي تحمي من الانهيارات على جانبيه وذلك في الجزء الراسي من الطريق حيث لا يوجد أي عوامل لحماية الطريق من الانهيارات .

3-5-2 الحلول المقترحة :

يكون الحل ببناء جدران استنادية على جانب الطريق وفقا للتخطيط السليم والتصميم الجيد للطريق حيث يتم استخدام الجدران الخرسانية بالإضافة إلى مرابيع الحجر الكبيرة وصفتها وسندها على ارض صلبة بالارتفاع والكمية المطلوبة والتي سيتم تحديدها لاحقا.



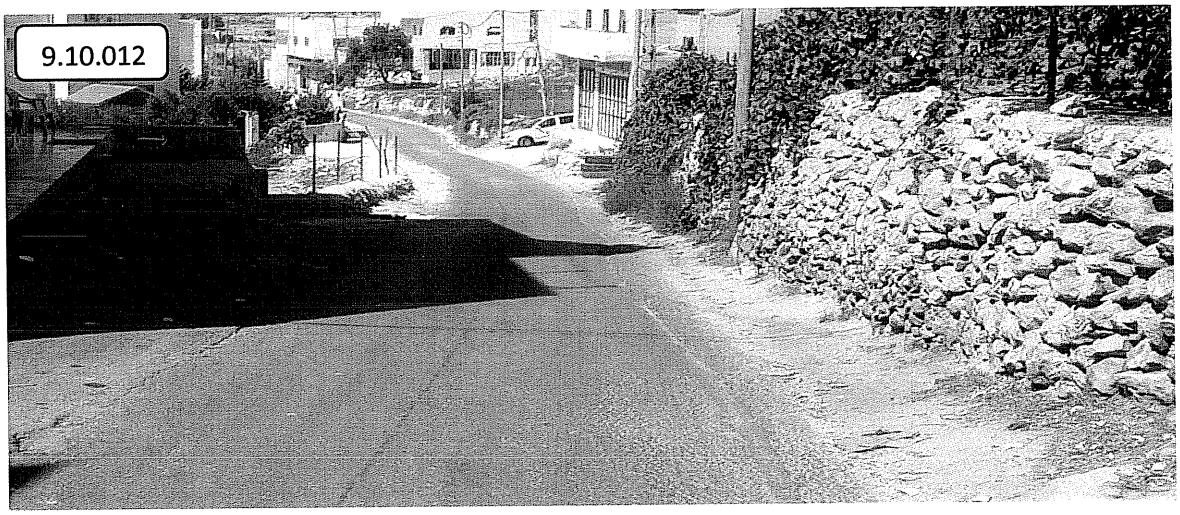
الشكل (3-4) صورة لتوضيح الانهيارات في السلاسل والانهيارات الترابية على جانب الطريق

الشكل (3-5) صورة توضح الانحدار الشديد في جزء من الطريق

6-3 اعتراض المباني للتوسعة المقترحة على الطريق (Widening conflicts Problems) :

1-6-3 توضيح للمشكلة :

يعاني الطريق في بدايته المعبدة من المباني المخالفة والتي تعترض التوسعة المقترحة للطريق وكذلك بناء الجدران والأسوار والسلاسل في حرم الطريق المقترح توسعته حسب المخطط المعمول به في قسم التخطيط في البلدية .



الشكل (3-6) صورة لتوضيح التجاوزات في البناء على جانبي الطريق

2-6-3 الحلول المقترحة :

يجب عمل حل بالتوافق مع سكان المنطقة يقوم على التعويض وهدم في الأجزاء المخالفة وذلك من خلال الأطراف والجهات الرسمية والمعنية في تنفيذ المشروع .

7-3 عدم وجود اللافتات الإرشادية أو إشارات المرور (Traffic and Guidance signs) :

1-7-3 توضيح للمشكلة :

يفتقر الطريق إلى اللافتات الإرشادية و إشارات المرور حيث يعاني الطريق من وجود تقاطعات كثيرة وعدم وجود لافتات لتظهر طريقة التعاطي مع تلك التقاطعات مما يهدد بحدوث تصادم بين المركبات ضرورة وجود إشارات المرور بالأخص التقاطعات ومداخل الطريق ومخارجها .

3-7-2 الحلول المقترحة :

يكون الحل بوضع إشارات المرور في أماكنها الصحيحة ولافتات إرشادية خاصة عند التقاطعات وعلامات ترسم على الأرض ,متمثلة بالخطوط البيضاء في ممر المشاة والأسهم التي تحدد الانعطاف والألوان البيضاء والسوداء على جبه الأرصفة والجزيرة الوسطية والخط المتقطع والمتواصل وسط الطريق والإشارات العاكسة .

3-8 الإضاءة الغير كافية على الطريق (Un sufficient Lightning on Road) :

3-8-1 توضيح للمشكلة :

يعاني الطريق من عدم وجود أعمدة الإضاءة وهذا يؤثر على رؤية السائقين والمشاة في الليل مما يؤدي إلى كثرة حوادث السير.

3-8-2 الحلول المقترحة :

وضع أعمدة الإضاءة على الطريق بحيث يكون توزيعها مناسب لإضاءة كامل الطريق لمساعدة السائقين على الرؤية بوضوح أثناء القيادة ليلا للتقليل من نسبة الحوادث وتوفير الأمن والسلامة للمشاة ، ولابد من مراعاة الشروط التالية بخصوص مواصفات الإضاءة :

- مكان وضع أعمدة الإضاءة حيث تثبت على جوانب ا لطريق (الأرصفة) أو على الجزيرة الوسطية إن كان الطريق ذو مسارين.
- مراعاة أبعاد الأعمدة من حيث الارتفاع والمسافات بينها بحيث تغطي الطريق بشكل كامل .
- الاختيار الأمثل لنوع المصابيح المستعملة بحيث أن لا تكون مصنوعة من مواد سريعة التلف أو مواد تتأثر بالعوامل البيئية والجوية .
- وضع الإشارات العاكسة يساعد على رؤية حواف الطريق وتحديد مساره .

4 التصميم الهندسي للطريق

1-4 مقدمة (Introduction) :

مرحلة التصميم الهندسي للطريق من أهم مراحل إنشاء الطرق ، حيث يتم الاعتماد في هذه المرحلة على الأعمال المساحية في موقع المشروع التي تتمثل في الرفع الثلاثي الأبعاد (x,y,z) لموقع الطريق حيث تستخدم هذه الإحداثيات في تصميم جميع العناصر الهندسية للطريق من تخطيط رأسي وأفقي وقطاعات عرضية وميول جانبية بالإضافة إلى التقاطعات والمسارات (عددها وعرضها ووجود جزر وسطية) وتصريف مياه الأمطار.

وفي هذه المرحلة يتم الاستناد إلى النظريات والمواصفات الهندسية التي تحدد معايير التصميم الهندسي للطريق والذي يكفل إنشاء الطريق ضمن المواصفات المطلوبة في تحقيق السلامة المرورية والتنقل السهل لمستخدمي الشارع والاستمرارية في خدمة السكان لفترة طويلة ، حيث سيتم اعتماد مواصفات

(AASHTO STANDARDS) في تصميم الطريق.

1-1-4 وظائف التصميم الهندسي (Functions of Engineering Design) :

يجب أن يحقق التصميم الهندسي للطريق الأمور التالية :

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

4-1-2 التصنيف الوظيفي للطرق :

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

أ - طرق رئيسية :

وتستخدم للمرور العابر للمناطق بين المناطق مرورا بالمدن حيث يسمح بعمل التقاطعات السطحية على مثل هذه الطرق ، و تربط هذه الطرق مراكز الأنشطة الرئيسية في المناطق الحضرية وترتبط بالشبكة الإقليمية وتتحمل أكبر حمل مروري خلال المنطقة الحضرية وعروض هذه الطرق حوالي (40 متراً فأكثر) .

ب - طرق ثانوية :

تقوم هذه الطرق بتجميع المركبات من الطرق الرئيسية وتقوم بتوزيعها إلي درجات الطرق الأقل وعروضها حوالي (16 - 25 متراً) .

جـ - طرق من الدرجة الثالثة (محلية) :

تقوم بتجميع المركبات خلال المناطق السكنية ومناطق الأنشطة إلي درجات الطرق الأعلى وتحمل أقل مقدار من المرور في الشبكة وتعتبر أقل درجة في التدرج الهرمي لشبكة الطرق وعروضها حوالي (12- 16 متراً) .

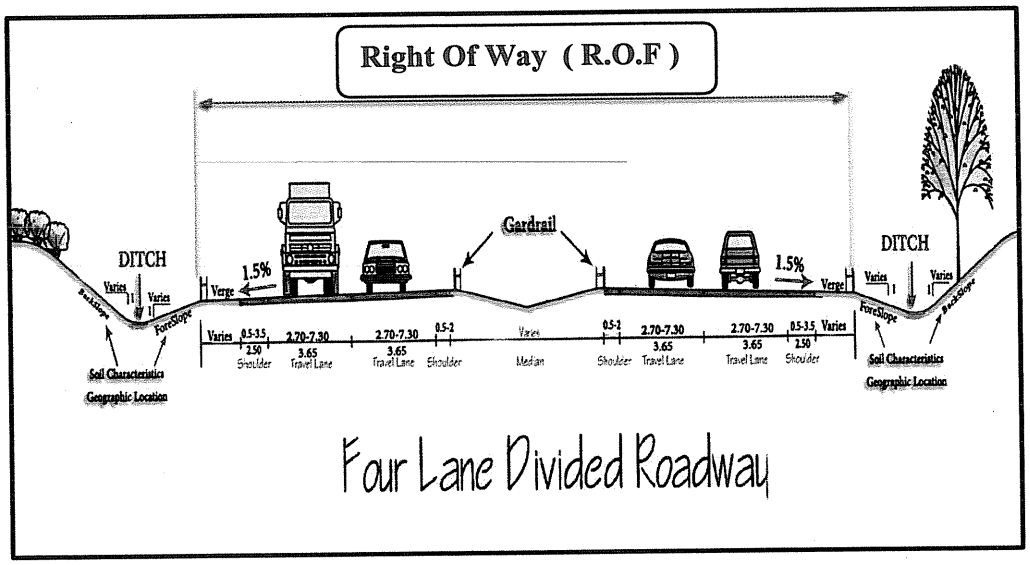
2-4 مبادئ التصميم الهندسي (Principles of Engineering Design) :

يجب مراعاة الأمور التالية عند القيام بالتصميم الهندسي للطريق :

1-2-4 حرم الطريق (Right of Way) : يجب أن يكون حرم الطريق متسع بما فيه الكفاية ليشمل جميع أجزاء القطاع بالإضافة إلى عرض إضافي حيث أن العرض الإضافي يلزم لعدة استخدامات منها مسار للمشاة أو مسار لمستلزمات المرافق أو وضع العلامات الإرشادية أو الإعلانات أو التشجير هذا بالاضافه إلى عرض قد يخصص للتوسع في الطريق مستقبلا وشراء حرم الطريق في مرحلة أفضل من نزع الملكية من أصحابها في المستقبل والجدول التالي يبين الطريق وعرض حرم الطريق حسب مواصفات (AASHTO).

الجدول (4-1) نوع الطريق وعرض حرم الطريق

نوع الطريق	عرض حرم الطريق (م)
طريق من مسارين	22-36
طريق من ثلاثة مسارات	30-42
طريق من أربعة مسارات	37-93



الشكل (4-1) حرم الطريق لشارع مكون من أربعة مسارات [1]

[1] المرجع رقم (12)

4-2-2 حجم المرور(Traffic Volume) : هو عدد المركبات التي تمر من نقطه معينه على الطريق أو مسار معين في اتجاه الشارع خلال فتره زمنيه محدده و يعتبر حجم المرور من الأسس الرئيسية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار على أن يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع لما لها من أهمية في التخطيط لإنشاء للطريق .

4-2-3 تركيب المرور(Traffic content) : وهذا يتطلب تحديد نسبة عربات النقل والحافلات والشاحنات بالنسبة لحجم المرور الساعي التصميمي لأغراض التخطيط الإنشائي للشارع .

4-2-4 السرعة التصميمية (Design Speed) : وهي أساسيه للتصميم بالاضافه إلى تركيب المرور وحجم المرور الساعي والتصميم حيث يمكننا توقع السرعة التي يجب تصميم الطريق بناء عليها وطبيعة الحركة المستقبلية على الطريق وتشمل :

- السرعة التصميمية (Design Speed) : هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة بأمان على طريق رئيسي عندما تكون أحوال الطقس مثالية وكثافة المرور منخفضة وتعتبر مقياساً لنوعية الخدمة التي يوفرها الطريق. والسرعة التصميمية عبارة عن عنصر منطقي بالنسبة لطبوغرافية المنطقة ، والجدول (4-2) يوضح السرعة التصميمية للطرق الحضرية.

جدول (4-2) السرعة التصميمية للطرق الحضرية[٢]

نوع الطريق	السرعة الدنيا	السرعة المطلوبة
طريق محلي (Local)	30	50
طريق تجميعي (Collector)	50	60
شرياني – عام (Lateral)	80	100
أقل اضطراب(Less Disturbance)	70	90
اضطراب ملموس (Disturbance)	50	60
طـــريق سريع(Expressway)	90	120

حيث أن السرعة التصميمية للطريق في مشروعنا (50km/hr)

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
الرقم المتسلسل 12929
Acc. .....
رقم التصنيف
Class. .....

[٢] المرجع رقم (11)

ومن مواصفات السرعة التصميمية (Design Speed Standards) يجب أن تكون خصائص التصميم الهندسي للطريق متناسبة مع السرعة التصميمية المختارة والمتوقعة للظروف البيئية وظروف التضاريس كما يجب على المصمم اختيار السرعة التصميمية المناسبة على أساس درجة الطريق المخططة وخصائص التضاريس و حجم المرور والاعتبارات الاقتصادية .

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

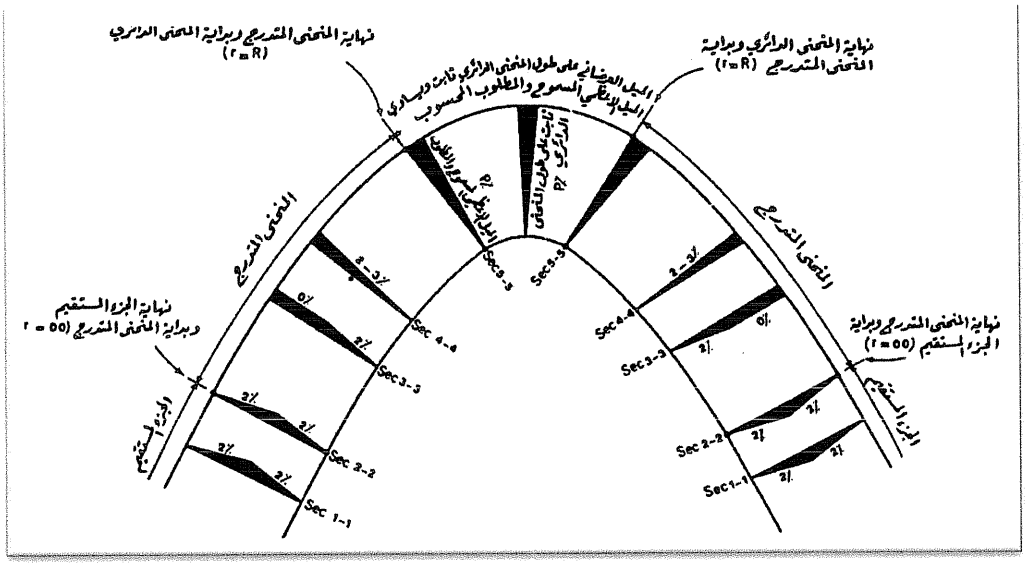
- السرعة اللحظية المتوسطة (Average Spot Speed) هي عبارة عن المتوسط الحسابي للسرعات لجميع المركبات عند لحظة محددة لجميع المركبات عند نقطه محددة بقطاع صغير من الطريق.

5-2-4 عناصر قطاع الطريق (Cross Section Elements) :

قطاع الطريق من أهم الأجزاء التي يتركز عليها التصميم والتي تحدد خيارات وترتيب العناصر التصميمية الأخرى للطريق ، وهذا يتوقف على كيفية الاستفادة من هذا الطريق ، فالطريق التي يمر عليها عدد كبير من المركبات أو العربات وبسرعات عاليه يتطلب عدد كبير من الحارات وانحدارات طويلة ومنحنيات ذات إنصاف أقطار كبيره نسبيا عن الطرق التي يمر عدد قليل من المركبات عند سرعات صغيره أو متوسطه ، وفي الحالة الأولى يجب الاهتمام بأكتاف الطريق المتسعة وعمل جزر فاصله بين اتجاهي المرور مع تخصيص حارات خاصة عند مناطق الدوران ، وهذه أهم عناصر قطاع الطريق :

1- عرض الحارة (Lane width) : يلعب عرض الحارة دورا كبيرا في سهولة القيادة ودرجة الأمان على الطريق ويجب أن لا يقل عرض الحارة عن 3 أمتار. وفي حالة الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض الحارة 3.7 متر نظرا لمرور عربات النقل بسرعة كبيرة .

2- الميول العرضية (Cross Slopes) : عادة يتم تزويد سطح الطريق بميول بالاتجاه العرضي من الجهتين وذلك لتصريف مياه الإمطار وقد تكون الميول العرضية منتظمة وتتوقف قيمة الميول العرضية على نوع ألرصفه ، و في حالة وجود جزر وسطى فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كان من حارتين منفصلتين ، وقد تم اعتماد الميول العرضية للطريق بمقدار2% على الجانبين ، والجدول (4-3) يبين بعض القيم المفضلة للميول العرضية حسب نوع ألرصفه المكونة للطريق .



الشكل (4-2) إدخال الميول العرضية على الطريق [٣]

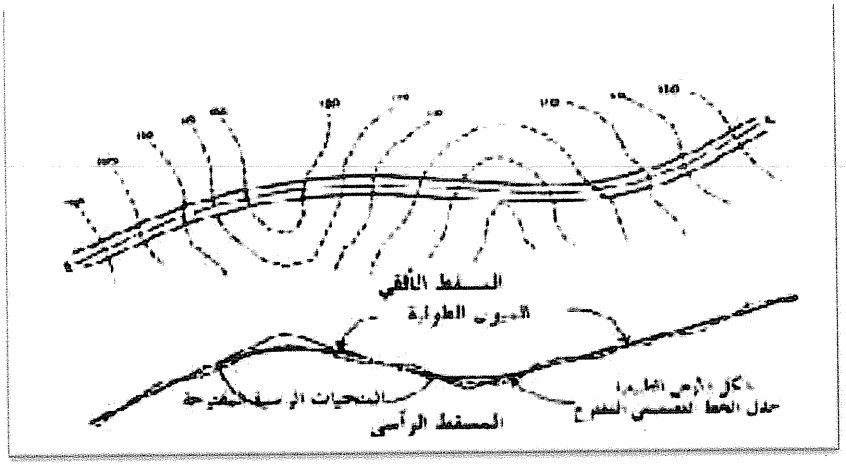
جدول (4-3) الميول العرضية حسب نوع الرصفة[٤]

نوع الرصف	الميول العرضية المفضلة
طريق ترابي	1:20 – 1:25
طريق مكدرا	1:36 – 1:48
رصف إسفلتي	1:48 – 1:60
رصف خرساني	1:60 – 1:72

3 - الميول الطولية (Longitude Slopes) : 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

[٣] المرجع رقم (1)
[٤] المرجع رقم (3)

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 .

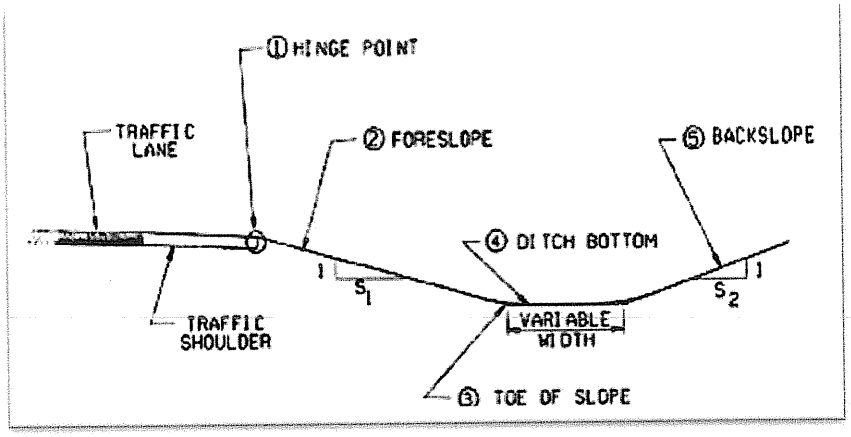


الشكل (4-3) الميول الطولية للطريق[٥]

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

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

[٥] المرجع رقم (4)



الشكل (4-4) الميول الجانبية الأمامية والخلفية للطريق [٦]

نوع التربة	الميول الجانبية (رأسي : أفقي)
تربة عادية وتشمل الطين الجاف	1:1 – 1:2
تربة صخرية متماسكة	1:2 – 1:4
صخر طري	1:4 – 1:8
صخر متوسط	1:12 – 1:16
صخر صلد	رأسي تقريبا

جدول (4-4) الميول الجانبية للقطاعات حسب نوع التربة[٧]

5- الأكتاف (Shoulders) : تزود الطرق السريعة بأكتاف جانبية لإيواء العربات المتوقفة أو استخدامها في حالات الطوارئ. كما تعمل الأكتاف على المحافظة على طبيعة الأساس والسطح الخاصة بالطرق ، والحاجة إلى الأكتاف تتوقف على نوع الطريق وحجم المرور وسرعة العربات وتركيب المرور وطبيعة المنطقة المار بها الطريق ، ويتراوح عرض الكتف بين 1.25متر كحد أدنى و3.6 متر كحد أقصى للطرق السريعة ، ويستخدم كتف بعرض 2.5 إلى 3.6 متر في حالة الطرق التي يزيد بها حجم المرور الساعي التصميمي عن مئة عربه ، ومن أهم الوظائف التي تقوم بها الأكتاف هي :

1 – تهيئ مكاناً لوقوف السيارات المعطلة للحالات الطارئة ولمهمات الصيانة.

2 - تمكن السائق من الوقوف لفحص مساره على الطريق.

3 – تمكن السائق من تفادي بعض الحوادث أو تقلل من خطورتها.

4 – الأكتاف ذات الاتساع الكافي تشعر بإفساح الطريق مما يزيد ارتياح السائق.

5 – تزيد مدى سعة الطريق وتهيئ انتظام السرعة.

[٦] المرجع رقم (11)
[٧] المرجع رقم (3)

6- الأرصفة (sidewalks) : تعتبر الأرصفة في داخل المدن جزء مكمل للشوارع ومع ذلك فانه في بعض المناطق الخلوية قد يتطلب الأمر عمل ارصفه بسبب عدم وجود أضاءه كافيه على الشوارع وبسب السرعات العالية للمركبات تصبح الطرق غير أمنه بالنسبة للمشاة وتصبح الحاجة ماسه لمثل هذه الأرصفة في المناطق السكنية وبالقرب من المدارس والمصانع والأسواق وأي منطقه يوجد بها حركة مشاه كبيره ويتراوح عرض الطريق عادة (3 - 1.5) متر ويتوقف ذلك على عدة أمور:

- توفر المساحة الكافية على جانبي الطريق.
- وجود أشجار مزروعة على الأرصفة.

وتستخدم الأرصفة لفصل حركة مرور المركبات عن حركة المشاة وكما تستخدم أيضا كوسيلة لوضع الإشارات الضوئية والإشارات المرورية التي تساعد على تنظيم المرور.

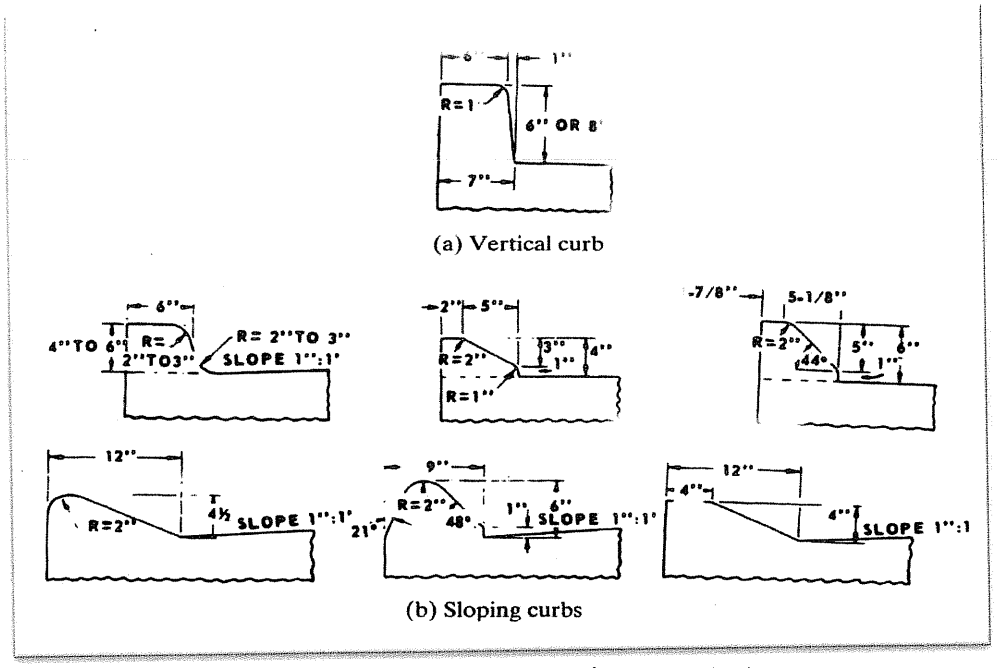
7- الأطاريف (Curbs) : يتأثر السائقون كثيراً بنوع الاطاريف ومواقعها. وبالتالي فإن ذلك يؤثر على أمان الطريق والانتفاع به وتستخدم الاطاريف في تنظيم صرف المياه. ولمنع السيارات من الخروج عن الرصف في النقط الخطرة ، وهي تحدد حافة الرصف وتحسن الشكل النهائي للطريق ، كما أنها عامل في تجميل جوانب الطرق.

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. وهناك نوعان رئيسيان من الاطاريف. كل منهما له عدة أشكال وتفصيلات تصميمية ومن أنواعها :

أ - الاطاريف الحاجزة (Barriers Curbs) : هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبياً وهي مصممة لمنع السيارات أو على الأقل صرفها عن محاولة الخروج عن الرصف ويختلف ارتفاعها بين (15- 22.5 سم) تقريبا ويستحب أن يكون الوجه مائلا ولكن على ألا يزيد ميل الوجه في الغالب عن حوالي 1 سم لكل 3سم من الارتفاع وتعمل استدارة للركن العلوي بنصف قطر من(2 إلى 8) سم وتستخدم الاطاريف الحاجزة فوق الكباري وتعمل وقاية حول الدعامات وأمام الحوائط أو بجوار الأشياء الأخرى لمنع اصطدام المركبات بها ، والاطاريف التي تستعمل عادة في الشوارع هي من النوع الحاجز وإذا كان من المتوقع أن تقف المركبات بموازاة البردورة فيجب ألا يزيد ارتفاعها عن عشرين سنتيمتراً حتى لا تحدث احتكاك برفارف المركبات وأبوابها . والقاعدة العامة أن تبعد الاطاريف الحاجزة مسافة 50 إلى 60 سم إلى خارج الحد الخارجي لطريق السير.

ب- الاطاريف الغاطسة : وهي مصممة بحيث يسهل على المركبات اجتيازها دون ارتجاج عنيف أو اختلال في القيادة ويختلف ارتفاع هذه الاطاريف من 10إلى 15سم وميل الوجه فيها (1:1 أو 1:2) وأغلب استعمال الاطاريف سهلة العبور هو في الجزيرة الوسطي وفي الحافة الداخلة في الأكتاف كما تستعمل في تحديد الشكل الخارجي لجزر

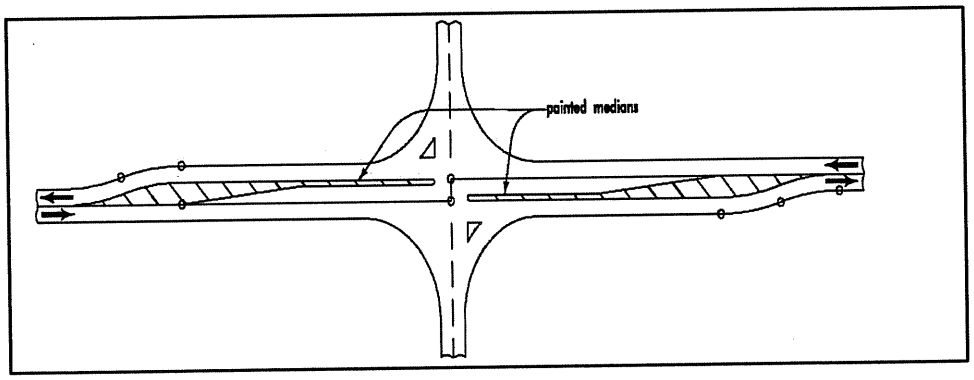
التقسيم القنواتي في التقاطعات ويمكن أن تنشأ هذه الاطاريف ملاصقة لحافة الطريق المخصص للمركبات أو تبعد عنها قليلاً.



الشكل(4-5) الأنواع المختلفة الاطاريف[٨]

8 - الجزر الفاصلة بين الاتجاهين (Medians) :

تستخدم لفصل حركة المرور المعاكسة وجميع الطرق الحديثة مزوده بالجزر الفاصلة وخاصة إذا كانت من أربع مسارب ويجب أن يكون عرض الجزر كافيا من اجل الغرض الذي أنشأت له ، ويتراوح العرض عادة (1.8 – 1.25) متر.



الشكل (4-6) الجزر الفاصلة في الطرق[٩]

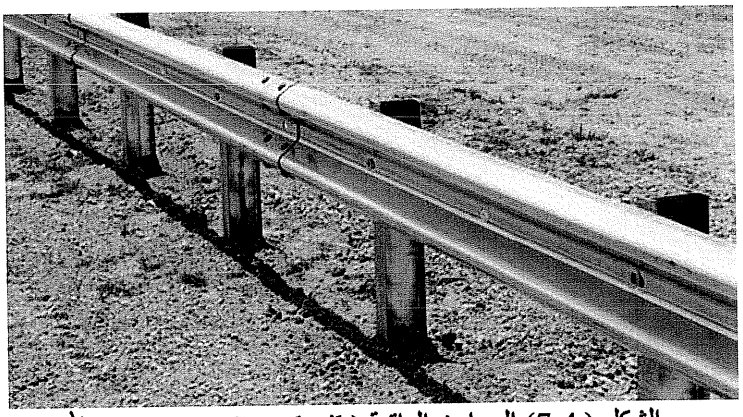
[٨] المرجع رقم (11)

9- الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية (Guardrail and Guide Posts) :

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

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

وتصمم الحواجز على أساس منع العربة من الخروج عن الطريق وفي حالة الاصطدام بها فإنها تمتص الصدمة وتوجه المركبة إلى اتجاه آخر ، وهذه الحواجز مهمة جدا وخاصة في القيادة الليلية.



الشكل (4-7) الحواجز الواقية (W-Beam Guardrail)[١٠]

10- الجدر الاستنادية (Retained Wall) :

إن إنشاء الجدران الاستنادية على جوانب الطرق يكون بناءا على عوامل تحتم علينا إنشاؤها في تلك المناطق حيث انه إذا كان حرم الطريق ضيق و كانت التربة لا تستطيع الثبات على ميول شديدة الانحدار فإنه لا بد من استعمال الجدران الاستنادية لمنع التربة من الانهيار و بالتالي منعها من الخروج عن حدود الطريق ، كما يظهر في الصورة التالية لمنطقة مشروعنا.

[٩] المرجع رقم (11)
[١٠] المرجع رقم (12)

الشكل (4-8) يوضح جزء من الشارع يتطلب إنشاء جدار استنادي

ويكون هذا ضروري بشكل خاص في مناطق المدن حيث انه تكون الأراضي مرتفعة الثمن وكذلك يكون وجود الجدران الاستنادية مهم عندما يكون هناك نية للبناء على جوانب الشوارع أو عند احتمال وقوع انهيارات على جوانب الطريق ، و يتطلب الأمر حماية الشوارع من المياه،ويتم إنشاء الجدران الاستنادية من الخرسانة المسلحة ، حيث يصمم أساس الجدار بعرض كاف يتناسب مع قوة التحمل للتربة المبني عليها و يعلو الأساس جدار بعرض كاف تمكنه من مقاومة قوة دفع التراب الذي يسنده ويكون إنشاءها باهظ الثمن لذلك يجب إجراء دراسة للمنطقة المرد إنشاء جدار استنادي عليها و تحديد مدى أهمية وجود الجدار في تلك المنطقة.

3-4 التخطيط الأفقي للطريق (Horizontal Alignment) :

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

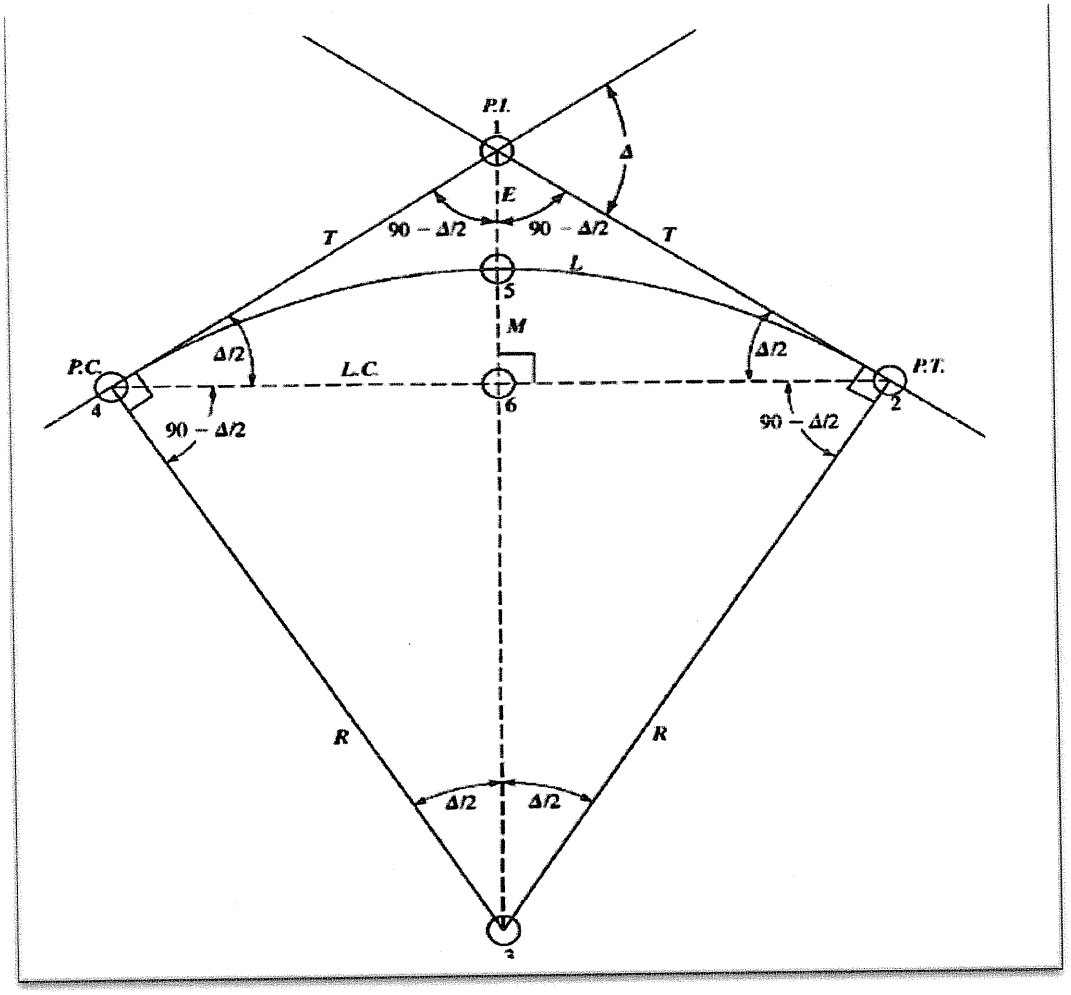
1-3-4 المنحنيات الأفقية :

الهدف من استخدام المنحنيات هو وصل الأجزاء المستقيمة ببعضها بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة في الاتجاهات التي تسبب الإزعاج للسائقين ، وهناك أنواع متعددة من المنحنيات التي يمكن استخدامها في وصل الخطوط المستقيمة المتقاطعة وسيتم في المشروع استخدام المنحنيات الأفقية الدائرية.

1- المنحنيات الدائرية البسيطة (Simple Circular Curves) :

- عناصر المنحنى الدائري البسيط :

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



الشكل (4-9) عناصر المنحنى الدائري البسيط[11]

[11] المرجع رقم (17)

(**PI**) : نقطة تقاطع المماسين .

(**Δ**) : زاوية الانحراف (Deflection Angle) وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

(**T**) : المماسين Tangents .

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

(**PC**) : نقطة بداية المنحنى (Point of Curvature) .

(**PT**) : نقطة نهاية المنحنى (Point of Tangency).

(**LC**) : الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي التماس و يطلق عليه الوتر الطويل (Chord Length).

(**R**) : نصف القطر (Radius).

(**L**) : طول المنحنى (Length of curve).

(**E**) : المسافة الخارجية (External Distance) وهي عبارة عن المسافة بين (**PI**) وبين منتصف المنحنى الدائري.

(**M**) : سهم القوس (Middle Ordinate)، و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.

(**O**) : مركز المنحنى.

- معادلات المنحنى الدائري البسيط :

1- طول المماس (T) .

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....4.1}$$

2- المسافة الخارجية (E) .

$$E = R(\sec(\frac{\Delta}{2})-1) \quad \text{.....4.2}$$

3 - سهم القوس (M) .

$$M = R(1-\cos(\frac{\Delta}{2})) \quad \text{.....4.3}$$

4- الوتر الطويل(LC) .

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....4.4}$$

5- طول المنحنى (L) .

$$L = \frac{\pi R\Delta}{180} \quad \text{.....4.5}$$

وبالنسبة إلى تصميم المنحنيات على التقاطعات فإن الجداول التالية توضح أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق و للسرعة على المنعطف .

الجدول (4-5) الحد الأدنى لنصف القطر على المنحنى[١٢]

سرعة الدوران (كم / ساعة)	25	32	40	48	55	65
معامل الاحتكاك	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17
ميلان سطح الطريق	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09
نصف القطر المستعمل(متر)	15	30	50	75	100	140

جدول (4-6) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق[١٣]

Position	R-Normal	R-Min
Garage Entrance	6.0	5.0
Local Roads	6.0	6.0
Collecting Roads	8.0	6.0
Major Roads (Urban)	10.0	8.00
Major Roads(Rural)	20.0	10.0

[١٢] المرجع رقم (11)
[١٣] المرجع رقم (11)

2- المنحنيات الانتقالية (Transition Curves) :

في حين انه من الصعب على السائق الانتقال بشكل فوري من المماس (طريق مستقيم) إلى المنحنى الدائري (طريق منحني) بقطر ثابت فانه يتم استخدام المنحنى الانتقالي الذي يبدأ بدرجة انحناء (D = 0) عند المماس وتبدأ درجة الانحناء بالتزايد تدريجيا وبشكل منتظم (التناقص في نصف القطر) حتى الوصول إلى درجة الانحناء المطلوبة وهي درجة المنحنى الدائري ويستخدم المنحنى الانتقالي في جميع المنحنيات الأفقية وتأتي أهمية المنحنى الانتقالي من (اللولبية) بين المماس والمنحنى الدائري لنقل المركبة من طريق مستقيم إلى طريق منحني .

- أهمية المنحنى الانتقالي :

- يوفر مسارا سهلا لكي يسلكه السائق عند الانتقال من طريق مستقيم إلى طريق منحني .
- يسهل عملية تطبيق التوسيع والتعلية المطلوبة للطريق .
- يحسن الرؤية والظهور في الشارع .

ويتم حساب طول المنحنى الانتقالي من خلال المعادلة التالية :

$$L = \frac{v^3}{a * R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 4.6$$

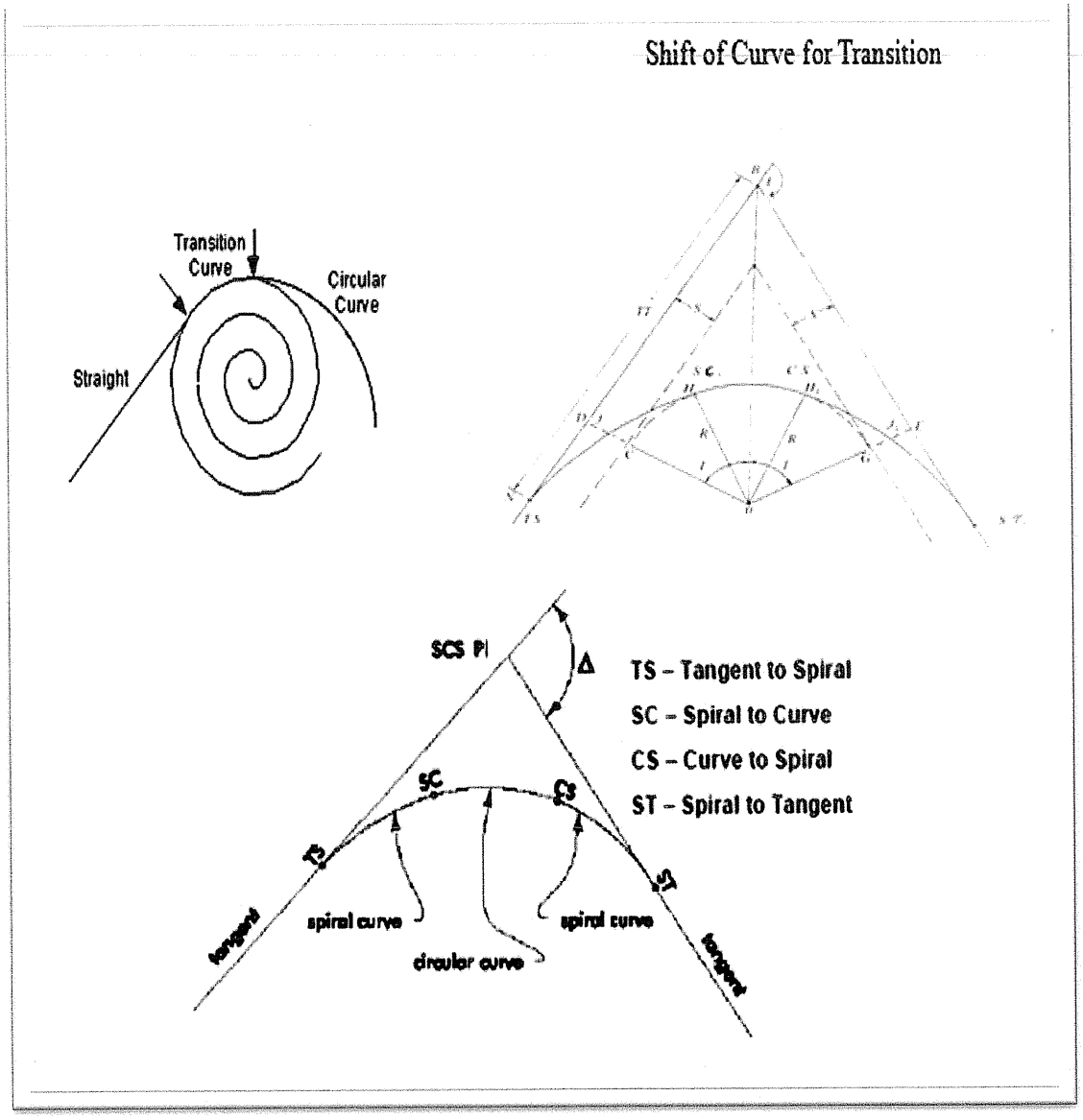
حيث أن :

L : طول المنحنى الانتقالي (م).

v : السرعة التصميمية (كم / ساعة) .

R : نصف قطر المنحنى الدائري (م).

a : التسارع القطري (م / ث^3) .

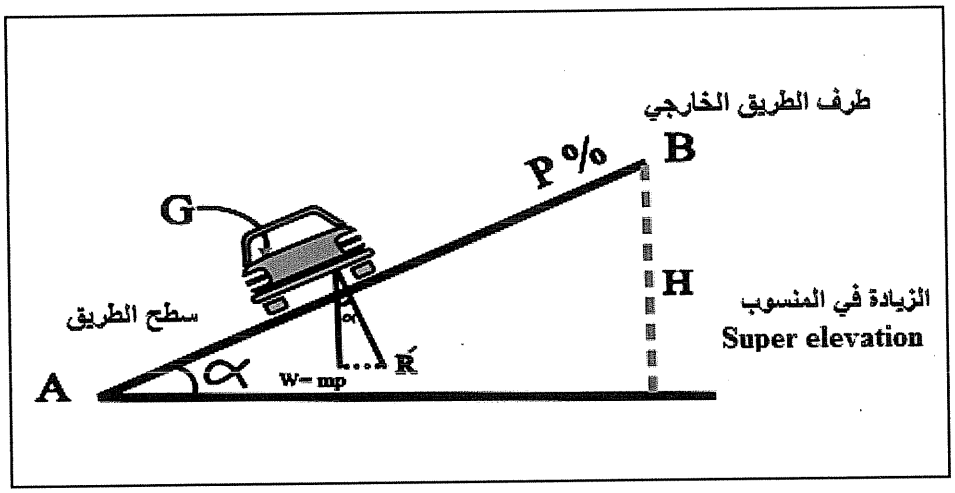


الشكل (4-10) المنحنى الانتقالي [١٤]

[١٤] المرجع رقم (17)

4-4 القوة الطاردة المركزية (Cornering Force) :

تتعرض المركبة عند مرورها على المنحنيات الأفقية إلى قوى طرد مركزية تؤثر عند مركز ثقلها وتولد عزم انقلاب يحاول دفعها إلى خارج الطريق ويؤدي هذا العزم إلى قلب المركبة إذا تعدى عزم الثبات الناتج من وزن المركبة ولمقاومة عزم الانقلاب يتم رفع الحافة الخارجية للطريق على الحافة الداخلية بمعدل يسمح باستمرار المركبة على الطريق وهو ما يعرف بارتفاع ظهر المنحنى كما في الشكل (4-11) .



الشكل (4-11) القوة الطاردة المركزية [١٥]

- معادلة القوة الطاردة المركزية :

$$P = \frac{m \cdot v^2}{R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4.7$$

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

[١٥] المرجع رقم (6)

حيث أن :

- P : القوة الطاردة المركزية التي تؤثر على العربة أثناء سيرها.
- m : كتلة العربة (كغم)
- v: سرعة العربة (كم/ ساعة)
- R : نصف قطر المنحنى الدائري (م).

5-4 التعلية (ارتفاع ظهر المنحنى) (Super Elevation) :

التعلية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية ، وذلك من اجل تفادي القوة الطاردة المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبة وقد تؤدي إلى انقلابها ، وقيمة هذا الميل الجانبي للطريق تتراوح من 4% - 7% وقد تصل إلى 9% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية :

$$e+f=\frac{v^2}{127R} \quad \text{.....4.8}$$

حيث أن :

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

v : هي سرعة المركبة (كم/ ساعة) .

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

f: هي معامل الاحتكاك الجانبي ، وأقصى قيمة يمكن قبولها هي 0.16.

يحسب معدل التعلية من الناحية العملية على أساس 75% من السرعة التصميمية بحيث لا يتعدى ($\frac{1}{15}$) مع إهمال الاحتكاك الجانبي كما توضح المعادلات التالية :

$$e = \frac{(0.75v)^2}{127\,R} \quad \text{..... .... 4.9}$$

- إذا كانت قيمة e أقل من ($\frac{1}{15}$) نأخذ القيمة الناتجة .
- إذا كانت قيمة e أكبر من ($\frac{1}{15}$) نأخذ القيمة القصوى وهي ($\frac{1}{15}$) ونراجع قيمة الاحتكاك الجانبي حسب العلاقة التالية :

$$f = \frac{v^2}{127R} - e \text{.....4.10}$$

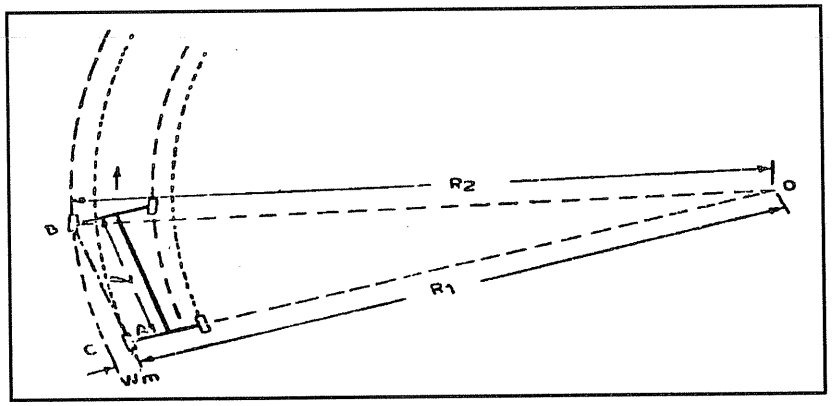
- إذا كانت قيمة f أقل من f max (0.16) فان معدل ارتفاع ظهر المنحنى مناسب .
- إذا كانت قيمة f أكبر من f max (0.16) تراجع قيمة السرعة التصميمية حسب العلاقة التالية :

$$e + f = \frac{1}{15} + 0.16 = \frac{v^2}{127R} \text{.....4.11}$$

- إذا كانت السرعة المسموح بها أكبر من السرعة التصميمية نأخذ قيمة ($e = \frac{1}{15}$) وإذا كانت أقل منها يجب مراجعة تخطيط المنحنى بفرض نصف قطر أكبر .

4-5-1 زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات (التوسعة على المنحنيات) :

يتم عمل التوسيع في المنحنيات بسبب عدم إتباع العجلات الخلفية لمسار العجلات الأمامية في المنحنيات وهناك حاجة لتوسيع المنحنى حسب السرعة التصميمية وحسب نصف القطر والتوسيع يتم وضعه في بداية المنحنى تم بالطول الداخلي الكامل للمنحنى .



الشكل (4-12) التوسعة على المنحنيات[١٦]

يتم زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات حيث يتم زيادة الاتساع إما على الطرف الخارجي للمنحنى أو بتوزيعه على الطرفين الداخلي و الخارجي للمنحنى. والجدول (4-7) يوضح قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر.

الجدول (4-7) قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر[١٧]

نصف قطر المنحنى(متر)	حتى 60	61-150	151-300	301-900	اكبر من900
التوسعة(متر)	1.2	0.9	0.6	0.3	-

ومن الأسباب التي تدفعنا لتنفيذ التوسعة على المنحنيات ما يلي:

1 – لأن العجلات الخلفية لا تتبع العجلات الأمامية عند المنحنى.

2 – يزداد العرض مما يساعد على رؤية المركبة القادمة بسهولة.

3- عدم التصاق السيارة تماما بالرصف على المنحنى.

[١٦] المرجع رقم (11)
[١٧] المرجع رقم (6)

لحساب مقدار التوسعة على المنحنيات نطبق العلاقة التالية :

$$w = \left[\left(\frac{nI^2}{2R}\right) + \left(\frac{V}{9.5\sqrt{R}}\right)\right] \quad \text{..... 4.12}$$

حيث أن:

w : زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات.

n : عدد الحارات.

I : اتساع قاعدة العجل لأطول عربة و تؤخذ عادةً حوالي 6.1 متر.

V : السرعة التصميمية على المنحنى.

R : نصف قطر المنحنى.

4-5-2 طرق الرفع الجانبي للطريق (التعلية) (Super Elevation Runoff) :

1 – الدوران حول المحور :

يبقى محور الطريق ثابتا ، ويبدأ جانب الطريق بالارتفاع والدوران حول المحور وبنفس الوقت يبقى الجانب الآخر ثابتا حتى يصبح كامل السطح على استقامة واحدة ، يبدأ بعد ذلك الجانب الآخر بالانخفاض ، والجانب الأول بالارتفاع حتى الوصول إلى قيمة التعلية القصوى كما يظهر في الشكل (13-4a) ويبقى سطح الطريق على استقامة واحدة ويستمر الدوران حول محور الطريق حتى يتحقق الميلان المطلوب ، وعند الخروج من المنعطف يعود السطح بالدوران حول المحور حتى يعود سطح الطريق مائلا بالاتجاهين المتعاكسين بنسبة 2% .

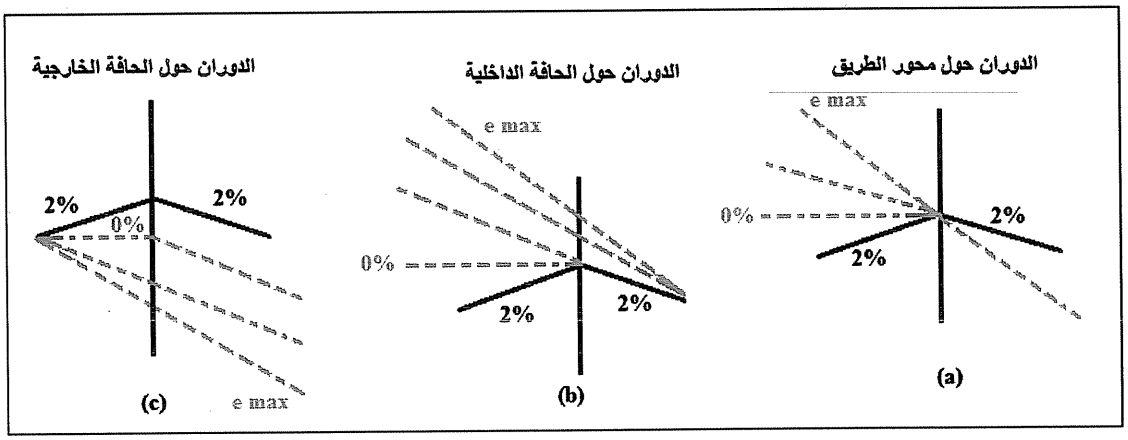
2 – الدوران حول الحافة الداخلية :

يرتفع الجانب الخارجي للطريق (ظهر المنعطف) ، ويبقى الجانب الثاني ثابتا حتى يصبح كامل سطح الطريق على استقامة واحدة بميل 2%، عند ذلك يدور كامل سطح الطريق حول حافة الطريق الداخلية و(ليس

حول محور)، بحيث أن كامل سطح الطريق يرتفع بدلا من ارتفاع نصفه حتى يصل السطح إلى الميلان المطلوب كما يتضح في الشكل (13-4b).

3 – الدوران حول الحافة الخارجية :

يبدأ كامل سطح الطريق بالانخفاض و الدوران حول طرف الطريق الخارجي (ظهر المنعطف)، حتى يصبح سطح الطريق على استقامة واحدة ، بعدها يحصل دوران لكامل السطح حتى يصل للميلان المطلوب كما في الشكل (13-4c) .



الشكل (13-4) طرق تنفيذ التعلية (Super Elevation Runoff)[18]

حيث أننا سنستخدم طريقة تنفيذ التعلية بالدوران حول الحافة الداخلية .

والجدول التالي يوضح قيمة التعلية المرغوبة حسب نوع الطريق بناء على مواصفات AASHTO :

الجدول (4-8) أقصى تعلية تبع لنوع الطريق [19]

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

[18] المرجع رقم (4)
[19] المرجع رقم (11)

الجدول (4-9) يوضح أنصاف أقطار المنحنيات المسموح بها تبعا للسرعة التصميمية و الاحتكاك الجانبي والرفع الجانبي للطريق .

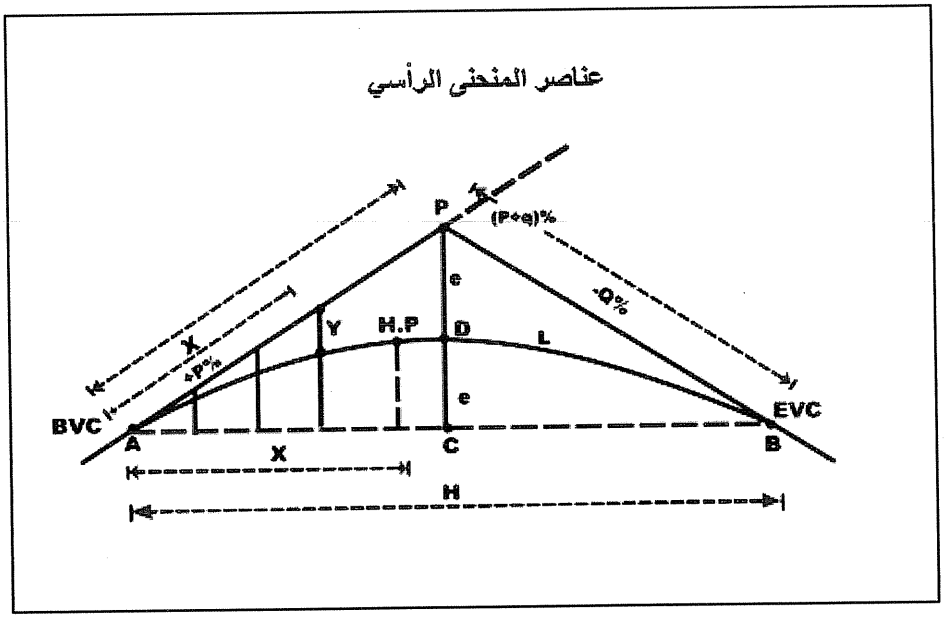
السرعة التصميمية كم / ساعة	الاحتكاك الجانبي	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق (e)			
		0.06	0.08	0.10	0.12
40	0.17	55	50	45	45
50	0.16	90	85	75	70
60	0.15	135	125	115	105
70	0.14	195	175	160	150
80	0.14	250	230	210	195
90	0.13	335	305	275	255
100	0.12	440	395	360	330
110	0.11	560	500	455	415
120	0.09	755	655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

6-4 التخطيط الراسي للطريق (Vertical Alignment) :

تستخدم المنحنيات الرأسية عند التغير في منسوب الطريق للانتقال من منسوب إلى أخر في المستوى الرأسي (منسوب منخفض إلى منسوب مرتفع أو العكس) حيث أنها تسهل عملية السير على الطريق ، وهو يتمثل في تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية وتحديد الانحدار الجديد للطريق ، حيث يتم بيان الطريق بالمستوى الرأسي ونشاهد كيف ترتفع وتهبط ونحدد مناطق الحفر والردم ، وكذلك من التصميم الرأسي للطريق يتم تحديد المنحنيات الرأسية و مسافات الرؤية حيث انه يجب أن تتوافر المواصفات التالية في هذه المنحنيات:

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

1-6-4 عناصر المنحنى الرأسي :



الشكل(4-14) عناصر المنحنى الرأسي[٢٠]

حيث أن :

p , q : نسبة الميل .

BVC : بداية المنحنى الرأسي.

PI : محطة نقطة التقاطع.

EVC : نهاية المنحنى الرأسي .

e : المسافة الخارجية المتوسطة (متر) .

H : طول القطع المكافئ (متر).

X : الطول الأفقي مقاس من BVC إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي.

L : طول المنحنى (متر) .

[٢٠] المرجع رقم (15)

معادلات القطع المكافئ :

أ - طول المنحنى الراسي L يساوي مجموع طولي المماسين الخاصين بهذا المنحى ، بحيث أن طول المماس الخلفي يساوي $\ell 1$ وطول المماس الأمامي يساوي $\ell 2$ ، فأن:

$$L = \ell 2 + \ell 1 \quad \text{.....} \quad 4.13$$

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

ج- وتر المنحنى AB يساوي مسقطه الأفقي H، ويساوي أيضا مجموع المماسين أي أن:

$$AB = H = 2\ell = L \quad \text{.....} \quad 4.14$$

د- أطوال الأعمدة المأخوذة على المماس (y) تتناسب مع مربعات المسافات المأخوذة على المماس المقاسة من A (بالنسبة للمماس الخلفي) أو من B (بالنسبة للمماس الأمامي)، كما في المعادلة التالية:

$$y = ax^2 \quad \text{.....} \quad 4.15$$

- الفرق في الميل (A) لمماسي النحنى الرأسي عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين :

$$A = p + q \quad \text{.....} \quad 4.16$$

- الفرق في الميل (A) لمماسي النحنى الرأسي عندما يكون المماسان في اتجاه واحد:

$$A = p - q \quad \text{.....} \quad 4.17$$

- المسافة الأفقية (x) المقاسة من بداية المنحنى (BVC) :

$$x = \frac{L*p}{A} \quad \text{.....4.18}$$

- لحساب المسافة (y) من المنحنى إلى المماس نطبق المعادلة التالية :

$$y = \frac{A}{2L}x^2 \quad \text{.....4.19}$$

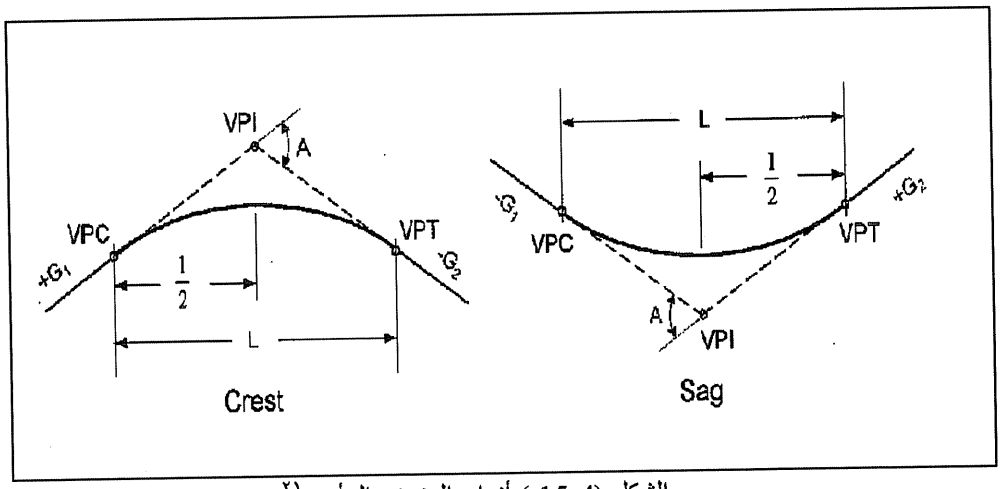
- قيمة (y) وهي التي تمثل (e) في الشكل (4-14) في منتصف المنحنى الرأسي :

$$y_m = \frac{AL}{8} = e \quad \text{.....4.20}$$

4-6-2 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 (Crest) .
- منحنيات استدارة سفلية (منحنيات رأسية مقعرة) (Sag) .



الشكل (4-15) أنواع المنحنى الرأسي[٢١]

[٢١] المرجع رقم (15)

حيث أن :

G1,G2 : ميل المماس %.

L : طول المنحنى الرأسي.

A : الفرق في الميل.

VPI : نقطة تقاطع المماسين.

VPC : نقطة بداية المنحنى.

VPT : نقطة نهاية المنحنى .

3-6-4 مسافة الرؤية (Sight Distance) :

مسافة الرؤية هي المسافة التي يراها السائق أمامه على طول الطريق دون أية عوائق ومن الضروري جداً في التصميم توفر مسافة رؤية كافية لضمان أمان التشغيل وتحقيق مسافة الرؤية الكافية للوقوف ويجب أن توفر باستمرار بطول الطريق.

وتعتمد مسافة الرؤية على عدة عوامل منها السرعة ، تخطيط الطريق أفقيا ورأسيا ، وجود الأبنية والأشجار ونوعية السيارات التي ستستعمل الطريق ، وحالة الطقس والإضاءة ، وارتفاع عين السائق عن سطح الطريق (أي علو السيارة)، وارتفاع العوائق التي يراها السائق على الطريق.

1-3-6-4 مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance):

من التحديات التي تواجه مصمم الطرق هو تقليل تكلفة إنشاء الطريق والتي تكون عادة بجعل المنحنى الرأسي أقصر ما يمكن مع توفير اكبر قدر من الأمان على المنحنى ، حيث أن الأمان على المنحنى الرأسي يكون بتوفير مسافة رؤية كافية للسائق لكي تسمح له بالتوقف الآمن لتجنب الاصطدام بالأجسام التي تعترض طريقه.

تعرف مسافة الرؤية التصميمية للتوقف الآمن بمقدار الحد الأدنى للمسافة الضرورية لتوقف مركبة تسير بسرعة تقترب من سرعة التصميم دون أن تصطدم بعائق يعترض خط سيرها (التوقف الآمن) ، ومن الواضح أنه قبل أن يتمكن السائق من التوقف نهائيا، يكون قد صرف وقتا في تمييز العائق وإجراءات رد الفعل وقتا آخر يعتمد على مدى تجاوب المركبة ميكانيكيا وعلى طبيعة سطح الطريق احتكاكيا. ومن المفيد جدا أن تكون مسافة الرؤية للتوقف الآمن محققة عند كل نقطة من الطريق وبأطول ما يمكن ولا يجوز أن تقل بحال من الأحوال عن القيم التالية المتناسبة مع سرعة التصميم .

الجدول (4-10) مسافة الرؤية للتوقف حسب السرعة التصميمية [٢٢]

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

يتم حساب مسافة رؤية التوقف حسب العلاقة التالية :

$$SSD = \frac{v1^2}{2g\left(\left(\frac{a}{g}\right) \pm G\right)} + v1 * t_r \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4.21$$

حيث أن :

SSD : مسافة رؤية التوقف (م) .

V1 : السرعة الابتدائية (م/ ث) .

a : معدل التباطيء (م/ ث^2) . وعادة يكون (3.4 م/ ث^2) .

G : ميل الطريق (100/%).

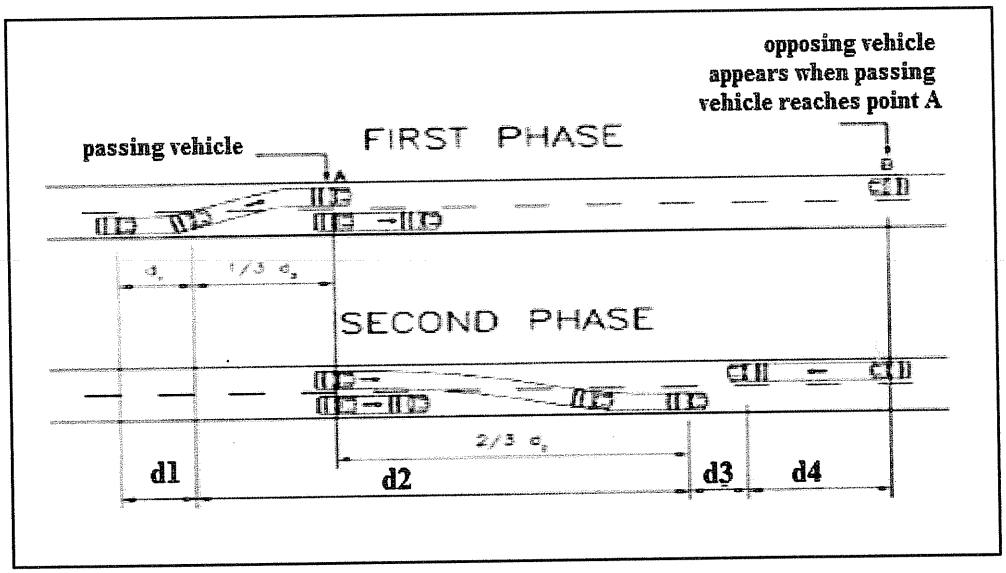
g : ثابت تسارع الجاذبية الأرضية (9.807 م/ ث^2) .

t_r : زمن رد الفعل (2.5 ث) .

4-6-3-2 مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance) :

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

[٢٢] المرجع رقم (11)



الشكل (4-16) مسافة الرؤية للتجاوز [٢٣]

ويمكن استخدام المعادلات التالية لإيجاد مسافة الرؤية للتجاوز الآمن (بالمتر) .

$$PSD = d1 + d2 + d3 + d4 \quad \text{.....4.22}$$

$$PSD = 0.28Vb*t + 0.28VB*T + 2S + 0.28*T \quad \text{.....4.23}$$

$$T = \sqrt{\frac{14.4S}{A}} \quad \text{.....4.24}$$

$$S = 0.7Vb + 6 \quad \text{.....4.}$$

حيث أن :

- PSD: مسافة الرؤية للتجاوز.
- S: اقل مسافة كافية يجب أن يحافظ عليها السائق بينه وبين السيارة التي أمامه (متر).
- d1: المسافة التي تقطعها العربة في بداية الاستعداد للتخطية واحتلال الحارة الأخرى .
- d2: المسافة الأفقية المقطوعة بالعربة المتخطية خلال فترة التخطية .
- d3: المسافة المقطوعة بالعربة القادمة من الاتجاه الآخر خلال فترة التخطية .
- Vb: سرعة السيارة المتجاوز عنها (كم/ساعة).

[٢٣] المرجع رقم (11)

- t : زمن رد الفعل (عادة يفترض 2.5 ثانية).
- V: سرعة السيارة المتجاوزة (كم/ساعة).
- T: الزمن الذي تستغرقه المركبة للقيام بعملية التجاوز (ثانية).
- A: تسارع السيارة المتجاوزة (كم/ساعة^2).

في حالة عدم معرفة سرعة السيارة المتجاوز عنها يمكن إيجادها من العلاقة التالية:-

$$Vb = (V - 16) \quad \text{.....4.26}$$

حيث V :السرعة التصميمية (كم /ساعة).

وتؤثر الميول الحادة في الطريق على مسافة الرؤية للتجاوز سواء كانت صعودا أو نزولا؛ فهي تزيد مسافة الرؤية للتجاوز الآمن.

$$PSD = 0.278\, v\, t + \frac{v^2}{254(f \pm N)} \quad \text{.....4.27}$$

حيث : N هي المجموع الجبري لميل مماسي المنحنى الرأسي.

4-6-4 طول المنحنى الرأسي (L) :

إن طول المنحنى الرأسي عنصر مهم في توفير مسافة رؤية كافية للتوقف حيث أن منحنى رأسي أطول يعني (SSD) أكبر لكن التكلفة ستكون أكبر ، والمنحنى الرأسي الأقصر أقل تكلفة لكن من الممكن أن لا يوفر (SSD) كافية للسائق ، لذلك يتم الاعتماد على عدة عوامل في تحديد طول المنحنى الرأسي وهي :

- مسافة الرؤية للتوقف (SSD) :

1- في حالة المنحنى الرأسي المقعر للأسفل (Crest Curve) :

- إذا كانت (SSD < L) :

$$Lm = \frac{A*SSD^2}{2185} \quad \text{.....4.28}$$

- إذا كانت (SSD < L) :

$$Lm = 2* SSD - \frac{658}{A} \quad \text{.....4.29}$$

2- في حالة المنحنى الرأسي المقعر للأعلى (Sag Curve) :

- إذا كانت (SSD < L) :

$$Lm = \frac{A*SSD^2}{120+3.5*SSD} \quad \text{.....4.30}$$

- إذا كانت (SSD < L) :

$$Lm = 2* SSD - \frac{120+3.5*SSD}{A} \quad \text{.....4.31}$$

- مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance) :

في حالة المنحنى الرأسي المقعر للأسفل (Crest Curve):

- إذا كانت (SSD < L) :

$$Lm = \frac{A*PSD^2}{864} \quad \text{.....4.32}$$

- إذا كانت (SSD < L) :

$$Lm = 2* PSD - \frac{864}{A} \quad \text{.....4.33}$$

5-6-4 الميول الرأسية العظمى (Maximum Vertical Grades) :

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

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

الجدول (4-1) يبين قيمة الميول الراسية العظمى بالاعتماد على العوامل السابقة [٢٤]

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

[٢٤] المرجع رقم (11)

7-4 التقاطعات على الطرق (Intersection Alignment) :

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.

أنواع التقاطعات:

١ - هناك عدة أنواع من التقاطعات تكون إما على مستوى واحد كالتقاطع البسيط والجرسي والتقاطع ذو القنوات ومسارب تغير السرعة مثل مسارب التباطئ والتسارع والدوران.

٢ - أو تكون تقاطعات على مستويين أو أكثر حيث تتقاطع الطرق على مستويات فوق بعضها البعض مع أو بدون رمبات تصل بين مستويين.

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

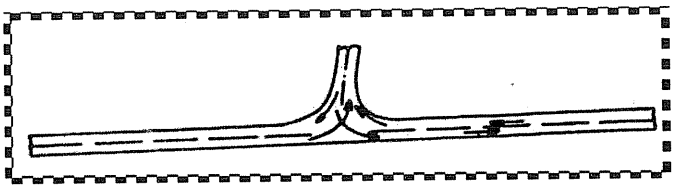
1-7-4 التقاطع البسيط:

إن هذه الأنواع من التقاطعات تكون بسيطة ورخيصة التكاليف وغير معقدة ، لاحتوائه على بعض الخطوط التي تحدد الطريق ، وبعض الإشارات لتوضيح أولوية حركة السير.

ونظرا لأن هذا النوع من التقاطعات يستعمل في المناطق غير المزدحمة بالسير فإنه لا يتم في مثل هذا النوع من التقاطع فصل السير المتجه عن اليمين عن المتجه إلى اليسار عن المتجه للإمام.

ومن أمثلة هذا التقاطع:

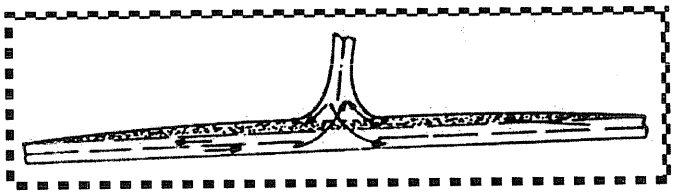
١ - الشكل البسيط جدا والذي تبقى فيه المسارب بعرض ثابت سواء في الطريق الرئيسي أو الفرعي كما هو مبين في الشكل (4-17) ، وخطورة هذا النوع تكمن في إن السيارات ستضطر إلى تخفيف سرعتها كثيرا عند محاولة الدوران إلى اليمين أو اليسار وقد تتوقف كليا.



الشكل (4-17) تقاطع بسيط [٢٥]

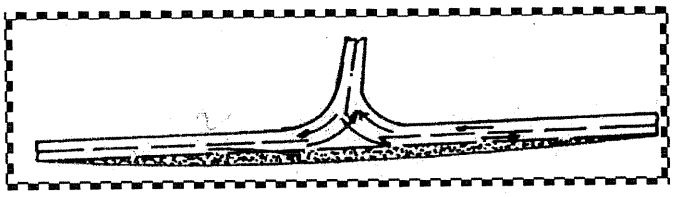
٢ - تقاطع بسيط مع توسيع الطريق عند التقاطع وذلك بإضافة مسرب يصلح للدخول وللخروج لمسافة تكفي لتباطؤ أو تسارع السير كما هو مبين في الشكل (4-18) .

وهذا النوع يعطي حرية للسيارات التي تريد الدخول أو الخروج من التقاطع بحركة دوران يمينية ولكنه لا يعطي حرية لمن يريد الدخول أو الخروج من التقاطع بحركة دوران يسارية.



الشكل (4-18) تقاطع توسيط مع توسعه[٢٦]

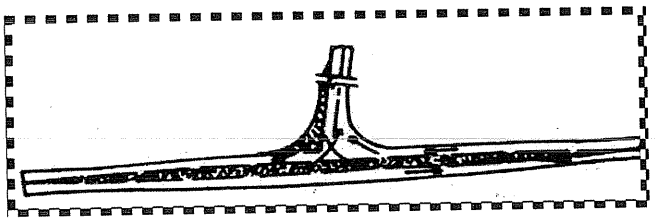
٣ - في هذا النوع من التقاطع يكون المسرب الإضافي من الجهة المقابلة ، وهذا عكس لما رأيناه في شكل (4-19) أي إن الحرية الآن أكثر للسير الذي يدور إلى اليسار وهذا يساعد السير المستمر في تجنب الاصطدام بالسيارات التي تريد الانعطاف يسارا وبنفس الوقت يحمي السيارات التي تدخل وتخرج .



الشكل (4-19) تقاطع مع مسرب اضافي [٢٧]

[٢٥] المرجع رقم (10)
[٢٦] المرجع رقم (10)
[٢٧] المرجع رقم (10)

٤ - في هذا النوع من التقاطع تتوسع الطريق لكي تصنع مسربا كاملا في الوسط من اجل المساعدة في الدخول والخروج وبدون إعاقة السير المستمر .



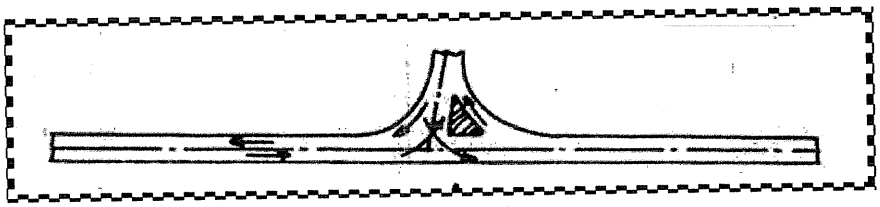
الشكل (4-20) تقاطع مع مسرب وسطي [٢٨]

4-7-2 التقاطع الجرسي:

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.

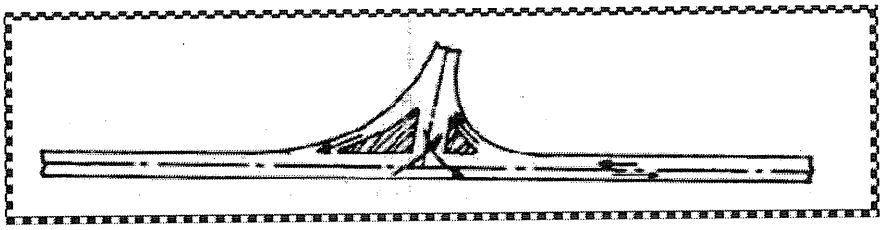
4-7-3 التقاطع ذو القنوات:

عند زيادة حجم المرور على التقاطع تقل قدرة السائقين على تنظيم حركة السير ، لذلك لا بد من توسيع التقاطع وتقسمه إلى مسارب بحيث تستوعب عدد المركبات وتساعد في تنظيم حركة السير على التقاطع والإشكال التالية تبين بعض أنواع هذا التقاطع.



الشكل (4-21) انعطاف دورة واحدة [٢٩]

[٢٨] المرجع رقم (10)
[٢٩] المرجع رقم (10)



الشكل (4-22) انعطاف مزدوج [30]

8-4 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق (Rain Water Drainage) :

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

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

8-4-1 أهمية تصريف المياه :

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

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

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

[30] المرجع رقم (10)

- زيادة نسبة الرطوبة يتسبب في تقليل قوة تحمل الرصف، وهذا يسبب زيادة عدم الإستقرار، وهذا ينعكس على قطاع الرصف ككل.
- زيادة نسبة الرطوبة تؤدى إلى تغيرات ملحوظة في حجم بعض أنواع التربة، وأيضا هذا يؤدي إلى انهيار سريع في قطاع الرصف.
- تواجد المياه السطحية على أكتاف الطريق و حواف الرصف يتسبب في مخاطر جسيمة قد تتمثل في التعجيل في بانهيار الميول الجانبية للطريق، حيث تقل قوى القص بينما تزداد القوة المسببة لإنزلاق الميول.
- في مناطق الصقيع و في حالة وجود المياه الأرضية قريبة من قطاع الرصف، يتعرض الطريق إلى حركة للأعلى خلال الشتاء، نتيجة لتجمد المياه وزيادة حجمها، وهذا يساعد في تشقق الرصف ويعجل بانهياره.
- في حالة الجسور العالية ويتسبب سريان المياه السطحية في تآكلها والتعجيل في انهيارها نتيجة للنحر الشديد الذي قد تتعرض له.

2-4-8 متطلبات صرف المياه من الطريق:

- تصريف الماء عن سطح الطريق وذلك بعمل ميلان في سطح الطريق (Cross Slope) و تكون نسبة الميلان عادة 2% وتزداد كلما كان السطح خشنا، أما ميلان سطح الطريق عند المنعطفات (التعلية – Super Elevation)، فيكون باتجاه واحد.
- قطع الطريق أمام المياه السطحية المتجهة من الأراضي المحيطة إلى حرم الطريق.
- تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الانحدار الكافي لتصريف المياه.
- منع المياه المتساقطة على سطح الطريق من النفاذ إلى داخل جسم الطريق، وذلك بجعل سطح الطريق غير مسامي لا تنفذ من خلاله المياه مع إغلاق الشقوق التي تظهر في السطح بأسرع ما يمكن.
- يجب أن يكون قطاع المصارف الجانبية المكشوفة ذات سعة وانحدار طولي مناسبين لصرف المياه المتجمعة.
- يجب أن لا تتسبب المياه السطحية المارة على سطح الطريق وعلى الميول الجانبية في تكوين حفر عرضية أو نحر بالتربة.
- يجب أن لا يزيد منسوب المياه الأرضية عن حد معين بالنسبة لأخفض نقطة لقطاع الرصف و المسافة الرأسية بين المنسوبين يجب أن لا تقل عن 1.2 متر .
- منع وصول المياه للطريق من التلال و المساحات القريبة من المنطقة، وذلك بعمل أفنية طولية موازية للطريق تتجمع فيها المياه وتنقلها بعيدا عن الطريق.
- بناء الاطاريف و البالوعات اللازمة في جمع وتصريف المياه.

3-4-8 أنواع صرف المياه[٣١]:

1- الصرف السطحي:

يتم تجميع المياه السطحية ثم التخلص منها بعد ذلك، ويتم التجميع أولا عن طريق مصارف طولية جانبية، ثم يتم التخلص منها بعد ذلك في أقرب مصرف عمومي أو مجرى مائي أو وادي .....إلخ، وقد يلزم الأمر للتخلص من هذه المياه إقامة بعض المنشآت الهيدروليكية البسيطة مثل العبارات.

2- تجميع المياه السطحية:

المياه المتساقطة على سطح الرصف تسيل جانبا، بسبب وجود الميول العرضية لطبقة الرصف، ومقدار هذا الميل يتوقف على نوع الرصف وكمية الأمطار المتساقطة وهي تتراوح من 1.5% إلى 3 % لسطح الطريق، و 4% الى 6% للكتف.

وفي الطرق الخلوية فتسيل المياه عرضيا من على الرصف إلى الأكتاف قبل وصولها إلى المصارف الطولية. ولذلك يجب أن تميل هذه الأكتاف عرضيا بميل مناسب لسرعة التخلص من المياه، ومنع تجميعها على الأكتاف، وتعمل المصارف الطولية مكشوفة وعلى شكل شبه منحرف كما هو موضح في المقطع العرضي التالي.

[٣١] المرجع رقم (8)

5 حجم وإشارات المرور

1-5 دراسات حجم المرور (Introduction to volume studies) [1]:

تجرى دراسات حجم المرور لتجميع بيانات عن أعداد المركبات أو المشاة التي تقطع نقطة محددة في الطريق خلال فترة زمنية محددة , وهذه الفترة تكون أقل من 15 دقيقة إلى أكثر من سنة اعتمادا على الهدف من استخدام البيانات المجمعة , ويمكن وضع البيانات التي تم جمعها في تصنيفات أخرى والتي يمكن أن تشمل اتجاه حركة المرور ومعدل إشغال المركبات للطريق بالإضافة إلى عمر المشاة .

وعادة تجرى دراسات المرور عند الحاجة إلى معرفة خصائص حجم المرور والتي هي كما يلي :

1-5-1 المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي Average Annual Daily Traffic (AADT) :

و هو حجم المرور السنوي مقسوما على عدد أيام السنة حيث انه المعدل للعد خلال 24 ساعة لمدة سنة وهذا النوع يستخدم :

- لتقدير فوائد مستخدمي الطريق .
- احتساب معدلات التحطم من حيث عدد الحوادث للسيارات .
- تحديد اتجاه حجم المرور .
- دراسة الجدوى الاقتصادية لمشاريع الطرق.
- تطوير برامج صيانة وتحسين الطرق .

1-5-2 المتوسط اليومي لحجم المرور Average Daily Traffic (ADT) :

وهي حجم المرور الكلي خلال فترة زمنية محدودة, عادة أكثر من يوم, أقل من سنة، مقسوما على عدد الأيام خلال الفترة الزمنية حيث انه معدل العد خلال 24 ساعة خلال فترة معينة تكون اقل من سنة وهو يستخدم :

- تخطيط الأنشطة على الطرق.
- قياس الطلب الحالي على الطريق .
- تقدير تدفق الحركة المرورية الحالية .

1-5-3 ساعة الذروة Peak Hour Volume (PHV) :

وهي أكبر عدد من المركبات تقطع نقطة محددة خلال 60 دقيقة متتالية وهي تستخدم :

- التصنيف الوظيفي للطريق .
- التصميم الهندسي للطريق مثل عدد الحارات و التقاطعات وإشارات المرور .
- تحليل قدرة الطريق .
- تحسين المرور من خلال العد الذي يتم الحصول عليه من الأجهزة الخاصة .
- التصميم الإنشائي لطبقات الرصف .

[1] المرجع رقم (12)

2-5 طرق إحصاء المركبات (حصر المرور) Methods of conducting volume counts [2] :

هنالك ثلاث طرق رئيسية و شائعة الاستعمال في حصر أعداد المركبات و هي:

1- العد الآلي:

إن هذه الطريقة هي الأكثر تطورا و تحتاج إلى أقل جهد و هي أكثر دقة و ذلك لأنها تعتمد على الأجهزة الكهربائية مثل الرادارات و الكاشفات التي توضع على جانبي الطريق كما و تستخدم الأشعة تحت الحمراء أو العيون الكهروضوئية ، ولكن و مهما بلغت دقة هذه الأدوات العصرية الحديثة فإن، فيها سيئة لا تخدم المهندس المصمم إذ لا تقوم بالتمييز بين حافلة و شاحنة وهذه الأدوات مهمة في حساب عدد المسارب أو عرض الطريق .
و يستخدم هذا النوع كثيرا في الحالات التي تتطلب فيها حصر لأعداد المركبات لفترات طويلة أو بشكل مستمر.

2- العد اليدوي:

و هي الطريقة المثالية لحصر أعداد المركبات, و عدد الركاب و ذلك في حالة وجود حارات متعددة و بحجم مرور كبير, حيث يقف الراصد عند محطة الرصد المحددة فيقوم بتدوين كل سيارة تمر حسب نوعها و حسب اتجاهها, و يفضل أن يكون معه جداول ليتم التعداد بسرعة و بدقة أكبر.

3 - العد بطريقة المركبة المتحركة:

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

ونظرا لعدم توفر الأجهزة الآلية و الكهربائية, فإنه لا مجال لاستخدام الحصر الآلي في هذا المشروع وذلك بسبب تكلفتها وعدم توفر الأجهزة اللازمة, و بالتالي فإن طريقة التعداد اليدوي هي الطريقة المناسبة و الأكثر دقة, و هي التي تم الاعتماد عليها, حيث تم التعداد في أيام مختلفة من الأسبوع, و في أوقات مختلفة في نفس اليوم, و ذلك للحصول على دقة أكبر خلال أوقات الذروة و في الأوقات العادية. فتم الرصد خلال أسبوع من السبت إلى الجمعة من تاريخ 2013/2/16 إلى 2013/2/22, فحصلنا على نتائج مختلفة تدل على أوقات الذروة.

[2] المرجع (15)

2-5-1 مكان انطلاق السير ووجهته النهائية

لا يمكن تصميم أي طريق على أسس علمية صحيحة دون القيام بمسح لنقطة الانطلاق و الوجهة , لأن طريقة قياس حجم السير بالشكل الذي بيناه سابقا , ما هو إلا شيء كمي .

إن المعلومات المتعلقة بمصدر حركة السير ووجهته النهائية و طول الرحلة و الغرض منها ووقتها و ذلك على الطريق الجبلية و الطريق المقترحة أمر في غاية الأهمية و يتم هذا المسح بعدة طرق :

- **بالمقابلة** : حيث يتم توقيف السيارات و سؤال ركباها أسئلة محددة عن مكان انطلاقها و وجهتهم و الهدف من الرحلة و عدد المرات التي يكررون فيها هذه الرحلة و هكذا .
- **رقم تسجيل المركبة** : حيث يتم وضع محطات مسح متعددة على طول المنطقة و يقوم كل فرد بتسجيل رقم المركبة التي تمر عن المحطة و الوقت الذي مرت فيه و عندما تمر السيارة على محطة أخرى يتم تسجيل رقمها و تاريخ مرورها و رقم تسجيلها.
- **طريقة بطاقة البريد** : حيث يتم إعطاء السائق بطاقة و عليها طوابع لكي يعبأها بالمعلومات المطلوبة و يرسلها بالبريد , و من مساؤها إن قسما كبيرا من السائقين لا يتجاوب مع الطلب .
- **طريقة تثبيت إشارات على السيارة عند أول محطة** : حيث يثبت عليها الوقت و رقم المحطة ثم تأخذ هذه الإشارة عند الخروج من منطقة المسح .

وهذا الجدول يبين ما تم الحصول عليه خلال عملية العد اليدوي لمدة أسبوع على فترات من الساعة (7:00-3:00)

الجدول (5-1) عدد المركبات خلال أسبوع

اليوم	الفترات الزمنية				العدد الكلي للمركبات	السيارات	الشاحنات	الباصات
	7-11 A.M		11-3 P.M					
	الزمن	عدد المركبات	الزمن	عدد المركبات				
السبت	7-8	92	11-12	58	572	558	14	0
	8-9	84	12-1	63				
	9-10	75	1-2	72				
	10-11	62	2-3	66				
الأحد	7-8	112	11-12	61	671	650	20	1
	8-9	95	12-1	67				
	9-10	87	1-2	100				
	10-11	76	2-3	73				
الاثنين	7-8	114	11-12	64	679	673	23	1
	8-9	93	12-1	72				
	9-10	82	1-2	79				
	10-11	70	2-3	105				
الثلاثاء	7-8	113	11-12	75	753	735	17	1
	8-9	100	12-1	77				
	9-10	91	1-2	96				
	10-11	82	2-3	119				
الأربعاء	7-8	98	11-12	75	674	661	11	2
	8-9	87	12-1	86				
	9-10	76	1-2	106				
	10-11	63	2-3	83				
الخميس	7-8	114	11-12	64	678	650	27	1
	8-9	84	12-1	85				
	9-10	71	1-2	91				
	10-11	66	2-3	103				
الجمعة	7-8	39	11-12	---	245	238	7	0
	8-9	44	12-1	---				
	9-10	35	1-2	41				
	10-11	52	2-3	34				

الجدول التالي يبين متوسط عدد المركبات في الساعة حسب نوع المركبة على مدار الأسبوع

الجدول (5-2) نسبة معدل عدد المركبات

الأيام	متوسط عدد المركبات/ ساعة		
	سيارات خاصة	شاحنات	باصات
السبت	70	2	0
الأحد	81	2	1
الاثنين	84	3	1
الثلاثاء	92	2	1
الأربعاء	83	1	1
الخميس	84	4	1
الجمعة	30	1	0
المجموع	524	15	5
معدل المركبات لكل ساعة	75	3	1

ويجب الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات المستخدم في التصميم وذلك بالتعويض عن أنواع المركبات بما يكافئها من مركبات صغيرة (عدد السيارات الصغيرة ×1، عدد الحافلات ×3، عدد الشحن×2.5) , والجدول التالي يبين ذلك

الجدول (5-3) العدد الكلي للمركبات لكل ساعة

نوع المركبة	عدد المركبات (مركبة / ساعة)	العدد المكافئ	العدد الكلي للمركبات
سيارة خاصة أو تاكسي	75	1	75
حافلة	1	3	3
شحن	3	2.5	8
المجموع الكلي			**86**

من خلال البيانات السابقة نستطيع حساب حجم المرور الساعي وعدد المسارب للطريق كما يلي :

- معدل المرور اليومي (ADT) : المجموع الكلي × 24 = 24 × 86 = 2064 مركبة/يوم

عند حساب عدد المسارب يتم حسابها وفقا لحجم المرور الحالي والمستقبلي ويكون المستقبلي في العادة خلال عشرين سنة حيث يتم ضرب معدل المرور اليومي بمعامل يساوي 2.5 , ويتم الحساب بناء على فترة تصميمية مقدراها 20 سنة .

- معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة = 2064 × 2.5 = 5160 مركبة / يوم

لحساب معدل المرور الساعي يتم اللجوء إلى العلاقة التالية لعدم توفر معلومات دقيقة عن حجم المرور في ساعة الذروة عدد المركبات في الساعة التصميمية (D.H.V) :

$$DHV = ADT \times k \quad \text{.....(5.1)}$$

حيث أن :

k : هي نسبة من حجم المرور اليومي (0.12-0.24) وعادة نأخذ المتوسط (0.16).

ADT : حجم المرور اليومي .

$$DHV = 5160 \times 0.16 = 825.6 = 826 \text{ veh/hr}$$

- حساب عدد المسارب ك يتم حساب عدد المسار بناء على DHV و السعة التصميمية للطرق , حيث ان شارعنا يعتبر من الدرجة الثالثة فان السعة التصميمية تكون 850 مركبة / ساعة .

عدد المسارب = $\frac{\text{السعة التصميمية}}{DHV} = \frac{850}{826} =$ 1 في كل اتجاه .

3-5 علامات المرور (Traffic Signs) :

عند فتح و تصميم الطرق لا بد من وجود أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لتضمن حسن الأداء و لتمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشأت من أجله الطريق، وعم المرور يتطرق إلى أمور عدة، كالاتجاهات و المسارب و التقاطعات و الوقوف و غير ذلك، وهذه الأمور لا تقل أهمية عن الطريق نفسه ولذلك يجب تنفيذها عند فتح الطريق.

3-5-1 أهداف علامات المرور:

إن علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة أو متقطعة، مفردة أو مزدوجة, يمكن ان تحمل اللون الأبيض أو الأسود أو الأصفر، كما يمكن أن تكون أسهما أو كتابة كلمات، و الهدف من وراء وضع هذه العلامات هي:

- تحديد المسارب وتقسيمها.
- فصل السير الذاهب عن القادم.
- منع التجاوز في المناطق الخطرة.
- منع الوقوف في المناطق التي لا يجوز فيها ذلك.
- تحديد أماكن عبور المشاة.
- تحديد أولوية المرور على التقاطعات.
- تحديد مواقف السيارات.
- تعيين الاتجاهات بالأسهم لتحديد الأماكن التي يتجه إليها السائق.
- تحيد جانبي الطريق.

3-5-2 الشروط الواجب توفرها في العلامات :

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

3-5-3 أنواع علامات المرور:

◄ **الخطوط:**

تكون الخطوط بعرض 10 سم، وهي إما متصلة أو متقطعة، حيث أن المتقطعة تستخدم لفصل المسارب و فصل السير في الاتجاهين، أما المتصلة تستخدم لفصل السير و منع التجاوز في آن واحد. على سبيل المثال، إذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب، يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب، و المتقطع من جهة السير القادم.

توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة، كما توضع خطوط صفراء متقطعة في المناطق التي يحظر فيها على السيارات المرور فوقها حيث تقوم هذه الخطوط مقام الجزر.

◄ **الكلمات:**

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف أو اتجه يمينا و غير ذلك، و يجب أن تكون الكلمة كبيرة ليتسنى قراءتها، وأن لا تزيد عن كلمة أو كلمتين، كما يجب أن تكون الأحرف مناسبة لموقع السائق.

◄ **الأسهم:**

قد تستعمل الأسهم بدلا عن الكلمات أو مع الكلمات كسهم يتجه رأسه لليمين مع كلمة اتجه لليمين.

◄ **اللون:**

يستعمل اللون الأبيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الأصفر لتحديد الجزر و مواقف السيارات، إلا أنه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الطريق.

◄ **المواد العاكسة :**

تستعمل بعض المواد التي تساعد على انعكاس الضوء خاصة في أيام الضباب، حيث يوضع مع الدهان بلورات زجاجية خاصة، و يمكن الاستفادة من بعض أنواع الحصمة و خاصة على الأكتاف لتأمين لون مخالف للون مسرب الطريق، و هذا ضروري في الليل لكي يبين حدود المسرب.

4-5 إشارات المرور (Traffic Signals) :

الهدف من الإشارات هو توصيل المعلومات للسائق أو الماشي، وتتألف من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الإثنين معا، بحيث تكون المعلومات واضحة و تناسب حالة السير و نوع الطريق.

4-5-1 مواصفات الإشارات :

◄ **أبعاد الإشارة :**

كلما كبرت الإشارة ضمن حدود معقولة، تحسنت رؤية السائق لها.

◄ **تباين الألوان في الإشارة:**

إن التباين ضروري جدا لتحقيق غايتين هما، ظهور الإشارة بالنسبة للمنطقة، و ظهور الكتابة بالنسبة للإشارة نفسها، وهذا التباين يتحقق باستخدام ألوان مختلفة ذات لمعان مختلف، كأن تكون الكتابة من لون فاتح و اللوحة من لون داكن، و أن تكون اللوحة من لون يتباين مع لون طبيعة المنطقة.

إذا كانت الإشارة كبيرة فيجب أن تكون الكتابة باللون الفاتح (ابيض) على أرضية زرقاء أو خضراء أو صفراء، أما إذا كانت اللوحة صغيرة فيجب أن تكون الكتابة داكنة على أرضية فاتحة.

◄ **الشكل:**

يجب أن تكون الإشارات منتظمة الشكل تتناسب مع الهدف الذي وضعت من أجله.

◄ **الكتابة :**

تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل منها نوع الكتابة وحجم الأحرف، وسماكة الخط، و الفسحات بين الكلمات والأسطر، وعرض الهامش، و يجب أن نختار الكتابة التي تناسب ذلك.

و الجدول (5-3) التالي يبين المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة و التقاطع الذي تدل عليه الإشارة :

الجدول (5-4) المسافة بين التقاطع والإشارة بالنسبة للسرعة

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

1-5-4 أنواع الإشارات:

1- إشارات التحذير: كإشارة انحدار حاد أو منعطف خطر و تكون هذه الإشارات مثلثية الشكل.والجدول التالي يبين بعض هذه الإشارات.

الجدول (5-5) الإشارات التحذيرية

الإشارة							
الدلالة	مفترق طرق أمامك (تفرع T)	أولاد على الشارع	أمامك ممر مشاة	مفترق تقاطع طرق	انعطاف حاد نحو اليسار	أعط حق الأولوية لحركة السير أمامك	انعطاف إلى اليمين

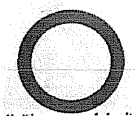
2- إشارات الأوامر : على سبيل المثال (قف، خفف السرعة، و غير ذلك) وتكون مستديرة الشكل أو مسدسة كما في الجدول التالي :

الجدول (5-6) إشارات الأوامر

الإشارة		
الدلالة	قف . أعط حق الأولوية لحركة السير على الجهة المقابلة	سرعة خاصة. لا يجوز السير بسرعة تزيد عن السرعة المحددة

3- إشارات المنع : على سبيل المثال ممنوع المرور، و تكون مستديرة الشكل كما هي موضحة في الأشكال التالية.

الجدول (5-7) إشارات المنع

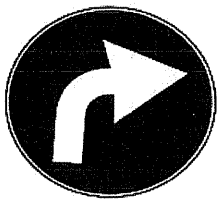
الإشارة		
الدلالة	ممنوع الانعطاف نحو اليسار	مغلق أمام جميع وسائل النقل

4- إشارات التعليمات : (التوجيه) مثل مكان وقوف، استراحة، وتكون مربعة أو مستطيلة الشكل كما في الشكل التالي .

Parking

الشكل (5-1) إشارة توجيهية

5- إشارات إرشادية : يجب استعمالها على التقاطعات. كما في الشكل التالي:



أمامك اتجاه إجباري لليمين

الشكل (5-2) إشارة إرشادية

5-5 الإضاءة على الطرق (Highway Lighting):

إن إضاءة الشوارع تخفض من حوادث الطرق، كما تساعد الإضاءة السائق على قيادة سيارتة في الليل بنفس السرعة التي يقود بها في النهار، مما يقلل من وقت الرحلة، مما يؤدي إلى توفير كبير في الوقت و الذي له فوائد جمة، و الإضاءة مفيدة أيضا للمشاة، حيث تجنبهم الأخطار و تمكنهم من رؤية الطريق بوضوح، بالإضافة إلى أنها ضرورية من الناحية الأمنية.

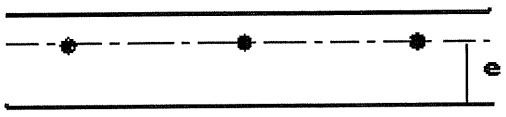
5-5-1 مواصفات الإضاءة على الطرق :

- الاهتمام بمكان أعمدة الإضاءة من حيث تثبيتها في الجزيرة الواقعة في وسط الطريق أو على الأرصفة فقط أو على الأرصفة و الجزيرة معا.
- الاهتمام بأبعاد الأعمدة كارتفاعاتها وأطوال أذرعها و المسافات بينها و دراسة هذه الأمور دراسة وافية.
- الاهتمام بنوع المصابيح المستعملة، حيث أن لكل نوع مزاياه و نواقصه، فبعض المصابيح يتأثر بالأمطار و الرياح و الضباب و بعضها يحتاج إلى صيانة مستمرة.
- نوع سطح الطريق، ومدى قدرته على عكس الإضاءة، يؤثر على اختيار نوع المصابيح، وعلى توزيع الأعمدة على الطريق.
- الاهتمام بتوزيع الإضاءة، حيث أن الإضاءة يجب أن توزع بانتظام لأن ذلك يقرر توزيع الأعمدة و أبعادها.

5-5-2 طريقة توزيع الإضاءة على الشارع (Arrangement) :

حيث يتم توزيع الإضاءة على الشوارع بعدة طرق منها:

1- توزيع على جهة واحدة (Single Side) كما في شكل (5-3), حيث يلجأ إلى هذا الترتيب إذا كان ارتفاع عمود الإنارة (**h**) اكبر من المسافة بين موضع العمود وطرف الشارع (**e**).

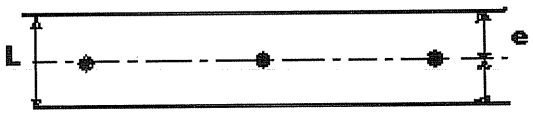


h > e

الشكل (5-3) توزيع الأعمدة في جهة واحدة[3]

[3] المرجع رقم (12)

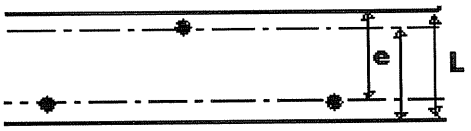
2- توزيع الأعمدة في المنتصف (على الجزيرة) (**Central Arrangement**), كما في شكل (5-4), حيث يلجأ لهذه الطريق إذا كان عرض الشارع (**L**) اقل من طول العمود (**h**) مرة ونصف.



L < 1.5 h

الشكل (5-4) توزيع الأعمدة في المنتصف[4]

3- توزيع الأعمدة بشكل ترنحي(**Staggered Arrangement**) كما في شكل (**5-5**), ويلجا لهذه الطريقة إذا كانت **h** اقل من **e**, و **L** اقل من **1.5 h**.

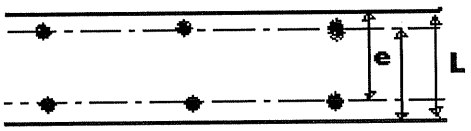


h < e

L < 1.5h

الشكل (5-5) توزيع الأعمدة بشكل ترنحي

4- توزيع الإنارة بشكل متقابل (**Opposite Arrangement**) كما في شكل (5-6), ويستخدم هذا الترتيب عندما يكون **L** اكبر من **h** مرة ونصف, أو **h** اكبر نصف **L**.



L > 1.5 h

h > L / 2

الشكل (5-6) ترتيب الإنارة بشكل تقابلي[5]

[4] المرجع رقم (12)
[5] المرجع رقم (12)

5-5-3 ارتفاع أعمدة الإنارة:

يختلف ارتفاع أعمدة الإنارة حسب عرض الطريق، نوعية المصابيح المستخدمة, حسب سطح الطريق, والمنطقة المحيطة بالأعمدة, وعادة يستخدم ارتفاع أعمدة الإنارة 7.5, 10, 12 متر والمسافة عن مركز المصباح الى جانب الطريق (Overhangs) 1.5, 2, 2.5 متر على الترتيب.

5-5-4 المسافة بين أعمدة الإنارة:

حيث تختلف المسافة بين الأعمدة حسب ارتفاع العمود وعرض الطرق, وعادة تؤخذ من 3 إلى 4 أضعاف ارتفاع العمود. كما أن المسافة على التقاطعات تقل عن المسافة في الطريق الرئيسي وعادة تكون نصف المسافة المستخدمة.

ويوضح الجدول(5-7) التالي العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطرق وارتفاع العمود.

الجدول (5-8) يبين العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطرق وارتفاع العمود والمسافة عن حافة الطرق[6]

Group	Mounting Height H m	Effective Width, W m										Max Overhang A m
		7.62	9.14	10.69	12.19	13.72	15.24	16.76	18.29	19.81	21.34	
		Maximum spacing , S m										
A1	7.26	30.5	25.3	21.3	18.3	16.8						1.82
	9.14	36.6	6	30.5	27.4	24.4	21.3	19.8				2.29
	10.69	42.7	36.6	42.7	38.1	33.5	30.5	27.4	24.4	22.9		2.59
	12.19	48.8	42.7	48.8	48.8	42.7	39.6	35.1	32.0	30.5	27.4	2.90
			48.8									
A2	7.62	33.5	30.5	25.9	22.9	19.8						1.82
	9.14	39.6	39.6	38.1	33.5	29.0	25.9	24.4				2.29
	10.69	47.2	47.2	47.2	45.7	39.6	36.6	33.5	30.5	27.4		2.59
	12.19	53.3	53.3	53.3	53.3	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5	2.90
A3	7.62	36.6	36.6	32.0	27.4	24.4						1.82
	9.14	44.2	44.2	44.2	39.6	35.1	32.0	29.0				2.29
	10.69	51.8	51.8	51.8	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5		2.59
	12.19	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9	56.4	51.8	47.2	42.7	39.6	2.90

[6] المرجع رقم (12)

حيث:

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

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

A3 : الإنارة للشوارع ذات المرور المتوسط مثل الطرق الريفية الرئيسية (Main rural roads) , أو (Minor urban roads).

وبما أن عرض الشارع الذي نقوم بتصميمه حوالي 14 مترا، ويقع ضمن المجموعة A2 , كما أن عرض الشارع (L) اصغر من 1.5 h.

L <1.5 h

14 < 1.5 * 10

14 < 15 m

لذلك سنستخدم الطريقة الثالثة (Staggered Arrangement) في عملية توزيع أعمدة الإنارة,

وبالاعتماد على الجدول (5-7), فسيكون توزيع الأعمدة على النحو التالي:

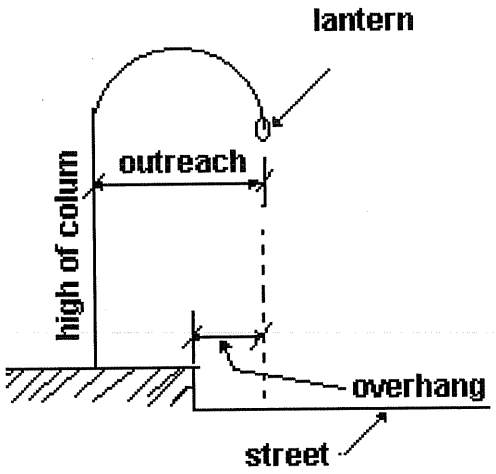
ارتفاع العمود: 10 متر

المسافة بين الأعمدة: 30 متر

المسافة من مركز المصباح إلى جانب الطريق (Overhang): 2.45 متر

ونحتاج تقريبا الى 33 عمود إنارة على الطريق الذي يبلغ طوله 1050 م

ويوضح الشكل (5-7) عناصر عمود الإنارة.



الشكل (5-7) عناصر عمود الإنارة[7]

[7] المرجع رقم (15)

6 التصميم الإنشائي

1-6 مقدمة (Introduction) :

التصميم الإنشائي : هو التصميم الذي يهتم بتحديد طبقات الرصف المناسبة للطريق وسماكة كل طبقة رصف بما يتناسب مع حجم المرور علي الرصفة وخواص مادة الرصف.

2-6 أنواع الرصف (Pavement Types) :

يتم تحضير السطح الترابي للطريق وتحسين خواص التربة الطبيعية بدمكها دمكا جيدا لأقصى كثافة عند كمية الماء المثالية أو تثبيتها بمواد مثبتة إذا تطلب الأمر ذلك ، وبعد تحضير سطح الطريق الترابي توضع عليه طبقات تعرف بطبقات الرصف والهدف من هذه الطبقات تحمل كل الاجهادات الناتجة من حركة المرور ونقلها إلى طبقة الأساس وأنواع الرصفات هي :

1- الرصفة المرنة (Flexible Pavement) [1] :

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

- **رصفة تلفورد :** وهي الرصفة الإنجليزية القديمة ، وتستخدم فيها الحجارة بسماكة 20 سم تقريبا ، ومن ثم تحشية ما بين هذه الحجارة الكبيرة بحجارة صغيرة ، حيث كان يحدد عرض الطريق في الماضي بحجارة تسمى حجارة الشك ثم تغطى هذه الرصفة بطبقة من الصرار سماكاتها 10سم تقريبا ، وبعد دمك هذه الطبقة ، ترش طبقة دقيقة من الحصمة الفولية لملئ الفراغات ، ثم تليها طبقة من الحصمة الحمصية مع الرمل ثم الطبقة الإسفلتية.
- **رصفة الفرشيات :** وقد انتشر استخدام هذه الطريقة في منتصف الخمسينيات ، حيث يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصفة بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البسكورس وفرشها بالسمك المطلوب ، وتفرد هذه الطبقات بحيث لايتجاوز سمك كل طبقة عن 20سم .

2- الرصفة الصلبة (Rigid Pavement) [2] :

تتكون الرصفة الصلبة من طبقة خرسانية يتراوح سمكها ما بين (30 – 15) سم ، وتصب على التراب مباشرة أو على أساس حصوي ، وقد تكون هذه الطبقة مسلحة أو غير مسلحة ، وتصب بشكل قطع ، ويتراوح طول كل قطعة ما بين (50 –20) م للخرسانة العادية ، وقد يصل طول القطعة إلى 300 م للخرسانة المسلحة ، وقد سميت الرصفة الصلبة بهذا الاسم لأنها لا تكون ملاصقة للسطح الترابي ولا تأخذ شكله.

أما نوع الرصف الذي سنستخدمه في مشروعنا فهو الرصف المرن .

[1] المرجع رقم (8)
[2] المرجع رقم (8)

3-6 طبقات الرصفة المرنة (Flexible Pavement Layers) :

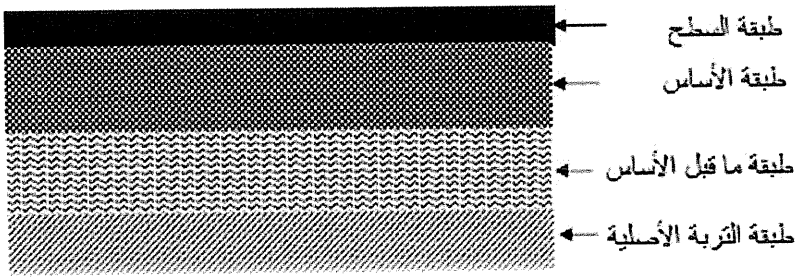
تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل(1-6) من الطبقات التالية :

1- طبقة التربة الأصلية (Sub Grade): وتكون عادة من المواد الموجودة على طول الطريق ومن المواد المنقولة من مناطق القطع ، وتدمك هذه الطبقة حتى تصل إلى القوة المطلوبة ، وإذا لزم الأمر فقد يتم عمل تثبيت لهذه التربة لتصل إلى القوة أو المقاومة المطلوبة .

2- طبقة ما قبل الأساس (Sub Base) :وهي الطبقة التي تنشأ مباشرة فوق طبقة القاعدة الترابية . إذا كانت خواص القاعدة الترابية مساوية لخصائص هذه الطبقة فيمكن الاستغناء عن هذه الطبقة ، وإذا لزم الأمر يتم إجراء عملية تثبيت لهذه الطبقة لتصل إلى المقاومة المطلوبة .

3- طبقة الأساس (Base Course) : وتنشأ هذه الطبقة فوق طبقة ما تحت الأساس وهي تتكون من مواد حصوية متدرجة ، كالحجارة المكسرة ، وهو ما يعرف في بلادنا بالبسكورس وهو غالبا يتكون من مخلفات الكسارات . ويجب إجراء الفحوصات اللازمة على هذه المواد ، ومقارنة مواصفاتها بالمواصفات القياسية المعتمدة .

4- الطبقة السطحية الإسفلتية (Asphalt Surface) : وهي خلطة إسفلتية توضع فوق طبقة الأساس بعد رش طبقة تشريب (Prime coal) .



الشكل (6-1) طبقات الرصفة المرنة [٣]

[٣] المرجع رقم (15)

4-6 الفحوصات المخبرية لتربة الموقع (Soil Tests) :

إن التربة هي من أكثر المواد أهمية في إنشاء الطرق ويتطلب ذلك المعرفة الجيدة بالمسائل المتعلقة بها وتفهم خصائصها وسلوكها ، وان أهم الخصائص التي يراد تحديدها للتربة هي مقاومتها للإجهاد وخواص الانضغاط وتأثرها بالرطوبة للتأكد من صلاحية الأرض للحفر الردم وشق الطريق بالإضافة إلى التأكد من صلاحية المواد الموجودة لإنشاء الجسم الترابي للطريق ولذلك نقوم بإجراء اختبارات مختلفة على عينة التربة المأخوذة من الموقع لفحص خواص التربة ومن هذه الاختبارات :

1- اختبار الدمك (Proctor Compaction Test).
2- نسبة تحمل كاليفورنيا CBR (California Bearing Ratio) .

4-6-1 اختبار الدمك (Proctor Compaction Test) :

يمثل دمك التربة أحد المتطلبات الرئيسية في المشاريع المرتبطة بأعمال التربة والتي من أهمها الطرق ، ويعرف دمك التربة بأنه الطاقة الميكانيكية التي تؤدي إلى زيادة كثافتها وذلك بطرد الهواء الموجود بين حبيباتها والهدف من الدمك هو :

- زيادة قوة تحمل التربة .
- الحد من هبوط التربة .
- تقليل النفاذية في التربة .
- زيادة عامل الأمان ضد انزلاقات التربة .
- التقليل من تأثير التجمد والانكماش والانتفاخ للتربة .

وتعتمد عملية الدمك على أربع عوامل رئيسية وهي :

1- طاقة الدمك (Compaction effort) .
2- نوع التربة وتدرجها (Soil type and Gradation) .
3- الكثافة الجافة (dry density) .
4- المحتوى الرطوبي (Moisture content) .

حيث أن هناك نوعين من اختبار الدمك (اختبار بروكتور المعدل) و (اختبار بروكتور القياسي) ، وقمنا بتنفيذ اختبار بروكتر المعدل (Modified Proctor Test) حسب مواصفات (ASTM D- 698-78) على العينة التي أحضرناها من الموقع حيث أن العينة أخذت على عمق 40 سم تقريبا .

وتم تنفيذ التجربة تحت إشراف المهندس فادي مسودة والمهندسة أفنان في يوم الاثنين الموافق 26/3/2013.

و إن الهدف الرئيسي من هذه التجربة هو تحديد نسبة الكثافة القصوى الجافة (γdry) ونسبة الماء المثالية (OMC) .

4-6-1-1 الأدوات والأجهزة المستخدمة لتنفيذ اختبار بروكتور المعدل(Modified Proctor Test) :

- قالب بروكتور المعدل مع الغطاء المتحرك وحجمه (944 سم^3).
- مطرقة بروكتور المعدلة والتي يساوي وزنها (10) باوند ويتم إسقاط هذه المطرقة عن ارتفاع 18 إنش.
- وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء ومسطرة.
- منخل رقم 4 أو ¾"
- جفنات صغيرة.
- ميزان وفرن للتجفيف

4-6-1-2 خطوات تنفيذ الاختبار :

1- نجهز حوالي 4 كيلو غرام من التربة المارة من منخل رقم 4 والي يتم تحديد نسبة الرطوبة الطبيعية لها ، ثم يضاف لها الماء للحصول على محتوى مائي (4%) ثم نخلط التربة جيدا.
2- نقوم بقياس وزن قالب الدمك مع القاعدة.
3- نقوم بدمك التربة على خمس طبقات، وندمك كل طبقة 25 ضربة وأثناء تجهيز الطبقات نقوم بتهشير سطح كل طبقة باستخدام المسطرة الحديدية وذلك حتى تتماسك الطبقات مع بعضها البعض.
4- افصل الحلقة عن القالب وباستخدام المسطرة أزل التربة الزائدة لتتساوي مع سطح القالب ، وفي حالة وجود فجوات أضف مواد ناعمة أو خشنة لملء الفراغات.
5- نقيس وزن القالب القياسي مع القاعدة والتربة المدموكة.
6- نفصل القاعدة ثم أستخرج عينة التربة.
7- نأخذ عينة من التربة المدكوكة من أسفل ووسط وأعلى القالب (حوالي 100غرام) لتحديد المحتوى المائي.
8- أمزج التربة مع التربة المتبقية وأضف 3% من الماء وأخلطها جيدا.
9- أكرر الخطوات من (8-4) عدة مرات حتى الأحظ أن وزن القالب مع القاعدة والتربة بدأ يقل رغم زيادة الماء ثم أسجل بعدها محاولتين.
10- بعد حساب الكثافة الجافة للتربة نقوم برسم منحنى العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى المائي على رسم بياني والكثافة الجافة القصوى تمثل أعلى نقطة من المنحنى ويمثل المحتوى المائي لهذه النقطة المحتوى الرطوبي الأمثل.

والجدول التالي يبين النتائج التي تم الحصول عليها من التجربة :

الجدول (6-1) نتائج اختبار بروكتور المعدل

اليوم : الاثنين **التاريخ : 25.3.2013**

رقم المحاولة	1	2	3	4	5
نسبة الماء المضافة %	3%	6%	8%	11%	13%
وزن القالب فارغ W1	3358.4	3358.4	3358.4	3358.4	3358.4
وزن القالب مملوء بالتربة الرطبة W2	5160.2	5230.1	5260.6	5248.2	5229.5
وزن التربة الرطبة (W2-W1)	1801.8	1871.7	1902.2	1889.8	1871.1
رقم الجفنة	22	B19	B7	B2	27
وزن الجفنة فارغة W3	26.6	32.2	31.3	32.9	31.4
وزن الجفنة وعينة التربة الرطبة W4	175.9	215	192.7	220.3	250.5
وزن الجفنة وعينة التربة الجافة W5	161	191.7	170	191.6	212
كثافة التربة الرطبة γwet (غم/سم^3)	1.908	1.983	2.015	2.002	1.982
المحتوى الرطوبي Wc%	11.08	14.6	16.4	18.08	21.3
كثافة التربة الجافة γdry (غم/سم^3)	1.718	1.730	1.731	1.695	1.634

4-6-1-3 القوانين والحسابات :

- كثافة التربة الرطبة (γwet) :

$$\gamma \text{ wet} = \frac{W2-w1}{V} \quad \text{.....(6.1)}$$

- نسبة الرطوبة (Wc%) :

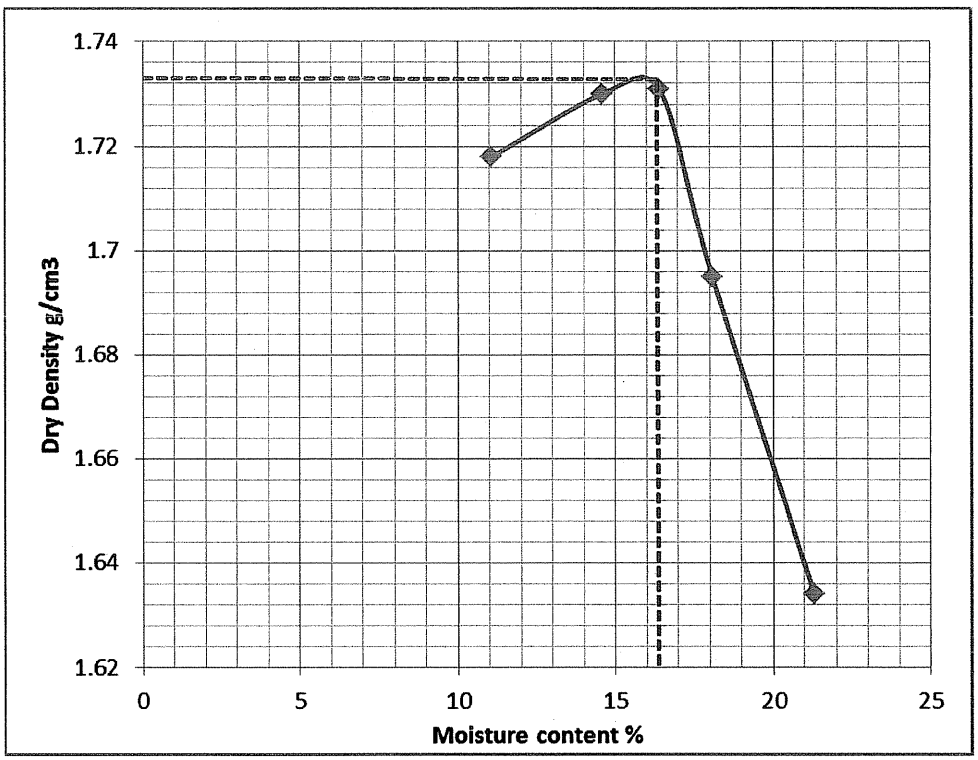
$$Wc\% = \frac{W4-W5}{W5-W3} \quad \text{.....(6.2)}$$

- كثافة التربة الجافة (γdry) :

$$\gamma dry = \frac{\gamma wet}{(1+Wc)} \quad \text{.....(6.3)}$$

والحسابات مبينة في الجدول (6-1) .

بعد ذلك نقوم برسم العلاقة بين المحتوى المائي (Wc%) و الكثافة الجافة (γdry) وتحديد نسبة الماء المثالية عند اكبر قيمة لكثافة التربة الجافة من خلال العلاقة كما في الشكل (6-2) .



الشكل (6-2) منحنى العلاقة بين المحتوى الرطوبي والكثافة الجافة

من خلال الشكل المبين أعلاه نستنتج أن :

نسبة الماء المثالية (Optimum Water Content) = 16.4%

الكثافة الجافة القصوى (Maximum Dry Density) = 1.731 g/cm^3

4-6-2 اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ration Test)[٤] :

وهو عبارة عن قياس الحمل اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة معينة في عينة التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة، وحساب نسبة هذا الحمل أو الضغط إلى الحمل أو الضغط القياسي عند الغرز للإبرة مقداره 2.5ملم أو5ملم ويعطي هذا الاختبار معلومات عن مدى انتفاخ التربة ومقدار القوة المفقودة للتربة عندما تكون التربة مشبعة بالماء ، كما تعطي نسبة التحمل لكاليفورنيا تصوراً عن تصرف التربة تحت الإسفلت (مواد الأساس) ، ويمكن عمل الاختبار في الحقل أو المعمل، ويوضح الجدول التالي بعض القيم لنسبة التحمل.

ويوضح الجدول التالي بعض قيم نسبة تحمل كاليفورنيا بناء على النظام الموحد (USC) ونظام الآشتو(AASHTO):

جدول رقم (6-2) يوضح بعض قيم نسبة التحمل (CBR)[٥]

نسبة التحمل (CBR)	تصنيف المواد	مجال الاستخدام	النظام الموحد USC	نظام AASHTO
0-3	ضعيفة جدا	القاعدة الترابية	OH,CH,MH,OL	A5 ,A6,A7
3-7	ضعيفة	القاعدة الترابية	OH,CH,MH,OL	A4 , A5 A6,A7
7-20	مقبولة	تحت الاساس	OH,CH,MH,OL	A2 , A4 A6,A7
20-50	جيدة	أساس و تحت الأساس	GC,SW,GM SM ,SP,GP	A1b , A2 – 5, A3,A2-6
أكبر من 50	ممتازة	أساس	GW ,GM	A1a A2-4,A3

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

جدول (6-3) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن[٦]

الطبقة	نسبة تحمل كاليفورنيا (%)
طبقة التأسيس(Sub grade)	8 كحد أدنى
أساس مساعد (Sub –base course)	40 كحد أدنى
أساس(Base course)	80 كحد أدنى

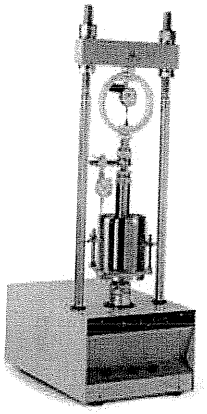
[٤] المرجع رقم (17)
[٥] المرجع رقم (17)
[٦] المرجع رقم (17)

وتستخدم القيم القياسية الموضحة في الجدول التالي لحساب نسبة التحمل:

جدول (6-4) حساب نسبة التحمل (CBR)[٧]

وحدة الوزن القياسية (ميجا باسكال)	مقدار الاختراق (ملم)
6.9	2.5
10.3	5.00
13.00	7.5
16.00	10
18.00	12.7

والشكل التالي يبين الجهاز المستخدم في إجراء هذه التجربة:



شكل (6-3) الجهاز المستخدم في تجربة(CBR).

تكمن أهمية اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا في أنه يُساعد في الحكم على قابلية عمل طبقة التربة كطبقة أساس أو أساس مساعد في الطريق وأيضا يُساعد في تصميم سُمك رصفة الطريق(Pavement thickness) ، وتوجد لهذا الغرض منحنيات خاصة.

ويمكن تلخيص مبدأ هذا الفحص كما يلي :

يتم غرز أداة قياسية أسطوانية الشكل (مكبس) في التربة وبسرعة محددة، ومن خلال العلاقة بين قوة الغرز أو مقاومة الغرز وقيمة الغرز (Load-Penetration relationship) (يمكن إيجاد قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا(CBR) وتعّرف قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا بأنها النسبة بين الأحمال اللازمة لغرز المكبس الأسطواني (مساحته 3 إنش مربع) مسافة معينة داخل عينة مدموكة من التربة لها رطوبة وكثافة معينتين، وبين الأحمال القياسية اللازمة لغرز المكبس لنفس العمق في عينة قياسية من الأحجار المكسرة(Crushed stone).

[٧] المرجع رقم (8)

وبما أن قيمة تحمل كاليفورنيا تلزم للتربة المدموكة، فإن الفحص في المختبر يجري على عينة التربة بعد إيصالها إلى نسبة الدمك المطلوبة، أي عندما تكون لها كثافة مشابهة لكثافة التربة المطلوبة بعد دمكها، وكذلك، عند نفس محتوى الرطوبة (محتوى الرطوبة المثالي). ولهذا، فإن فحص الدمك لعينة معينة من التربة يسبق فحص نسبة تحمل كاليفورنيا لها، لأنه يعطي محتوى الرطوبة المثالي (Optimum Moisture) والكثافة الجافة القصوى (Maximum dry density)للتربة و يجب ملاحظة أنه عندما تكون نسبة التحمل عند اختراق 5 ملم أكبر من نسبة التحمل عند اختراق 2.5 ملم يجب إعادة الاختبار مرة أخرى

4-6-2-1 الأدوات المستخدمة في التجربة :

لقد تم إجراء الاختبار تبعا لمواصفات (AASHTO T 193) .

1 قالب الدمك الأسطواني (Mold) بحجم 2125 سم^3.
2-حلقة Collar وقاعدة Base Plate .
3- مطرقة الدمك المعدلة (Rammer) اليدوية بوزن 10 باوند.
4- آلة قياس الضغط مثبت عليها إبرة الاختراق (Loading Machine) بمعدل ضغط تقريبا 1.25 ملم/ث.
5- ميزان وفرن تجفيف.

4-6-2-2 خطوات عمل الاختبار :

- نجهز حوالي 6 كيلو غرام من التربة المارة من منخل رقم 4 ونخلطها جيدا مع كمية الماء بنسبة 6% من وزن العينة.
- نأخذ عينات من التربة لتحديد المحتوى المائي.
- نحسب وزن القالب الاسطواني (Mold) بدون الحلقة والقاعدة.
- نربط القاعدة والحلقة المعدنية والأسطوانة مع القالب ثم نضع ورقة الترشيح.
- ندمك التربة حسب طريقة الدمك المعدلة التي تم إجراؤها في اختبار الدمك المعدل السابق وتدمك العينة على 5 طبقات وكل طبقة تدمك 55 ضربة .
- نفصل الحلقة المعدنية عن القالب الاسطواني ثم نزل التربة الزائدة ليتساوى سطح التربة مع سطح القالب وفي حالة وجود فجوات نضيف تربة لسدها من نفس التربة.
- نفصل القاعدة والاسطوانة ثم نحسب وزن القالب الأسطواني مع التربة ، ومنه نحدد وزن وكثافة التربة.
- نضع ورقة ترشيح على القاعدة ثم أقلب العينة وأربط القالب مع القاعدة.
- ضع العينة في آلة قياس الضغط ثم نضع أوزاناً لا تزيد عن 4.5 كيلو جرام ونصفر مؤشر الضغط وكذلك مؤشر الاختراق.
- نقوم بزيادة قيمة الضغط والاختراق للعينة.
- بعد انتهاء الاختبار نستخرج عينة التربة ثم نأخذ عينات من الثلث الأول والوسط والأخير لتحديد المحتوى المائي للتربة المدموكة.
- نرسم منحنى الضغط (كيلو باسكال) مع الاختراق (ملم) ثم نسجل مقدار الاختراق عند 2.5 ملم و5ملم ثم نحدد قيمة التحمل باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)} = \frac{\text{مقدار الضغط في الاختبار}}{\text{مقدار الضغط القياسي}} \times 100\% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6.4)$$

وفيما يلي جداول تبين النتائج التي توصلنا إليها خلال إجراء الاختبار :

California Bearing Ration Test (CBR)

Sample No.1
Description of soil : طبقة الأرضية
Empty Mold weight = 7734 g
Mold with wet soil weight = 12396
Mold volume = 2125 cm^3
Wet Density = 2.194 g/cm^3
Method of test : **AASHTO T 193**

Date : Thursday 28.3.2013

O.M.C = 6%
Piston area = 19.35cm^2
1 Diverge = 2.54kg
Max.dry density = 2.069 g/cm^3

الجدول (5-6) نتائج اختبار (CBR)

Depth of penetration mm	Standard Resistance to penetration Kg/cm^2	Dial Reading	Resist kg/ cm^2 = dial reading × 2.54/19.35	Correct Resist Kg/ cm^2	CBR %
0.5		10	1.31		
1		17	2.23		
1.5		18	2.36		
2		22	2.89		
2.5	**70.35**	**26**	**3.41**	**3.41**	**4.85**
3		45	5.91		
3.5		49	6.43		
4		52	6.83		
4.5		56	7.35		
5	**105.35**	**66**	**8.66**	**8.66**	**8.22**
5.5		70	9.06		
6		73	9.58		
6.5		78	10.24		
7		83	10.90		
7.5		86	11.29		
8		90	11.81		

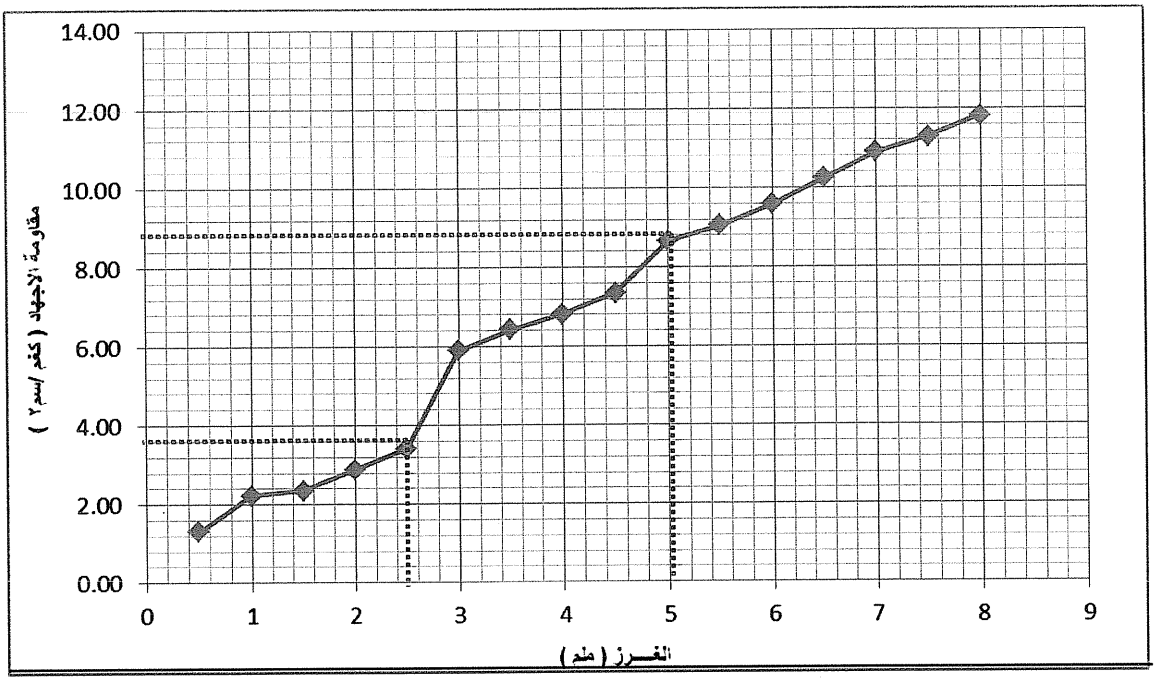
Tested by : Rami ideast-Rashed sarhan-Ahmad odeh
Supervisor: Eng. Fadi Maswadeh

بعد الحصول على النتائج المبينة في الجدول أعلاه نحسب قيمة CBR عند 2.5 ملم و 5 ملم ونأخذ القيمة الأكبر ونقارنها مع قوة كاليفورنيا ، حيث أن القيمة المعتمدة هي 8.22% عند غرز 5 ملم .

$$\text{CBR at 2.5 mm} = \frac{3.41}{70.35} \times 100\% = 4.85\%$$

$$\text{CBR at 5 mm} = \frac{8.66}{105.35} \times 100\% = 8.22\%$$

نقوم برسم أفضل منحنى بين قيم الغرز(ملم) ومقاومة الإجهاد (كغم/سم^2) كما يوضحه الشكل (6-3) ونحدد قيمة مقاومة الإجهاد عند غرز 2.5 ملم و 5 ملم :



الشكل (6-4) منحنى العلاقة بين الإجهاد والغرز

بناء على جدول المواصفات (6-3) فإننا نستطيع تحديد صلاحية الطبقة التي أخذت منها العينة وكما يوضح الجدول فان قيمة (CBR) التي تساوي (8.22%) تقع ضمن المواصفة الأولى (8% كحد أدنى) ولذلك هي تعتبر طبقة تأسيس (Sub grade).

5-6 تصميم الرصفة المرنة (Flexible Pavement Design)[٨] :

هناك عدة عوامل تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO وهي :

- حجم المرور (Traffic Volume) : ويتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية معادلة لحمل مقداره (80000 kn) 18 kips على المحور المفرد ، وقد تم إجراء عدة دراسات وجداول من أجل تحويل أحمال المرور إلى أحمال قياسية مكافئة لحمل قياسي مقداره 18 kips .
- خصائص ومقاومة التربة والمواد المستخدمة في كل طبقة من طبقات التربة بالإضافة إلى طبقة ال sub grade .
- الأحوال الجوية التي تسود موقع الطريق .
- معامل الخدمة (Serviceability Index) : وهو معامل يحدد لنا أداء الرصفة وحالتها ، وتقدير مستعمل الطريق لها ، فهو الذي يحدد إن كانت حالة سطح الطريق مقبولة أم لا ، وهو يعتمد على الهدف من إنشاء الطريق واستعمالها .

5-6-1 حساب قيمة (Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load) (ESAL)[٩] :

عند تصميم أي طريق يجب أن تكون بيانات أحجام وأحمال المرور المتوقعة متوفرة لعملية التصميم الإنشائي للطريق وقد تم أخذ أحجام المرور الواقعة على طريق المشروع من الفصل السابق(حجم المرور).

- الحمل المكافئ لمحور مفرد:

يعرف الحمل المكافئ لمحور مفرد على أنه حمل قياسي على محور مفرد يسبب أثراً في الرصف عند موضع محدد فيه مساوياً لما يسببه حمل المحور المعني في نفس الموضع المحدد.

- معامل حمل المحور المكافئ:

المعامل المكافئ لحمل المحور لمركبة ما هو نسبة التأثير لكل مرة تمر فيها المركبة على رصف معين إلى التأثير الذي يحدثه مرور الحمل المحوري المفرد القياسي على نفس الرصف. ويتم التعبير عن عدد مرات تكرار الحمل الذي يؤدي إلى وصول الرصف لنهايته المقبولة بصلابة طبقة الرصف، ويتم التعبير عن صلابة طبقات الرصف بالرقم الإنشائي(SN) ويكون مستوى الخدمة النهائي (PT) للطرق الرئيسية (ذات المرور الثقيل) مساويا (2.5) والطرق المحلية والثانوية (ذات المرور المتوسط) مساويا (2) ، بينما القيمة الابتدائية لدليل مستوى حالة الرصف بعد الانتهاء من تنفيذ الرصف مباشرة تتراوح قيمتها بين (4.5 -4.2) تبعاً لجودة التنفيذ.

القيمة النهائية هي أقل مستوى حالة يسمح به في نهاية فترة التحليل وذلك قبل اللجوء لعمل أي نوع من أنواع الصيانة الجسيمة كالتغطية أو إعادة الإنشاء .

---

[٨] المرجع رقم (8)
[٩] المرجع رقم (8)

▶ PSI= Present Serviceability Index

وتتراوح قيمتها من (0-5) ، وتشتمل على الآتي:

Initial Serviceability Index (p_i) : مستوى الخدمة الابتدائي
Terminal Serviceability Index (p_t) : مستوى الخدمة النهائي

P_i= 4.5 للظروف الجيدة.
Pt= 2.5 للطرق الرئيسية (for major highway).
Pt = 2 للطريق متدني المستوى (for lower class highway).

$$\Delta PSI = pi - pt = 4.5 - 2.5 = 2 \quad \text{.....(6.5)}$$

حيث أن ΔPSI : مقدار الفاقد في خدمة الشارع من وقت الرصف حتى وقت نهاية الخدمة.

أما المحور القياسي فمقداره (18 kips) وباستخدام قيم المعاملات المكافئة لأحمال المحاور التي تمر على الطريق خلال الفترة التصميمية وتبعاً لمعامل النمو وحجم المرور اليومي مصنفاً حسب نوع المركبات ونسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية يتم حساب قيمة الحمل التصميمي المكافئ على الطريق من العلاقة التالية:

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad \text{.....(6.6)}$$

حيث أن :

ESAL= Equivalent Accumulated (18000 Ib)Single Axle Load.
f_d = Design lane factor.
G_f = Growth factor.
AADT = First year annual average daily traffic.
N_i = number of axles on each vehicle.
f_E = load equivalency factor.

◀ ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول (6-6) :

جدول (6-6) نسبة المركبات في المسرب الواحد Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane [10]

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

[10] المرجع رقم (11)

الطريق المراد تصميمها تحتوي على مسرب في كل اتجاه، وبالتالي فإن قيمة (f_g) تكون المقابلة للرقم 2 من الجدول السابق أي(50%).

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

جدول (6-7) معامل النمو (G_f) [11]

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

تم أخذ مدة التصميم المستقبلي 20 سنة ونسبة الزيادة المتوقعة في النمو (4%) وبالتالي فإن قيمة (G_f) تكون مساوية (29.78%).

◄ بعد حساب قيمة (G_f) يتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية ،ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات من الجدول التالي:

[11] المرجع رقم (11)

جدول (6-8) تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)[١٢]

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

[١٢] المرجع رقم (11)

◄ من الجدول السابق تم الحصول على معامل الحمل المكافئ (Load equivalency factor) بناء على أن الحمل الواقع على (Passenger car) مساوي 10 Kn/axle والحمل الواقع على(tow axle single unit trucks) مساوي 100Kn/axle والحمل الواقع على (three axle single unit trucks) مساوي110 Kn/axle وبالتالي فإن قيم معامل الحمل المكافئ التي تم الحصول عليها من الجدول أعلاه كما يلي:

Load equivalency factor for Passenger car (f_E) =0.0003135

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

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

◄ قيمة AADT فتؤخذ من الفصل السابق (متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد) = 2064 مركبة / يوم.

◄ بعد ذلك نحسب نسبة حجم المرور لكل نوع من أنواع المركبات التي تؤثر على الطريق بالاعتماد على البيانات الموجودة في الفصل السابق في الجدول رقم (5-2) كما هو موضح في الجدول التالي :

الجدول (6-9) عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات

اليوم	سيارات خاصة	شاحنات	باصات
السبت	70	2	0
الأحد	81	2	1
الاثنين	84	3	1
الثلاثاء	92	2	1
الأربعاء	83	1	1
الخميس	84	4	1
الجمعة	30	1	0
المجموع	524	15	5
معدل المركبات لكل ساعة	75	3	1
نسبة المركبات %	96%	3%	1%

◄ حساب قيمة ESAL :

(for passenger)

$$ESAL = 0.50 \times 29.78 \times 2064 \times 365 \times 0.96 \times 2 \times 0.0003135 = 6752.056$$

(for tow axle single unit trucks)

$$ESAL = 0.50 \times 29.78 \times 2064 \times 365 \times 0.01 \times 2 \times 0.1980889 = 44441.365$$

(for three axle single unit trucks)

$$ESAL = 0.50 \times 29.78 \times 2064 \times 365 \times 0.03 \times 3 \times 0.29491 = 297734.570$$

$$ESAL\ (total) = 348927.991 = 0.348928 \times 10^6$$

5-6-2 حساب سماكة طبقات الرصف (الرصف المرن)[١٣] :

تعتبر عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق ، والأنواع الرئيسية للرصف نوعان الأول هو الرصف الصلب وهو عبارة عن بلاطات خرسانية مسلحة توضع فوق سطح القاعدة الترابية أو طبقة تحت الأساس .
والنوع الثاني الأكثر شيوعاً هو الرصف المرن ويتكون من عدة طبقات هي تحت الأساس والأساس الحجري أو الحصوي ثم طبقات الرصف الأسفلتية وهو النوع المستخدم في مشروعنا .

وهناك عدة عوامل تعتمد عليها عملية إيجاد سماكة الطبقات وهي :

1 - معامل الرجوعية (Mr):

يعتبر معامل الرجوعية مقياساً لمقاومة أي طبقة من طبقات القطاع الإنشائي للرصف والتي يمكن تحديدها بدءاً من طبقات تربة التأسيس فالأساس المساعد ثم الأساس فطبقات الرصف الإسفلتية ويتم إيجاد قيمة هذا المعامل عن طريق إجراء التجارب المخبرية المناسبة لكل طبقة وحسب نوع المواد المستخدمة في هذه الطبقات ،وعموماً في حالة عدم التمكن من إجراء مثل هذه التجارب يمكن تقدير قيمة تقديرية لهذه المعاملات بناء على نتائج اختبارات نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) والتي تعتبر من التجارب الشائعة في معظم معامل الطرق ، أما بالنسبة لتربة التأسيس تكون العلاقة بين معامل الرجوعية (Mr) ونسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) كالآتي :

For CBR < 10

$$M_r\ (lb/in^2) = 1500\ CBR \quad \text{.....(6.7)}$$

For $R \geq 20$

$$M_r\ (lb/in^2) = 1000 + 555xR \quad \text{.....(6.8)}$$

حيث أن R : معامل الموثوقية.

[١٣] المرجع رقم (8)

ومما يجب التنبيه له أن هذه العلاقة قابلة للتطبيق للتربة التي تقل نسبة تحمل كاليفورنيا عن 10٪ وفي حالة كون CBR (10%) فأكثر فيمكن تحديدها بدقة عن طريق إجراء تجربة معامل الرجوعية وبالنسبة لطبقات الأساس من المواد الحصوية فيمكن استخدام قيم معامل الرجوعية المقابلة لنسب تحمل كاليفورنيا المقابلة لها والمبينة في الجدول التالي:

جدول رقم (6-10) معامل الطبقة لطبقة الأساس الحصوية (a2) المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا للطبقة وكذلك معاملات الرجوعية (Mr)[١٤]

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)	معامل قوة الأساس (a2)	Mr رطل / بوصة^2
20	-	-
25	-	-
30	-	-
40	0.105	21000
55	0.120	25000
70	0.130	27000
100	0.140	30000

وبالنسبة لطبقات الرصف السطحية المكونة من الخلطات الإسفلتية يقدر معامل الرجوعية لها بناء على قيم الثبات لتجربة مارشال (Marshall) أو قيم التماسك في اختبار فييم (Hveem) لهذه الطبقات حسب ما هو مبين في الجدول التالي:

جدول (6-11) معامل طبقة الخلطة الإسفلتية (a1) المقابل لمعامل مرونة الطبقة الإسفلتية عند درجة حرارة 20C°[١٥]

معامل المرونة رطل / بوصة2	ثبات مارشال رطل	معامل قوة الطبقة الإسفلتيةa1	التماسك Hveem
125.000	500	0.22	80
150000	750	0.25	95
200000	975	0.30	120
250000	1200	0.33	130
300000	1400	0.36	155
350000	1600	0.39	175
400000	1900	0.42	190

2- القيمة النهائية والابتدائية لدليل مستوى حالة سطح الرصف :
القيمة النهائية هي أقل مستوى حالة يسمح به في نهاية فترة التحليل وذلك قبل اللجوء لعمل أي نوع من أنواع الصيانة الجسيمة كالتغطية أو إعادة الإنشاء . وعادة فإن القيمة النهائية لدليل مستوى الحالة تؤخذ 2.5 للطرق الرئيسية وتؤخذ 2

[١٤] المرجع رقم (15)
[١٥] المرجع رقم (15)

للطرق المحلية والثانوية . بينما القيمة الابتدائية لدليل مستوى حالة الرصف بعد الانتهاء من تنفيذ الرصف مباشرة تتراوح قيمتها بين (4.5 - 4.2) تبعاً لجودة التنفيذ .

جدول رقم (6-12) قيم المعاملات m2 , m3 للقدرة على التصريف من طبقتي تحت الأساس والأساس[١٦]

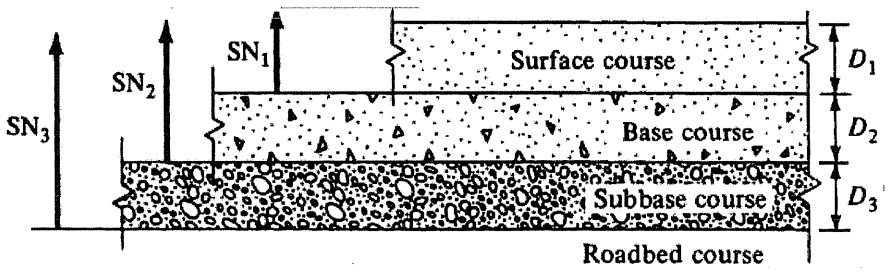
كفاءة التصريف	مناطق صحراوية	المناطق الزراعية
جيدة	1.15 – 1.25	1.0
ضعيفة	0.80 – 1.05	0.60

3- الرقم الإنشائي (Structural Number)(SN)[١٧] :

وهو عبارة عن رقم دليلي ناتج من تحليل المرور وتربة التأسيس والقدرة على تصريف المياه من الطبقات والذي يمكن تحويله إلى سمك الطبقات المختلفة لطبقات الرصف المرن عن طريق استخدام معاملات الطبقات والتي تعتمد على أنواع المواد المستخدمة في طبقات الرصف المختلفة ومعامل الطبقة يعرف برمز a1 , a2 , a3 لطبقات السطح والأساس وتحت الأساس على الترتيب وهو عبارة عن العلاقة بين الرقم الإنشائي للرصف وسمك الطبقة بالبوصة وهو يمثل القدرة النسبية للمادة المستخدمة في كل طبقة من طبقات الرصف والتي تشارك في القوة الإنشائية لقطاع الرصف ككل ويتم توزيع الرقم الإنشائي(SN) كالآتي :

$$SN = a1\ D1 + a2\ m2\ D2 + a3\ m3D3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.9)$$

والشكل التالي يوضح هذه العناصر :



الشكل رقم (6-6) سماكات طبقات الرصف والرقم الإنشائي لكل طبقة[١٨]

حيث أن :

SN : الرقم الإنشائي .
a1,a2,a3 : معامل طبقة السطح والأساس وتحت الأساس على التوالي.
D1,D2,D3 : سمك طبقة السطح والأساس وتحت الأساس على التوالي.
m2,m3 : معاملات تصريف المياه من طبقتي الأساس وتحت الأساس.

[١٦] المرجع رقم (18)
[١٧] المرجع رقم (18)
[١٨] المرجع رقم (15)

4 - موثوقية تصميم الرصفة المرنة (Reliability) :

يرمز لها بالرمز R أي (Reliability) وهي التي تحدد مستويات الضمان لمقاطع الطريق المصممة لبقائها على قيد الحياة خلال الفترة التصميمية والجدول التالي يوضح مستويات الموثوقية لأنواع مختلفة من الطرق:

جدول (6-13) مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق[١٩]

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

على اعتبار ان طريق التصميم طريق تجميعي وبالتالي فان مستوى الموثوقية مساوي 95%.

والجدول التالي يوضح الانحراف المعياري(ZR) في قيم الموثوقية لتصميم الرصفة المرنة :

جدول (6-14) قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية[٢٠]

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

[١٩] المرجع رقم (8)
[٢٠] المرجع رقم (8)

وبأخذ مقدار الثقة 95% ،فإن قيمة (ZR) تساوي **-1.645**.

5- الانحراف المعياري العام (Estimated overall standard deviation):

وبعود إلى التباين في توقعات حركة المرور والاختلاف في أداء رصفة الطريق خلال فترة تجهيز التصميم ويتم الحصول عليها من الجدول التالي:

جدول (6-15) الانحراف المعياري حسب نوع الطريق [٢١]

نوع الطريق	S_o
طريق مرنة(Flexible pavement)	0.4-0.5
طريق صلبة (Rigid Pavement)	0.3-0.4

وبما أن الطريق مرنة، تم اعتبار قيمة الانحراف المعياري مساوية (0.5).

◄ تحديد قيمة (SN) :

يتم الحصول على قيمة SN من خلال الشكل رقم (6-5) ، ولذلك يجب تحديد العناصر التالية :

- **قيم العناصر اللازمة لتحديد SN لطبقة التأسيس :**

- معامل الرجوعية للتربة Mr (Soil Resilient Modulus) : حيث أن قيمة CBR أقل من 10% لعينة التربة التي أجرينا عليها الاختبار (8.22%) فان قيمة Mr حسب العلاقة (6.7) هي :

$$Mr = 1500 \times 8.22 = 12330\ Ib/in^2$$

- الحمل الكلي الناتج عن المركبات ESAL الذي تم حسابه سابقا

$$ESAL\ (total) = 0.348928 \times 10^6$$

- معامل الموثوقية (R) كما يتبين من الجدول رقم (6-13) :

$$R = 95\%$$

- مقدار الفقدان في الخدمة (ΔPSI) وهي حسب العلاقة (6.5) :

$$\Delta PSI = pi - pt = 4.5 - 2.5 = 2$$

- الانحراف المعياري (S_o) وهو كما يتبين من الجدول رقم (6-15) :

$$S_o = 0.50$$

- **قيم العناصر اللازمة لتحديد SN لطبقة الأساس :**

أما بالنسبة لطبقة الأساس فان قيمة CBR تفرض (80%) حيث اننا سوف نصمم طبقة الأساس على أساس هذه القيمة .

[٢١] المرجع رقم (11)

- بالاعتماد على الجدول رقم (6-10) نقوم بإيجاد قيمة Mr من خلال النسبة والتناسب (Interpolation).

حيث أن :

Mr @ 70 = 27000

Mr @ 80 = ?

Mr @ 100 = 30000

فان قيمة Mr لطبقة الأساس عند CBR تساوي 80 هي 28000 Psi

- $ESAL = 0.348928 \times 10^6$
- $S_o = 0.50$
- $R = 95\%$
- $\Delta PSI = 2$

- **تحديد قيمة SN للإسفلت :**

قيمة Mr للإسفلت ممكن تحديدها من خلال العلاقة بين معامل طبقة الإسفلت (a1) و (Mr) للإسفلت عند درجة حرارة 68^oF .

قيمة a1 كما يتبين من الجدول رقم (6-16) التالي :

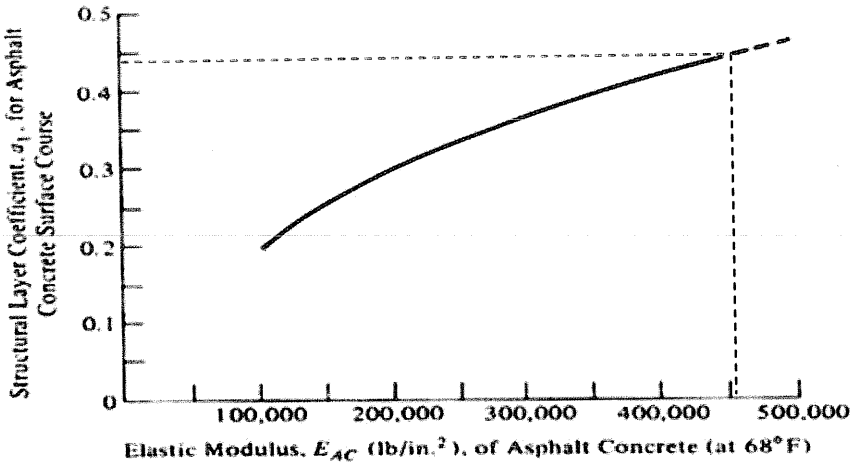
الجدول (6-16) معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت[٢٢]

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

نوع الرصفة في مشروعنا ((Plant mix (high stability) لذلك فان قيمة a1 تساوي 0.44.

وبالاعتماد على المنحنى في الشكل رقم (6-6) نحدد قيمة Mr للإسفلت .

[٢٢] المرجع رقم (11)



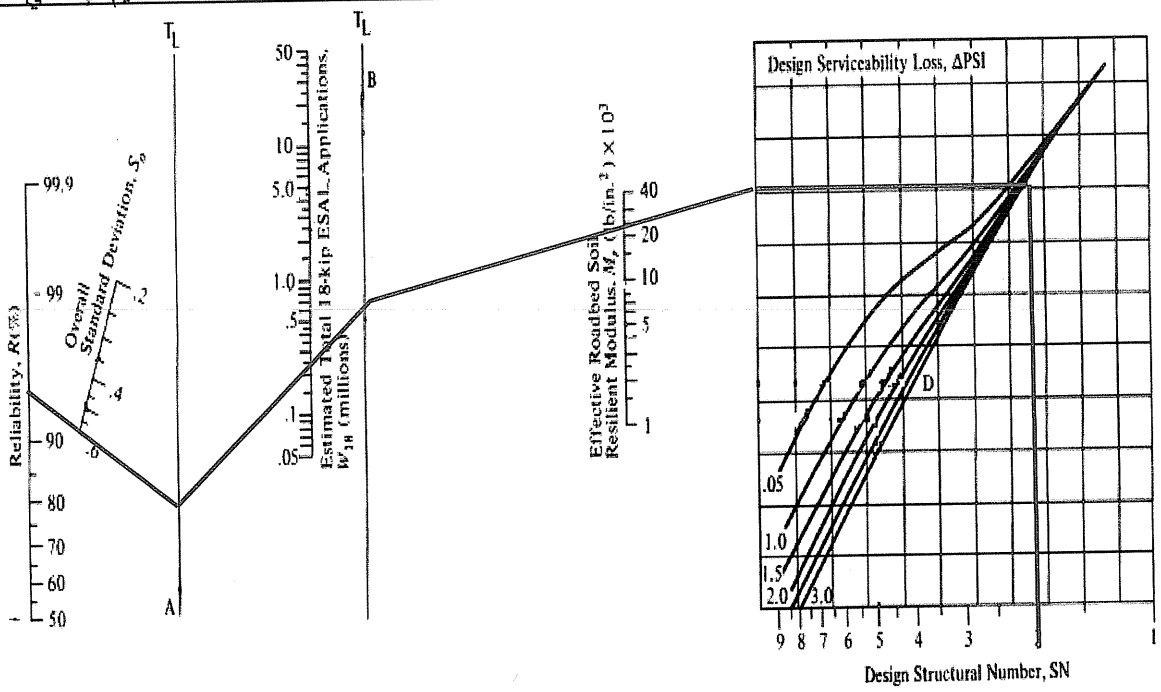
الشكل رقم (6-7) منحنى العلاقة بين معامل الرجوعية (Mr) ومعامل طبقة الإسفلت (a1)[٢٣]

حيث أن Mr للإسفلت تساوي 450000 lb/in^2 .

بعد تحديد هذه العناصر نقوم بتعيين قيمة SN1 و SN2 على الشكل رقم (8-6-1,2) كما يلي :

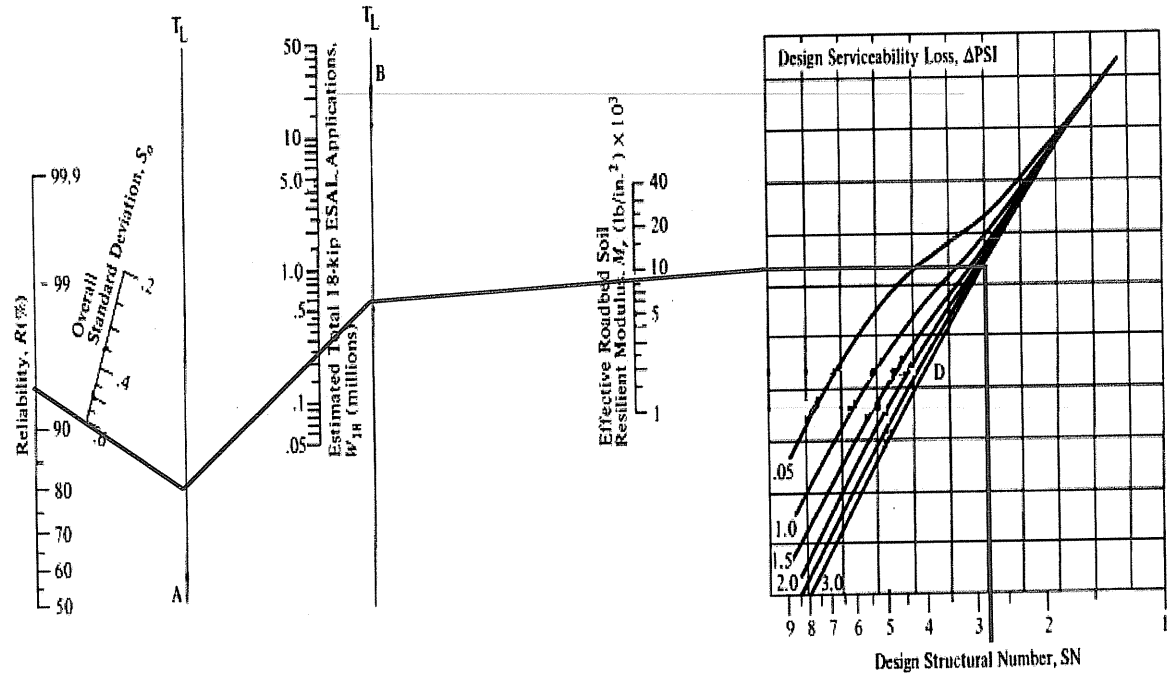
- نحدد قيمة R على محور R من جهة اليسار .
- نمد خطا من قيمة R باتجاه محور S_o عند قيمة S_o .
- ثم نمد خطاً باتجاه محور ESAL عند القيمة المحسوبة وبعدها نكمل الخط باتجاه محور Mr عند القيمة المحددة .
- نمد الخط من Mr بنفس الاتجاه مباشرة إلى منحنى العلاقة بين (ΔPSI ،SN) ليتقاطع المحور العمودي ثم نمد خطاً افقيا ليتقاطع مع منحنى ΔPSI ، ثم نوصل الخط عموديا ليتقاطع مع محور SN ونكون قد حددنا قيمة SN .

[٢٣] المرجع رقم (15)



الشكل (1-6-8) مخطط تصميم الرصفات المرنة (SN1)

قيمة SN1 تساوي **1.85** لطبقة الأساس .



الشكل (2-6-8) مخطط تصميم الرصفات المرنة (SN2)[٢٤]

[٢٤] المرجع رقم (15)

من خلال الشكل يتضح لنا أن قيمة SN2 تساوي **2.65** لطبقة التأسيس.

◄ حساب سماكة الطبقات :

أولا نحدد قيمة كل من معاملات الطبقات (a1,a2,a3) و (m1,m2) ، بالاعتماد على الجداول التالية :

جدول (6-17) معامل الطبقة (layer coefficient) للبسكورس[٢٥]

Case of base course	a_2 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 (6-18) معامل الطبقة (layer coefficient) Sub base[٢٦]

Case of base course	a_3 suggested
Sandy gravel	0.11
Sandy clay	0.05-0.10

حيث أن قيمة a1,a2,a3 على التوالي هي 0.11 , 0.14 , 0.44 ، اما قيم m2,m3 فهي تحدد من الجدول التالي :

الجدول(6-19) معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (mi)[٢٧]

percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation				
quality of drainage	less than 1 percent	1-5 percent	5-25 percent	greater than 25 percent
excellent	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
good	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
fair	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
poor	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
very poor	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

[٢٥] المرجع رقم (11)
[٢٦] المرجع رقم (11)
[٢٧] المرجع رقم (11)

وبما أن نسبة تصريف المياه في منطقة المشروع تقريبا 40% وبشكل مقبول فان قيمة m2,m3 هي 0.8

$$D_1 = \frac{SN1}{a1}$$

$$D_1 = \frac{1.85}{0.44} = 4.2 \approx 4\ in$$

$SN_1 = a_1 D_1 = 0.44 \times 4 = 1.76$

$$D_2 = \frac{SN2 - SN1}{a2m} = \frac{2.65 - 1.76}{0.14 \times 0.8} = 7.9 \approx 8\ in$$

:

$SN_2 = SN_1 + a_2\ m\ D_2 = 1.76 + 0.14 \times 0.8 \times 8 = 2.66$ ok.

والجدول التالي يبين النتائج التي حصلنا عليها :

الجدول رقم (6-20) سماكة طبقات الرصف

نوع الطبقة	سمك الطبقة (in)	سمك الطبقة (cm)
الإسفلت	4	10
الأساس	8	20

6-6 عبارات تصريف المياه (Culverts Drainage)

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

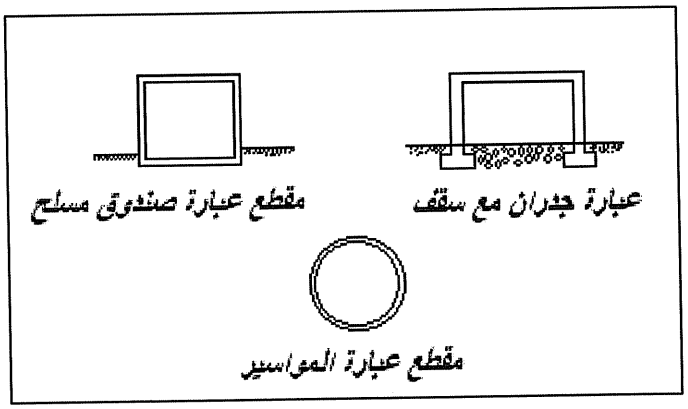
- من الممكن صب المواسير في مكان مناسب تتوفر فيه المواد والظروف الجيدة للعمل مثل التحكم في درجة الحرارة وتقلبات الطقس، ومن هذا المكان يتم نقل المواسير إلى موقع تركيبها، أما في حالة الصندوق فإنه لا بد من نقل المواد إلى الموقع (موقع تراكيبها) والعمل هناك، فقد يتعطل العمل نتيجة الأمطار أو ظروف أخرى، في حين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

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

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

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

ويبين الشكل (6-9) مقاطع من أنواع العبارات.



الشكل (6-9) مقطع لأنواع العبارات[28]

6-6-1 بناء العبارة :

في العادة يتم بناء العبارة قبل المباشرة في إنشاء الطريق، بحيث يتم وضع العبارة في المكان الصحيح وفي نفس اتجاه مجرى الماء ولو أدى ذلك لجعلها غير متعامدة مع الطريق وبالتالي يؤدي إلى زيادة طولها وارتفاع تكاليفها، كما يجب أن نؤمن لها الميول والطول المناسبين.

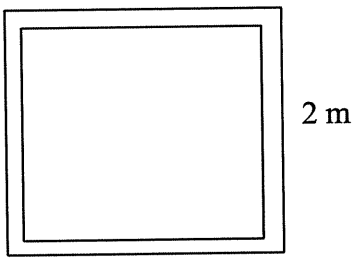
[28] المرجع رقم (16)

يعتمد طول العبارة على عرض جسم الطريق وميوله الجانبية، كما يعتمد على انحدار العبارة والزاوية التي تصنعها مع محور الطريق، لهذا فإن العبارات على الطريق الواحد تختلف أطوالها تبعا لهذه الظروف، يجب أن يزيد طول العبارة عن طول سطح الطريق، وفي بعض الأحيان يكون طول العبارة ضعف طول سطح الطريق.

يجب أن تكون العبارة قوية تتحمل ثقل السيارات والردم الذي فوقها، وهنا يجب العلم أنه كلما انخفض مستوى ظهر العبارة عن سطح الطريق، توزع ضغط السيارة على مساحة أوسع، وتمكنت العبارة من تحمل المزيد من الثقل عليها، لهذا السبب يجب أن يكون مستوى ظهر عبارة المواسير تحت مستوى سطح الطريق بما لا يقل عن (0.70-0.75m)، بعكس عبارة الصناديق التي تستطيع أن تتحمل أثقال السيارات مباشرة خاصة إذا لم يتواجد فوقها الطمم الترابي.

وبالنسبة للطريق الذي نعمل على إعادة تأهيله، رأينا من المناسب أن يتم وضع عبارة على طول الطريق، وتم هذا الاختيار بناءا على الميول الرأسية للطريق، حتى يكون تصريف المياه السطحية بصوره سليمة وفعالة، حيث يتم تصريف هذه المياه من خلال العبارة إلى الوادي المجاور للطريق، حيث يمكن الاستفادة من هذه المياه من الناحية الزراعية وري المزروعات والأرض هناك، وكما ذكرنا في فصل المقدمة أن المنطقة المجاورة والقريبة تعتبر أرضا زراعية, لذلك يمكن الاستفادة من المياه التي تم تصريفه من خلال الأفنية الجانبية للطريق والعبارة في ري هذه الأراضي.

فالعبارة تقع على المحطة (0+675) وهي اخفض نقطة على طول الشارع ومنسوبها (906.5 م) ، حيث من المتوقع إن كمية المياه المتدفقة إليها ستكون كبيرة نوعا ما , لذلك سنحتاج إلى عبارة صندوق في هذه المنطقة.
والشكل التالي يبين مقطع العبارة المستخدمة في الطريق



الشكل (6-10) مقطع عبارة صندوق صندوق مسلح

أما النواحي التصميمية لهذه العبارات، من حيث الأقطار والأبعاد والتسليح والأمور الإنشائية الأخرى فهي متروكة للمهندس الإنشائي الذي يقوم بهذه المهمة.

6-6-2 تهيئة أرض العبارة[29] :

يجب عمل انحدار مناسب في أرضية بحيث لا يقل عن (1%)، وذلك لضمان تصريف الماء وعدم ترسب المواد بداخلها، ويمكن زيادة هذا الميل إلى (2%-3%)، إذا كانت الأرض بطبيعتها منحدرة، أما إذا زادت حدة الانحدار لدرجة زيادة سرعة التدفق، فإنه لا بد من تخفيض هذا الانحدار وذلك بحفر الجزء العلوي من الأرض وردم الجزء السفلي، بحيث يرتفع مخرج العبارة، ويجب عمل أرضية من مدة خرسانية مسلحة أو عادية على شكل درج حتى نضمن انسياب الماء بشكل تدريجي، وحتى لا تحدث إنجرافات إذا سقط الماء من سطح عال.

6-6-3 أجنحة العبارة :

يجب بناء أجنحة وأرضية عند مدخل ومخرج العبارة من خرسانة مسلحة او عادية أو من حجر, حيث يرتبط الجناح مع جدران العبارة في حالة وجودها, أما في حالة عبارة المواسير فيتم عمل رأسية خول فتحة العبارة حيث يرتبط الجناح بهذه الرأسية.

إن الأجنحة تحافظ على الطريق من التآكل بفعل الماء, حيث تقو الأجنحة بتوجيه الماء إلى العبارة بدلا من توجيهه نحو جوانبها مما يؤدي إلى تخريبها, وعند المخرج تعمل الجنحة كممر انتقالي من العبارة إلى مجرى الماء, حيث يقوم الجناح والأرضية بحماية الطريق من الماء حتى لا تتسرب إلى جسم الطريق أو تقو بجرف الأرضية والتسبب في انهيار الطريق. كما أن الأجنحة توقف انهيار جسم الطريق وتساعد على التقليل من طول العبارة مع بقاء عرض سطح الطريق ثابتا.

[29] الرجع رقم (16)

7 حساب الكميات

1-7 كميات الحفر والردم (Cut & Fill Volumes):

الجدول (7-1) حساب كميات الحفر

Station	Cut Area (Sq.M.)	Cut Volume (Cu.M.)	Cum. Cut Vol. (Cu.M.)
0+020.00	4.66	0	0
0+040.00	5.15	97.8	97.8
0+060.00	4.17	90.47	188.27
0+080.00	6.59	103.08	291.35
0+100.00	5.06	116.5	407.84
0+120.00	3.5	86.08	493.92
0+140.00	5.78	93.49	587.41
0+160.00	9.2	151.23	738.64
0+180.00	4	133.2	871.84
0+200.00	5.84	99.21	971.05
0+220.00	7.73	136.19	1,107.24
0+240.00	4.04	117.91	1,225.15
0+260.00	5.74	97.88	1,323.03
0+280.00	4.72	104.67	1,427.70
0+300.00	4.14	88.62	1,516.32
0+320.00	5.54	96.7	1,613.02
0+340.00	3.22	87.41	1,700.43
0+360.00	6.65	98.88	1,799.31
0+380.00	4.01	106.71	1,906.02
0+400.00	7.4	114.1	2,020.12
0+420.00	5.14	125.45	2,145.57
0+440.00	4.91	100.53	2,246.10
0+460.00	14.69	195.98	2,442.08
0+480.00	9.75	240.58	2,682.66
0+500.00	6.82	157.25	2,839.91
0+520.00	8.84	148.56	2,988.47
0+540.00	15.47	242.29	3,230.76
0+560.00	3.25	187.19	3,417.94
0+580.00	4.98	85.66	3,503.61
0+600.00	5.1	111.3	3,614.90
0+620.00	4.05	91.46	3,706.36
0+640.00	4.25	88.38	3,794.74
0+660.00	2.56	72.17	3,866.92
0+680.00	4.08	70.66	3,937.57
0+700.00	6.22	103.06	4,040.63
0+720.00	11	172.2	4,212.83
0+740.00	4.96	159.58	4,372.41

0+760.00	10.26	152.22	4,524.63
0+780.00	5.57	158.29	4,682.92
0+800.00	7.1	126.71	4,809.63
0+820.00	15.78	228.84	5,038.48
0+840.00	9.18	249.58	5,288.06
0+860.00	11.58	203.44	5,491.50
0+880.00	4.48	159.12	5,650.62
0+900.00	5.71	101.85	5,752.47
0+920.00	4.1	98.1	5,850.58
0+940.00	9.21	133.08	5,983.66
0+960.00	5.84	150.44	6,134.10
0+980.00	5.69	108.44	6,242.54
1+000.00	4.79	98.06	6,340.60
1+020.00	0	46.22	6,386.81

الجدول (7-2) حساب كميات الردم

Station	Fill Area (Sq.M.)	Fill Volume (Cu.M.)	Cum. Fill Vol. (Cu.M.)
0+020.00	0	0	0
0+040.00	0	0	0
0+060.00	0	0	0
0+080.00	4.52	48.23	48.23
0+100.00	1.9	64.2	112.43
0+120.00	2.04	39	151.43
0+140.00	1.13	31.32	182.75
0+160.00	0.47	15.84	198.59
0+180.00	0.81	12.68	211.27
0+200.00	1.11	19.01	230.27
0+220.00	0.04	11.36	241.63
0+240.00	0.13	1.61	243.24
0+260.00	0	1.26	244.51
0+280.00	0.03	0.3	244.81
0+300.00	0	0.3	245.1

0+320.00	0	0	245.1
0+340.00	0.08	0.82	245.93
0+360.00	0	0.82	246.75
0+380.00	0	0	246.75
0+400.00	2.67	26.74	273.49
0+420.00	0.57	32.42	305.91
0+440.00	3.37	39.4	345.31
0+460.00	0	33.72	379.03
0+480.00	0.52	5.34	384.37
0+500.00	3.93	47.35	431.72
0+520.00	2.83	71.92	503.64
0+540.00	0	28.65	532.29
0+560.00	5.48	54.8	587.1
0+580.00	4.21	92.02	679.12
0+600.00	0	34.91	714.03
0+620.00	6.38	65.3	779.33
0+640.00	6.4	115.95	895.28
0+660.00	3.13	86.12	981.39
0+680.00	3.19	56.53	1,037.92
0+700.00	3.7	68.89	1,106.82
0+720.00	0.53	42.31	1,149.13
0+740.00	7.48	80.09	1,229.23
0+760.00	9.28	167.52	1,396.75
0+780.00	12.88	221.56	1,618.31
0+800.00	3.48	163.63	1,781.94
0+820.00	15.25	187.33	1,969.27
0+840.00	16.14	313.87	2,283.14
0+860.00	8.55	252.83	2,535.97
0+880.00	0.2	88.52	2,624.49
0+900.00	0.66	8.61	2,633.10
0+920.00	8.65	93.1	2,726.20
0+940.00	3.86	125.07	2,851.27
0+960.00	1.63	54.96	2,906.23
0+980.00	0.58	24.47	2,930.71
1+000.00	0.94	17.18	2,947.89
1+020.00	0	10.15	2,958.04

الجدول (7-3) صافي كميات الحفر بعد الردم

Station	Cum. Net Vol. (Cu.M.)
0+020.00	0
0+040.00	97.8
0+060.00	188.27
0+080.00	243.12
0+100.00	295.41
0+120.00	342.49
0+140.00	404.66
0+160.00	540.05
0+180.00	660.58
0+200.00	740.78
0+220.00	865.61
0+240.00	981.91
0+260.00	1,078.52
0+280.00	1,182.90
0+300.00	1,271.22
0+320.00	1,367.92
0+340.00	1,454.50
0+360.00	1,552.56
0+380.00	1,659.27
0+400.00	1,746.63
0+420.00	1,839.65
0+440.00	1,900.79
0+460.00	2,063.06
0+480.00	2,298.30
0+500.00	2,408.19
0+520.00	2,484.82
0+540.00	2,698.46
0+560.00	2,830.84
0+580.00	2,824.48
0+600.00	2,900.87
0+620.00	2,927.03
0+640.00	2,899.47
0+660.00	2,885.52
0+680.00	2,899.65
0+700.00	2,933.81
0+720.00	3,063.69
0+740.00	3,143.19

0+760.00	3,127.88
0+780.00	3,064.61
0+800.00	3,027.70
0+820.00	3,069.21
0+840.00	3,004.92
0+860.00	2,955.53
0+880.00	3,026.13
0+900.00	3,119.37
0+920.00	3,124.38
0+940.00	3,132.39
0+960.00	3,227.87
0+980.00	3,311.83
1+000.00	3,392.71
1+020.00	3,428.77

حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع

الحجم الكلي للحفر =6386.81 * 1.1(حيث 1.1 معامل الانتفاخ للتربة)
= 7025.45 متر مكعب

الحجم الكلي للردم = 2958.04* 1.1
= 3253.85 متر مكعب

2-7 كميات طبقة الاساس (Base Course Volumes) :

كمية طبقة الاساس كما تم الحصول عليها من برنامج Civil 3D = 2273.04 م^3 ([1])

3-7 كميات طبقة الاسفلت (Asphalt Volumes) :

كمية طبقة الاسفلت كما تم الحصول عليها من برنامج Civil 3D = 1136.52 م^3 ([2])

4-7 كميات الجبه (Curbstone Volumes) :

كمية الجبه كما تم الحصول عليها من برنامج Civil 3D = 109 م^3 ([3])
حيث ان ابعاد القطعة هو 1 x 0.3 x 0.2

[1] الملحق رقم (7)
[2] الملحق رقم (7)
[3] الملحق رقم (7)

8 التكلفة و العطاء

8-1 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 ، الأمر الذي يساعد كثيرا على إنجاح تنفيذ المشايع الهندسية ضمن المدة والكلفة والجودة المطلوبة والابتعاد عن المنازعات والخلافات بين أطراف العقد.

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

8-2 التكلفة الكلية للمشروع :

لحساب تكلفة طبقة الإسفلت والاساس تم اعتماد الأسعار الموجودة في بلدية الخليل وهي أسعار العطاءات التي جاري تنفيذها في مشاريع مشابهة في بلدية الخليل ، حيث أن سعر المتر المربع من الإسفلت المشغول = 12.1 $ والمتر المربع من طبقة الاساس المطلوبة للمشروع حسب شركة العسيلي للمقاولات = 5.3 $

- تكلفة الإسفلت = مساحة الأسفلت × 12.1 $
  $ 137518.92 = 12.1 × 11365.2=

- تكلفة طبقة الاساس = (مساحة الأسفلت + مساحة الجزيرة الوسطية + مساحة الارصفة) * 5.3 $
  $ 60235.56 = 5.3 × $م^2$11365.2=

- تكلفة الجبه = طول الجبه × سعر المتر
  23.4 × 1816.77=
  $ 42512.418 =

- تكلفة الدهان = طول خط الدهان × سعر المتر
  1 × 2100 =
  $ 2100 =

- تكلفة الاشارات = عدد الاشارات × سعر الوحدة
  100 × 8=
  $ 800=

التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق: بعد الرجوع الى بلدية الخليل لمعرفة التكلفة لصيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأدوات والأيدي العاملة كانت هذه القيمة 17 $

- التكلفة الكلية للصيانة = مساحة الإسفلت * سعر صيانة المتر المربع الواحد للإسفلت
  $ 193208.4 = 17 × 11365.2=

الجدول (8-1) حساب التكلفة الكلية للمشروع

ITEM DESCRIBTION	UNIT	QUANTITY	PRICE/ $	TOTAL PRICE/$
Excavation	Cu m	6,386.81	6.5	41514.265
Filling layers	Cu m	2,958.04	1.6	4732.864
Base course 200mm	Sq m	11365.2	5.3	60235.56
Asphalt 100mm thick	Sq m	11365.2	12.1	137518.92
Curbstone	L.m	1816.77	23.4	42512.418
Signs	each	8	100	800
Paint	L.m	2100	1	2100
Maintenance	Sq. m	11365.2	17	193208.4
TOTAL				482622.427

3-8 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.

1-3-8الوثائق المكونة للعقد :

تختلف الوثائق المكونة لأي عقد هندسي 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 الأساسي 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:

2-3-8الاتفاقية 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 .

3-3-8 شروط العقد Contract Conditions :

1-3-3-8 الشروط الخاصة وتشمل:

- أسماء طرفي العقد وتاريخ تعاقدهما.
- محل العقد.
- المبلغ الاسمى للعقد : وهو المبلغ المحدد بالاستناد إلى الكميات المقدّرة فى جدول الكميات بالاستناد إلى جدول الأعمال المنفذة فعلا.
- مدة العمل.
- جزاء التأخير.
- التأمينات.
- طريقة الدفع.

- التوقيفات (النسبة المئوية التي تستقطع من المستخلصات).

- الاستلام (وتشمل المؤقت والنهائي.)
- نظام العقود.

2-3-3-8 الشروط العامة وتشتمل:

- الالتزامات العامة للمتعهد.
- الضمانات.
- العمال ووكلاء المقاول والإدارة.
- تنفيذ العمل.
- التأخير والقصور في القيام بالالتزامات.
- التنازل عن العقد.
- حل الخلافات.
- أحكام متفرقة.

4-3-8 الجداول الملحقة بشروط العقد Supplementary to general condition :

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

5-3-8 المواصفات Specification :

وهذه الوثيقة تصف الجانب الهندسي ، أو الفني من المشروع ، وكيفية تنفيذه ، حيث يكون هناك تحليلٌ ووصف تفصيلي لكافة مواد البناء ، التي تلزم للمشروع وتكون ملزمة للمقاول

6-3-8 الرسومات Drawings :

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

7-3-8 جدول الكميات Bill of Quantities :

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

8-3-8 تقرير عن حالة التربة :

يتم إعداد هذا التقرير عادة بواسطة شركة متخصصة في شؤون التربة ، ويعطى هذا التقرير وصفا لنوع التربة في موقع العمل وقوة تحملها ، وغير ذلك من المعلومات الهامة عنها

9 النتائج والتوصيات

9-1 النتائج

1- تم إعادة تصميم الطريق حسب المواصفات الهندسية المطلوبة .
2- تم توسعة الشارع حسب مواصفات المخطط الهيكلي للبلدية .
3- معالجة العيوب الهندسية الموجودة في الطريق فيما يتعلق بتصريف المياه والميول بناء على المواصفات الهندسية.
4- تجهيز جداول الكميات والتكلفة التقديرية للمشروع.
5- إعداد المخططات والرسومات التوضيحية للشارع .
6- اكتساب المعرفة في مشاريع الطرق والتصميم

9-2 التوصيات

1- نوصي بإحالة هذا المشروع الى بلدية الخليل للنظر فيه وتنفيذه نظرا لان السكان في المنطقة بحاجة ماسة للتأهيل الشارع .
2- نوصى بضرورة التعاون المشترك بين شركات التعهدات والمقاولات ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية في الجامعة للربط بين الجانب الاكاديمي والعلمي .
3- توفير مساق مختبر يدعم البرامج الحاسوبية والخاصة بمشاريع الطرق .
4- التعديل في الخطة التدريسية بحيث يجعلها اكثر اتصال بالواقع العملي .

المصادر والمراجع

المصادر العربية :

1- يوسف مصطفى صيام ، المساحة وتخطيط المنحنيات ، عمان ، الأردن ، 1978م .

2- يوسف مصطفى صيام ، عبد الله بن محمد القرني ، سعيد بن عبد الرحمن القاضي ، تغطية مساحية للطرق ، دار محمد لاوي للنشر ، 1990م .

3- مبادئ في هندسة المساحة ، م.حسين الكرباسي ، د.بسام صاح ، 2002م.

4- احمد محمد جاد ، هندسة الطرق الحضرية والخلوية ، 1999م.

5- محمود توفيق سالم ، هندسة الطرق الجزء الأول ، دار الراتب الجامعية ، 1985م.

6- علي شكري والمساحة التفصيلية ، طرق الرفع والتوقيع ، 1995م .

7- بشير حطروم ، دليل التصميم الهندسي للطرق .

8- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ، تقنية الطرق، السعودية ، 2003م.

المصادر الأجنبية :

9- Engineering Surveying-shofield-5th Edition.

10- Paul H. Wright. Highway Engineering. John Wiley and Sons, Inc. ISBN (1996) .

11- ASSHTO Materials, Part I, Standard Specifications for Transportation Materials, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC (2004).

12- Scotts.Washburn.WalterP.Kilareski . Principeles of Highway Engineering and Traffic Analysis .(2004).

13- Paul R. Wolf . Adjustment Computation Statistic and Least Square in surveying and GIS , John Wiely& Sons , Inc Canada , 1997.

14- Surveing for Civil Engineers ,DrNajehTamim .

15- Traffic and Highway Engineering , four edition Nicholas J. Garber Lester A. Hoel, University of Virginia(2009).

مواقع الانترنت :

16- http//www.Montplier.vt.org/wep/statestreet1scope.htm .

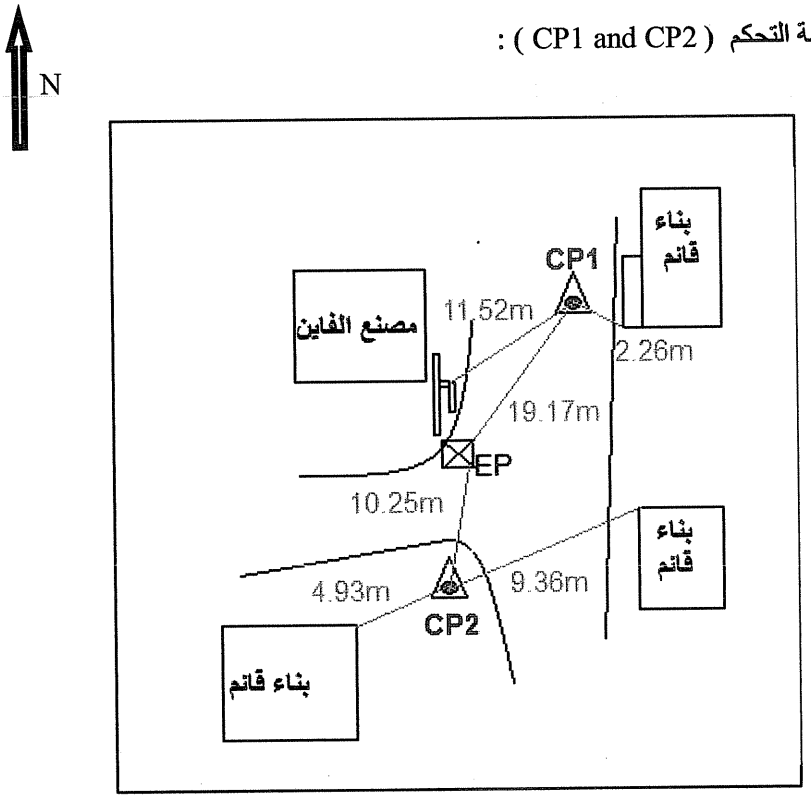
17- http//www.sierraclub.org/sprawlcomunity/design.asp .

18- http//www.arabeng.org .

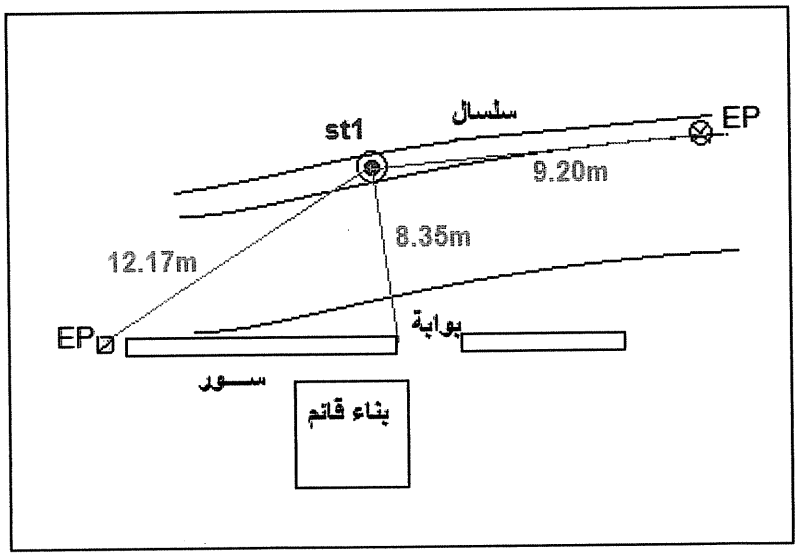
الملحق رقم (1) بطاقات وصف لمحطات المضلع

يحتوي هذا الملحق على بطاقات وصف (كروكي) لكل من نقاط التحكم (Control Points) و محطات المضلع(Stations) الذي تم إنشاؤه على امتداد منطقة المشروع .

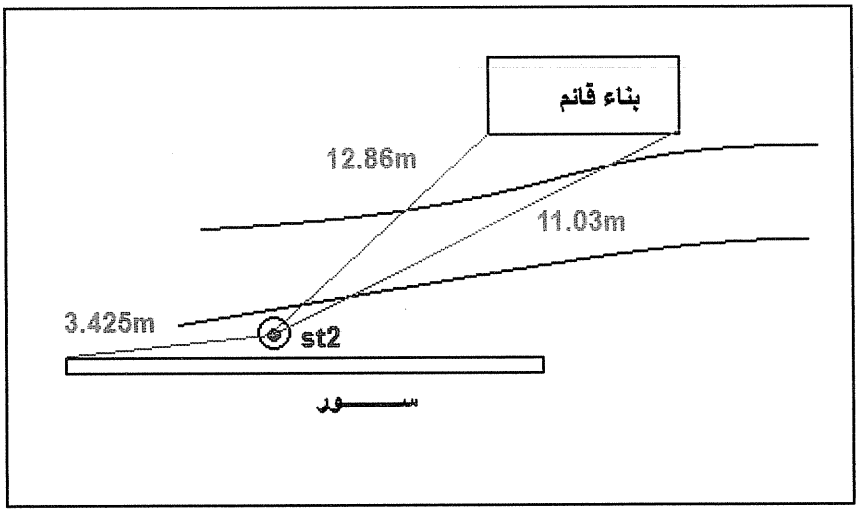
- كروكي نقطة التحكم (CP1 and CP2) :



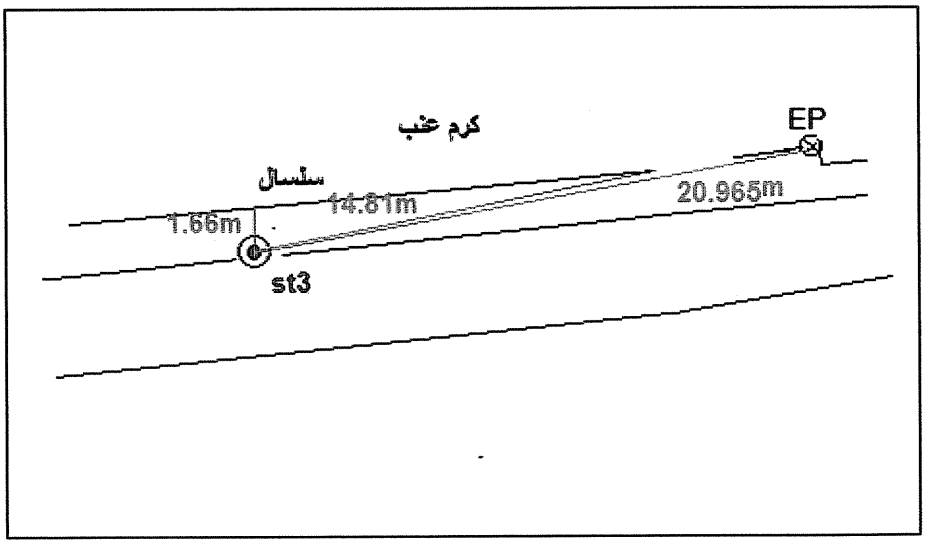
- كروكي للمحطة (st1) :



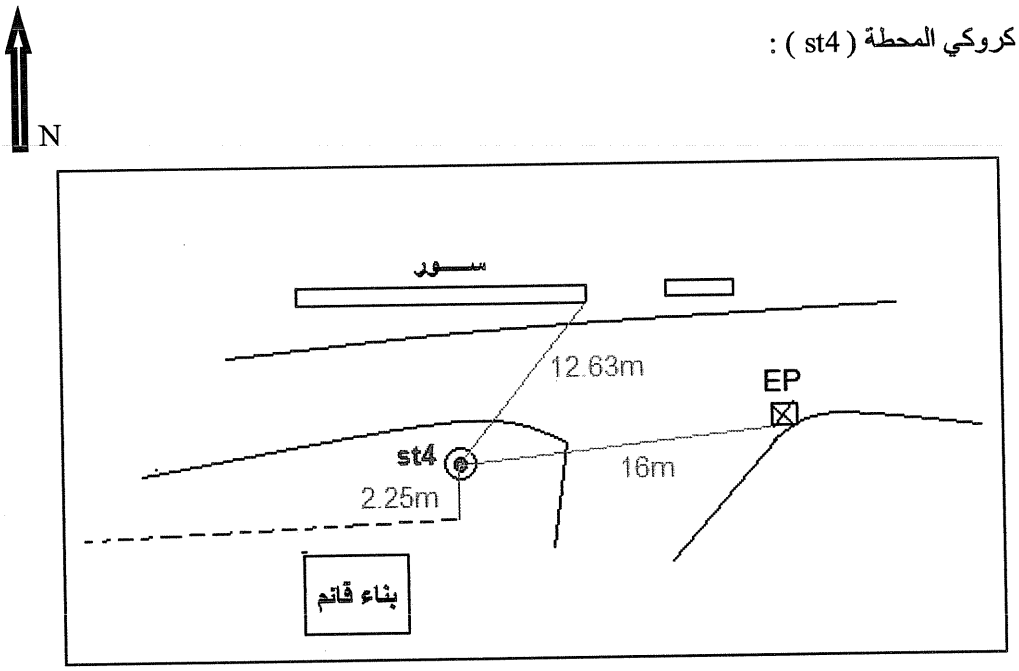
- كروكي المحطة (st2) :



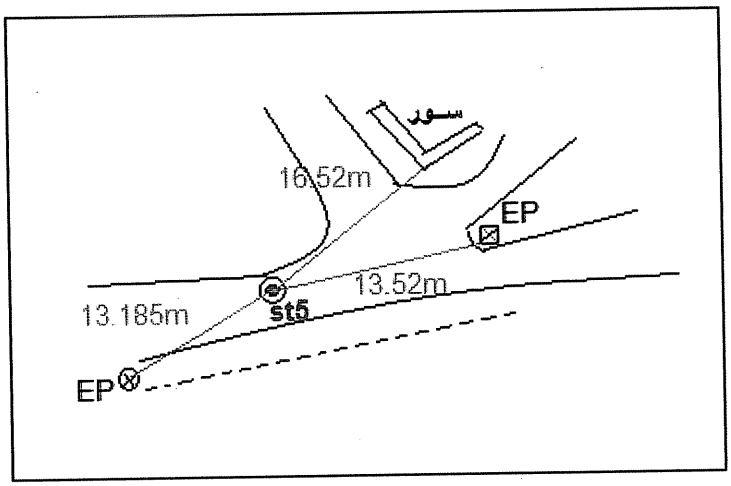
- كروكي المحطة (st3) :



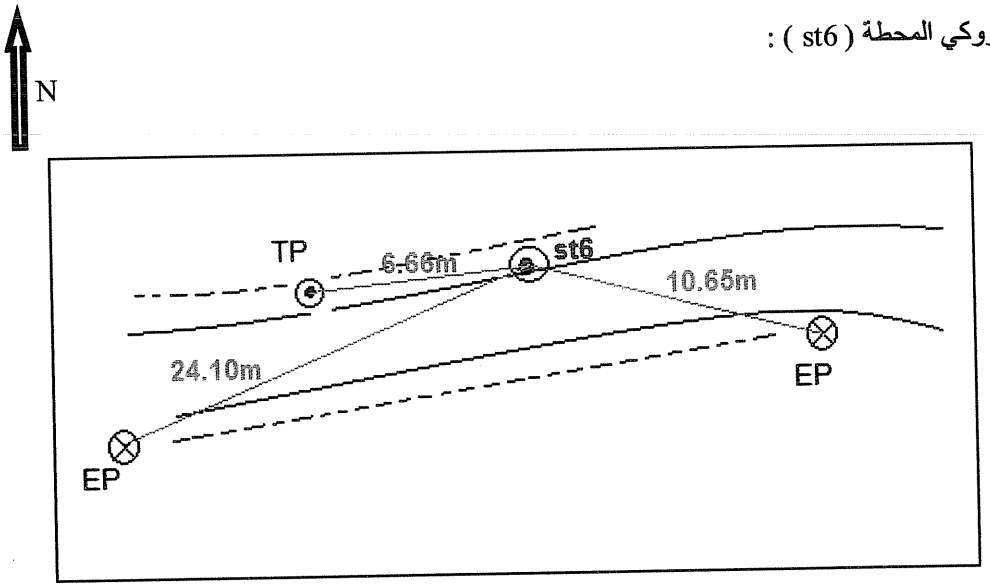
- كروكي المحطة (st4) :



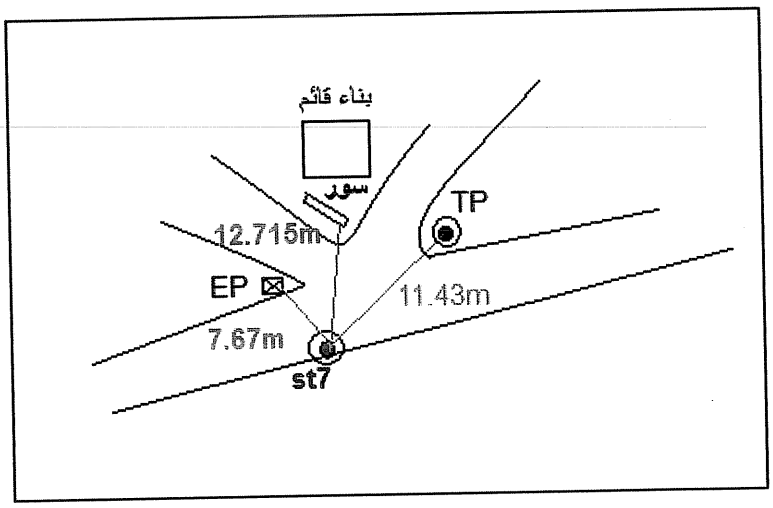
- كروكي المحطة (st5) :



- كروكي المحطة (st6) :

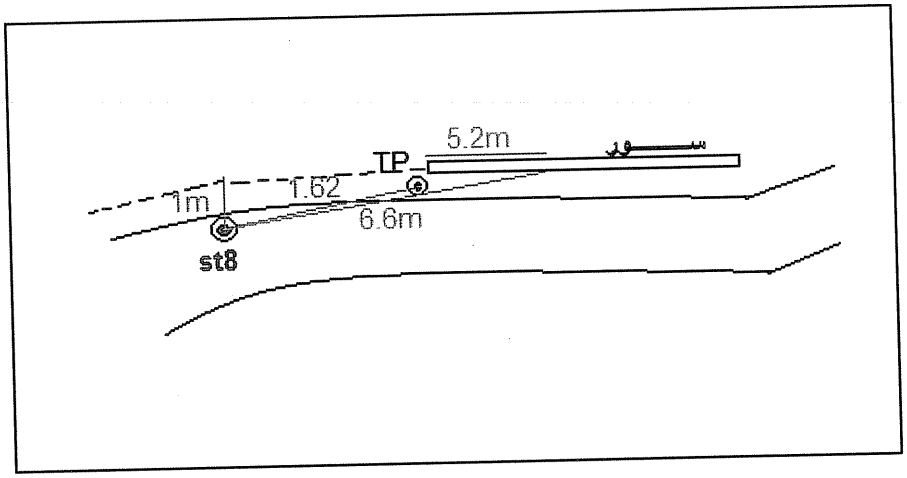


- كروكي المحطة (st7) :

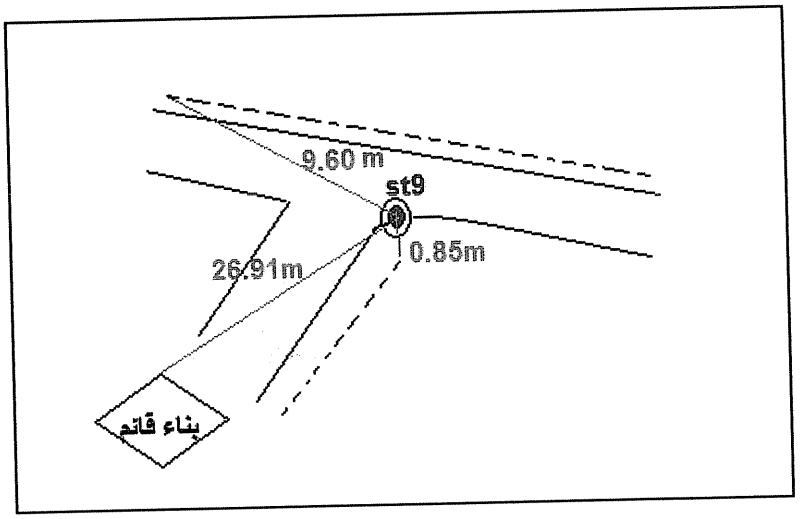


- كروكي المحطة (st8) :

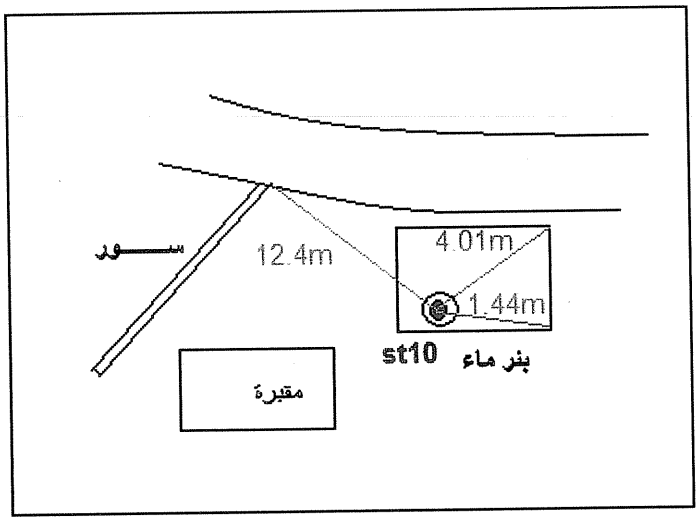
N



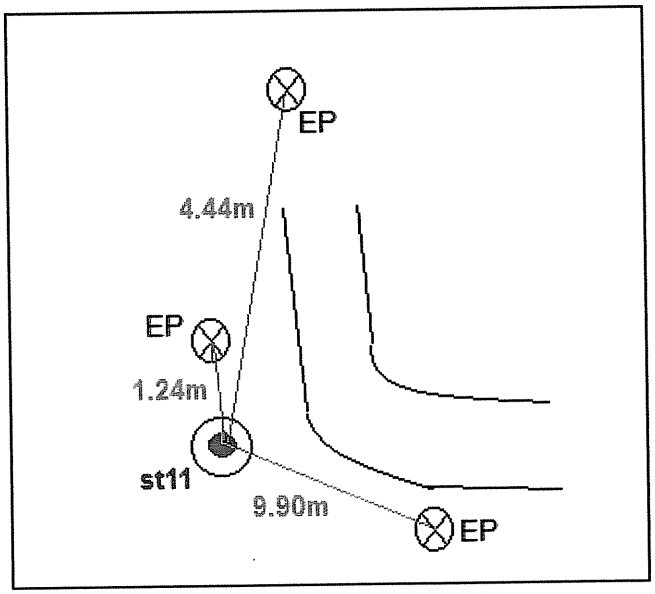
- كروكي المحطة (st9) :

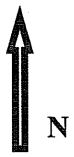


- كروكي المحطة (st10) :

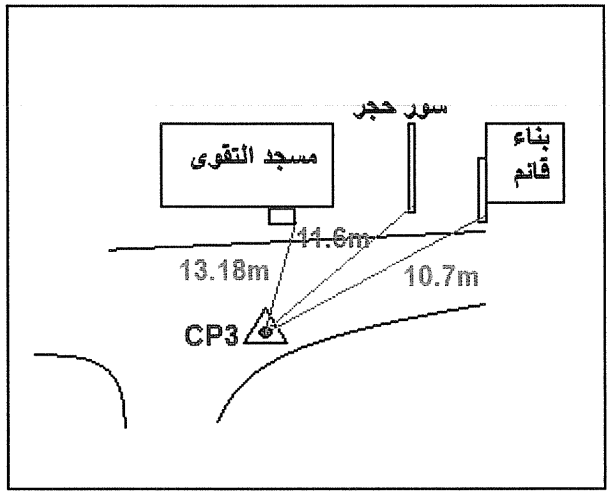


- كروكي المحطة (st11) :

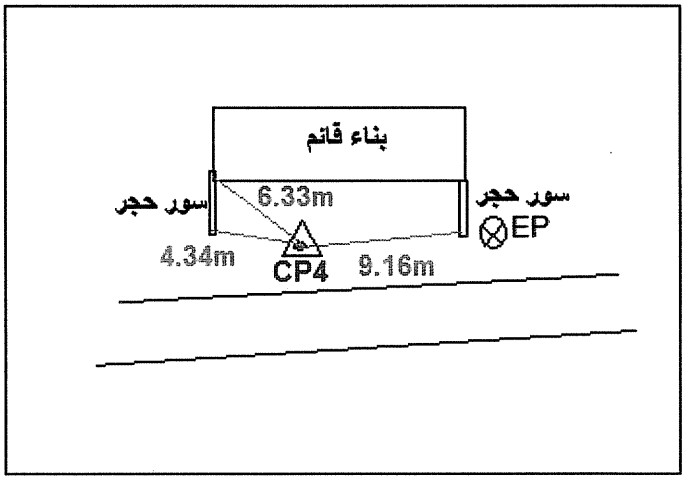




- كروكي نقطة التحكم (CP3) :



- كروكي نقطة التحكم (CP4) :



الملحق رقم (2) حسابات تصحيح المضلع

1- تصحيح المضلع باستخدام (Bowditch Rule).

- **الزوايا والمسافات التي تم رصدها في أعمال المضلعات :**

From	ST	TO	Avg.H.Angle			Avg.H.distance	Avg.V.Angle			Avg.S.Distance
			°	'	"	[m]	°	'	"	[m]
st1	CP2	CP1	247	2	45	132.103	94	56	25.75	132.470
st2	st1	CP2	160	11	12.8	61.071	92	46	18.75	61.144
st3	st2	st1	185	46	32.3	80.509	94	43	17.5	80.783
st4	st3	st2	174	59	22.8	72.314	95	35	11.5	72.658
st5	st4	st3	194	12	16	94.498	97	37.3	38.75	95.342
st6	st5	st5	145	53	21.3	51.966	96	7	43.5	52.265
st7	st6	st6	164	42	37	59.458	97	59	41.25	60.043
st8	st7	st7	252	18	41.8	58.892	94	34.8	17.5	59.081
st9	st8	st8	105	28	45	150.474	87	0.25	41.5	150.66
st10	st9	st9	174	40	18.5	91.358	84	50.8	19.75	91.715
st11	st10	st10	197	7	31.8	109.417	87	43.8	7.5	109.50
CP3	st11	st11	242	1	40.3	31.882	90	7	21.5	31.870
CP4	CP3	st12	262	16	40.5	38.464	80	16	10.5	39.024

الجدول رقم (2-1)

- **نقاط التحكم(Control Points) التي تم رصدها باستخدام ال GPS :**

Point	E	N	H
CP1	157722.184	106862.795	969.378
CP2	157694.885	106852.708	967.853
CP3	156852.803	107153.607	928.047
CP4	156884.839	107174.892	934.665

الجدول رقم (2-2)

- **حساب انحرافاتأضلاع المضلع:**
- يتم حساب الانحراف للخطوط بناء على العلاقة التالية :

$$\overline{CP1-CP2} = (\tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N}) + C$$

✓ **حساب انحراف أول خط (CP1-CP2) وأخر خط (CP3-Cp4) من إحداثيات ألGPS:**

$$AZ_{CP1-CP2} = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} + C$$

$$AZ_{CP1-CP2} = \tan^{-1}\frac{157694.885 - 157722.184}{106852.708 - 106862.795} + 180$$

$=249^{o}\ 43'\ 14.5"$

$$AZ_{CP3-CP4} = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} + C$$

$$AZ_{CP1-CP2} = \tan^{-1}\frac{156884.839 - 156852.803}{107174.892 - 107153.607} + 0$$

$= 56^{o}\ 23'\ 58.5"$

✓ **حساب الانحراف لباقي خطوط المضلع من خلال بيانات الرصد بجهاز (Total Station) :**

Line	Azimuth		
	o	'	"
az1	316	45	59.5
az2	296	57	12.2
az3	302	43	44.5
az4	297	43	7.2
az5	311	55	23.2
az6	277	48	44.5
az7	262	31	21.5
az8	334	50	3.2
az9	260	18	48.2
az10	254	59	6.7
az11	272	6	38.5
az12	334	8	18.7
az13	56	24	59.2

الجدول رقم (2-3)

✓ حساب خطأ الإغلاق في زاوية الانحراف (Angular Misclosure)

Angular misclosure = Computed Azimuth - Assumed Azimuth

$= 56^{o}\,24'\,59.2" - 56^{o}\,23'\,58.5" = 1'\,0.7"$

✓ معامل التصحيح للزوايا (Correction):

$$\text{Correction} = -1 * \frac{1'0.7"}{n}$$, n: NO. of angles .

$$= - \frac{1'0.7"}{13} = 4.43"$$

بحيث يتم إضافة "4.43 إلى كل زاوية من الزوايا الأفقية كما في الجدول التالي :

Point	Correction	H.Angle	
	o	'	"
1	247	2	40.3
2	160	11	8.1
3	185	46	27.6
4	174	59	18.1
5	194	12	11.3
6	145	53	16.6
7	164	42	32.3
8	252	18	37.1
9	105	28	40.3
10	174	40	13.8
11	197	7	27.1
12	242	1	35.6
13	262	16	35.8

الجدول رقم (2-4)

✓ **الانحرافات المصححة كما هي موضحة في الجدول التالي :**

Line	Corrected Azimuth °	'	"
1	316	45	54.8
2	296	57	2.9
3	302	43	30.5
4	297	42	48.6
5	311	54	59.9
6	277	48	16.5
7	262	30	48.8
8	334	49	25.9
9	260	18	6.2
10	254	58	20.0
11	272	5	47.1
12	334	7	22.7
13	56	23	58.5

الجدول رقم (2-5)

Angular Misclosure $= 0^o\ 0'\ 0''$

- **حساب (ΔE) و (ΔN) حسب العلاقات التالية :**

Δ Easting = Horizontal Distance × sin (Azimuth)

Δ Northing = Horizontal Distance × cos (Azimuth)

فمثلا لأول خط تكن كما يلي :

Δ Easting $= 132.103 \times \sin(316^o\ 45'\ 54.8'') = -90.489$

Δ Northing = $132.103 \times \cos(316^o\ 45'\ 54.8'') = 96.244$

والجدول التالي يبن النتائج لباقي الخطوط :

line	ΔE=L* sin az	ΔN=L*cosaz
1	-90.489	96.244
2	-54.438	27.679
3	-67.730	43.524
4	-64.018	33.629
5	-70.317	63.129
6	-51.485	7.057
7	-58.951	-7.747
8	-25.053	53.298
9	-148.323	-25.349
10	-88.233	-23.688
11	-109.344	4.003
12	-13.915	28.685
Sum=	**-842.296**	**300.464**

الجدول رقم (2-6)

- **حساب الخطأ في (Easting) والخطأ في (Northing) :**

✓ نجد الفرق بين الإحداثيات للنقطة الثانية والنقطة الثالثة من نقاط التحكم (Control points) في المضلع كما يلي :

Easting = E(CP3) – E(CP2)

= 156852.803 - 157694.885 = -842.082

Northing = N(CP3) – N(CP2)

= 107153.61 - 106852.71 = 300.899

✓ نجد المجموع ل (ΔE) و(ΔN) ونقوم بحساب (Δ Dep) و(Δ Lat) كما يلي :

Δ Dep = sum of ΔE - Easting = -842.296 - -842.082 = -0.214

ΔLat = sum of ΔN - Northing = 300.464- 300.899 = -0.435

- **تصحيح إحداثيات محطات المضلع وذلك كما يلي :**

✓ **نحسب مقدار التصحيح لكل ضلع باستخدام (Compass rule) :**

$$\mathbf{d\,E} = -\frac{Li}{L} * \Delta Dep$$

$$\mathbf{d\,N} = -\frac{Li}{L} * \Delta Lat$$

حيث أن :

d N، d E : مقدار التصحيح في أل departure و Latitude لكل ضلع من أضلاع المضلع .

Li : طول كل ضلع من أضلاع المضلع .

L : طول المضلع . وهو يساوي (993.940 m).

والجدول التالي يبين قيمة كل من d E و d N :

Line	d E	d N
1	0.0132	0.0267
2	0.0174	0.0352
3	0.0156	0.0317
4	0.0204	0.0414
5	0.0112	0.0228
6	0.0128	0.0260
7	0.0127	0.0258
8	0.0324	0.0659
9	0.0197	0.0400
10	0.0236	0.0479
11	0.0069	0.0140
12	0.0083	0.0168

الجدول رقم (2-7)

✓ بعد حساب d N، d E نقوم بتصحيح قيمة كل من (ΔE) و (ΔN) الواردة في الجدول رقم (1-6). والجدول التالي يبين القيم المصححة :

Line	CorrectedΔ E	CorrectedΔ N
1	-90.476	96.271
2	-54.421	27.714
3	-67.715	43.556
4	-63.998	33.671
5	-70.306	63.152
6	-51.472	7.083
7	-58.938	-7.721
8	-25.020	53.363
9	-148.304	-25.309
10	-88.210	-23.640
11	-109.337	4.017
12	-13.906	28.702

الجدول رقم (2-8)

✓ بعد ذلك نقوم بحساب الإحداثيات المصححة كما يلي :

Easting1 = Easting of previous point + Δ Easting1

Northing1 =Northing of previous point + Δ Northing1

Easting (St1) = 157694.885+ -90.476 = 157604.409

Northing(St1) = 106852.708 + 96.271 = 106948.979

والجدول التالي يبين الإحداثيات لباقي محطات المضلع :

St	E	N
st1	157604.409	106948.979
st2	157549.988	106976.693
st3	157482.273	107020.249
st4	157418.276	107053.919
st5	157347.970	107117.071
st6	157296.498	107124.154
st7	157237.560	107116.433
st8	157212.539	107169.796
st9	157064.236	107144.487
st10	156976.026	107120.847
st11	156866.689	107124.864

الجدول رقم (2-9)

- حساب ارتفاع (Elevation) كل محطة من محطات المضلع :-

بالاعتماد على بيانات الرصد للمسافة المائلة والزاوية الأفقية في جدول الرصد (1-1) نجد ارتفاع المحطات بناء على العلاقة الرياضية التالية :

$$H(st1) = H(CP2) + hi \pm \Delta H \pm ht$$
$$\Delta H = \tan (90 - V) * H.D$$

حيث أن :

H(st1) : ارتفاع المحطة الأولى في المضلع .

H(CP2) : ارتفاع نقطة التحكم التي تسبق المحطة الأولى .

hi : ارتفاع جهاز الرصد .

ht : ارتفاع العاكس .

ΔH : الفرق في الارتفاع خط الرصد وخط محور الرصد .

V : زاوية السمت (Vertical angle)

H.D : المسافة الأفقية .

$$\Delta H = \tan (90 - 94^{o}\ 56'\ 25.75") * 132.103 = -11.419$$

$$H(st1) = 967.853 + 1.61 \pm -11.419 \pm 1.65 = 956.394\ m$$

الجدول التالي يبين ارتفاع كل محطة من محطات المضلع :

Station	Elevation
st1	956.394
st2	953.457
st3	946.452
st4	939.279
st5	927.057
st6	920.942
st7	913.433
st8	908.651
st9	916.416
st10	923.356
st11	927.606

الجدول (2-10)

2- التصحيح بطريقة (Least Square)باستخدام برنامج (Adjust) :

Farsh AL-hawa

Number of Control Stations = 4
Number of Unknown Stations = 11
Number of Distance observations = 12
Number of Angle observations = 13
Number of Azimuth observations = 0

****

Initial approximations for unknown stations

****

Station	X	Y
1	157,604.408	106,948.979
2	157,549.986	106,976.693
3	157,482.270	107,020.250
4	157,418.271	107,053.920
5	157,347.964	107,117.072
6	157,296.491	107,124.155
7	157,237.553	107,116.434
8	157,212.530	107,169.798
9	157,064.225	107,144.490
10	156,976.026	107,120.853
11	156,866.688	107,124.870

Control Stations

~~~~~~~~~~~~~~~~

Station	X	Y
a	157,722.184	106,862.795
b	157,694.885	106,852.780
c	156,852.803	107,153.607
d	156,884.839	107,174.892
~~~~~~~~~~~~~~~~

****
Distance Observations
****

Station Occupied	Station Sighted	Distance	S
b	1	132.103	0.004
1	2	61.071	0.004
2	3	80.509	0.004
3	4	72.314	0.004
4	5	94.498	0.004
5	6	51.966	0.004
6	7	59.458	0.004
7	8	58.892	0.004
8	9	150.474	0.004
9	10	91.358	0.004
10	11	109.417	0.004
11	c	31.882	0.004

****
Angle Observations
****

Station Backsighted	Station Occupied	Station Foresighted	Angle	S
a	b	1	247°02'45.00"	5.00"
b	1	2	160°11'12.75"	5.00"
1	2	3	185°46'32.25"	5.00"
2	3	4	174°59'22.75"	5.00"
3	4	5	194°12'16.00"	5.00"
4	5	6	145°53'21.25"	5.00"
5	6	7	164°42'37.00"	5.00"
6	7	8	252°18'41.75"	5.00"
7	8	9	105°28'45.00"	5.00"
8	9	10	174°40'18.50"	5.00"
9	10	11	197°07'31.75"	5.00"
10	11	c	242°01'40.25"	5.00"
11	c	d	262°16'40.50"	5.00"

Notice: Matrices are written to the file C:\Users\RAMI\Desktop\traverse adjust.MAT

****
Adjusted stations
****

Station	X	Y	Standard error ellipse computed Sx	Sy	Su	Sv	t
1	157,604.570	106,949.188	0.0787	0.0816	0.0943	0.0630	137.76°
2	157,550.164	106,976.947	0.1126	0.1035	0.1248	0.0884	127.66°
3	157,482.474	107,020.545	0.1337	0.1301	0.1454	0.1168	131.33°
4	157,418.473	107,054.225	0.1468	0.1499	0.1586	0.1373	139.15°
5	157,348.183	107,117.388	0.1585	0.1679	0.1691	0.1572	161.03°
6	157,296.686	107,124.462	0.1568	0.1728	0.1729	0.1568	176.80°
7	157,237.717	107,116.720	0.1475	0.1724	0.1725	0.1474	175.92°
8	157,212.666	107,170.011	0.1483	0.1672	0.1684	0.1470	165.95°
9	157,064.327	107,144.644	0.1285	0.1265	0.1299	0.1250	123.36°
10	156,976.077	107,120.940	0.1017	0.1013	0.1122	0.0896	134.58°
11	156,866.717	107,124.928	0.0449	0.0853	0.0951	0.0158	153.39°

****
Adjusted Distance Observations
****

Station Occupied	Station Sighted	Distance	V	S	Std.Res.	Red.#
b	1	132.104	0.0006	0.0943	0.537	0.075
1	2	61.079	0.0079	0.0933	6.383	0.091
2	3	80.515	0.0059	0.0935	4.812	0.087
3	4	72.322	0.0077	0.0933	6.189	0.090
4	5	94.500	0.0025	0.0939	2.116	0.080
5	6	51.980	0.0141	0.0932	11.244	0.093
6	7	59.476	0.0180	0.0936	15.002	0.084
7	8	58.886	-0.0061	0.0952	-6.346	0.055
8	9	150.493	0.0185	0.0939	15.558	0.083
9	10	91.377	0.0194	0.0940	16.908	0.078
10	11	109.433	0.0157	0.0934	12.646	0.091
11	c	31.876	-0.0059	0.0951	-6.035	0.055

Adjusted Angle Observations
****

Station Backsighted	Station Occupied	Station Foresighted	Angle	V	S"	Std.Res.	Red.#
a	b	1	247°00'55.38"	-109.616"	98.391	-39.252	0.312
b	1	2	160°09'43.55"	-89.198"	106.445	-40.431	0.195
1	2	3	185°45'11.84"	-80.407"	108.938	-40.646	0.157
2	3	4	174°58'14.33"	-68.421"	111.337	-39.673	0.119
3	4	5	194°11'18.04"	-57.962"	112.730	-37.262	0.097
4	5	6	145°52'37.81"	-43.444"	112.989	-28.548	0.093
5	6	7	164°41'59.65"	-37.346"	113.324	-25.287	0.087
6	7	8	252°18'09.55"	-32.197"	113.587	-22.350	0.083
7	8	9	105°28'21.54"	-23.460"	112.248	-14.515	0.104
8	9	10	174°40'07.31"	-11.188"	110.929	-6.318	0.125
9	10	11	197°07'26.87"	-4.885"	108.292	-2.394	0.167
10	11	c	242°01'47.04"	6.789"	103.098	2.746	0.245
11	c	d	262°16'52.03"	11.535"	102.399	4.571	0.255

****
Adjustment Statistics
****

Iterations = 2
Redundancies = 3

Reference Variance = 562.794
Reference So = ±23.7

Failed to pass X^2 test at 95.0% significance level!
X^2 lower value = 0.22
X^2 upper value = 9.35
Possible blunder in observations with Std.Res. > 78
Convergence!

الملحق رقم (3)

مخطط المضلع

107275
156835
"42'82'16
"25'117'59
109.40
"28'162'52
"41
"38'164'42
"22'145'53
"46'165'47
72.33
"23'174'59
156835
106770

الملحق رقم (4)

الرفع التفصيلي للطريق

Legend :

HS : House

AS : Asphalt

CW : Concrete Wall

SW : Stone Wall

CL : Center Line

SD : Side walk

EP : Electric Point

TP : Telephone Point

No.	Easting	Northing	Elevation	Description
1	157746	106876.2	970.835	HS
2	157744.9	106878.3	970.426	AS
3	157737.3	106888.8	971.404	AS
4	157741.2	106883.8	970.401	CL
5	157726.5	106872.4	968.672	CL
6	157731	106868.6	968.93	AS
7	157723.9	106859.3	967.409	HS
8	157721.7	106860.8	968.152	AS
9	157716.4	106865.3	967.959	CL
10	157713.1	106868.8	967.997	AS
11	157712.1	106870.9	968.051	CW
12	157710.2	106869.5	968.099	CW
13	157711.8	106867.7	967.933	SW
14	157705.3	106862.3	967.227	SW
15	157702	106861.6	967.363	SW
16	157697.6	106861.3	966.451	SW
17	157693.9	106862.8	965.781	SW
18	157686.7	106870.5	964.796	SW
19	157675.7	106882.2	963.476	SW
20	157657.5	106903.6	960.057	SW
21	157657.2	106903.9	960.049	EP
22	157676.9	106880.6	963.234	EP

23	157687.2	106870.2	965.198	EP
24	157702.2	106860.3	967.023	EP
25	157708	106850.1	967.688	EP
26	157698.3	106860.8	967.633	EP
27	157705.6	106852.9	967.355	MH
28	157714.5	106855.8	967.799	SW
29	157717.9	106857.9	967.825	SW
30	157719.6	106857.9	967.812	SW
31	157721.9	106857	967.67	SW
32	157707.8	106849.8	967.86	SW
33	157704.8	106847	967.894	HS
34	157703.4	106848.1	967.49	HS
35	157700.2	106845.4	967.465	HS
36	157699.6	106846	967.394	HS
37	157694	106839.1	966.554	HS
38	157683.2	106839.6	974.179	HS
39	157682.3	106844.6	967.022	HS
40	157677.7	106835	972.999	HS
41	157675.2	106836.1	968.397	AS
42	157679.9	106833.3	966.141	AS
43	157684.9	106831.6	966.915	SD
44	157684.3	106834.8	966.785	CW
45	157688	106836.7	966.874	CW
46	157692.5	106850.9	966.841	AS
47	157694.6	106852.1	966.667	AS
48	157694.4	106854.6	966.359	AS
49	157699	106856.5	983.349	HS
50	157690.7	106854.8	960.993	HS
51	157691.9	106850.9	966.839	SD
52	157696.7	106855.8	966.433	CL
53	157699.1	106859.8	966.568	AS
54	157714.2	106884.2	917.551	SD
55	157710.3	106874.5	967.503	SD
56	157697	106869.7	965.752	SD
57	157702.6	106864.5	965.979	SD
58	157683.7	106882.6	964.64	SD
59	157680	106881.7	963.403	SD
60	157658.3	106905	962.872	SD
61	157700.8	106859.7	966.757	SD
62	157697.4	106860.4	966.276	SD
63	157693.2	106861.8	965.595	AS
64	157690.5	106859.6	965.553	AS
65	157691.1	106853.3	966.466	CW
66	157684.3	106862.7	964.75	CW

67	157682	106866	964.797	CW
68	157680.5	106867.7	964.993	CW
69	157684.6	106868.6	964.518	CL
70	157681	106859.7	966.925	SD
71	157678.8	106866.4	964.001	SD
72	157677.9	106869.9	954.053	HS
73	157674.9	106862.1	966.417	HS
74	157665.4	106880.1	964.096	HS
75	157667.6	106882.6	961.918	CW
76	157664.3	106881.6	961.316	SD
77	157667.4	106885.9	961.802	AS
78	157669.4	106888.3	961.736	AS
79	157655.4	106903.6	959.765	AS
80	157652.6	106902.1	959.655	AS
81	157664.9	106885.2	961.629	SW
82	157665.4	106886	961.708	SW
83	157652.1	106901.2	959.729	SW
84	157641.4	106910.1	958.693	SW
85	157653.5	106902.9	959.703	CL
86	157656.9	106907.9	959.774	SD
87	157659.7	106912.7	959.866	SD
88	157649.8	106898.4	958.656	SD
89	157647.3	106894.7	958.564	SD
90	157644.3	106919.6	958.992	HS
91	157655.5	106934.9	961.335	HS
92	157636.8	106925.3	958.511	HS
93	157636.5	106924.3	957.693	HS
94	157639.9	106921.8	958.559	HS
95	157639.7	106921.5	958.349	HS
96	157643.1	106918.8	958.999	HS
97	157634.2	106926.8	958.229	TP
98	157633	106925.4	957.86	EP
99	157631	106921	957.407	AS
100	157633	106923.5	957.48	AS
101	157632.1	106922.3	957.454	CL
102	157629.8	106919.6	957.282	SD
103	157624	106914.1	956.11	SD
104	157626.4	106916.2	956.396	SD
105	157634.3	106924.9	957.789	SD
106	157636.6	106928.4	958.499	SD
107	157631.4	106926.1	957.579	CW
108	157622.1	106935	956.38	CW
109	157613.4	106943.9	956.019	CW
110	157606.2	106949.6	955.43	CW

111	157585.5	106962.5	954.594	CW
112	157579.4	106966	954.108	CW
113	157571.3	106972.8	953.8	CW
114	157565.1	106966.3	954.71	HS
115	157574.6	106957.9	954.442	HS
116	157578.2	106959.3	954.287	CW
117	157591.7	106950	954.865	CW
118	157602.6	106944	955.224	CW
119	157606.2	106941.2	954.882	CW
120	157610.1	106938	955.085	CW
121	157611.9	106936.2	955.763	CW
122	157616	106932.7	955.858	CW
123	157619	106929.6	956.365	CW
124	157619.4	106925.5	956.594	CW
125	157619.8	106922.3	956.242	CW
126	157613.6	106937.7	955.59	AS
127	157615.1	106936.3	955.732	AS
128	157617.5	106938.3	955.78	AS
129	157616.4	106937.3	955.732	CL
130	157611.7	106931.7	955.351	SD
131	157609.1	106928.6	955.235	SD
132	157621.6	106944.4	958.111	SD
133	157618.7	106940.6	958.024	SD
134	157612.3	106944.4	955.803	EP
135	157592.5	106950.5	954.588	EP
136	157605.1	106950.2	955.4	TP
137	157607.2	106944	955.242	AS
138	157608.8	106946.1	955.334	AS
139	157596.1	106954.8	954.847	AS
140	157592.2	106953.7	954.642	AS
141	157593.7	106956.1	954.74	AS
142	157592.8	106954.9	954.695	CL
143	157590.6	106951.3	954.769	SD
144	157596.7	106961.4	956.505	SD
145	157598.3	106964.3	956.577	SD
146	157595.1	106957.9	956.469	SD
147	157587.7	106948.7	952.219	SD
148	157586.1	106946.8	951.799	SD
149	157585.3	106947.3	953.428	HS
150	157582.4	106944.1	954.132	HS
151	157575.4	106969.2	953.915	TP
152	157572	106973.9	954.297	EP
153	157568.3	106977	954.9	EP
154	157574.5	106965	953.577	AS

155	157576.6	106967.3	953.65	AS
156	157575.7	106966.2	953.633	CL
157	157573.3	106963	954.135	SD
158	157571.5	106961.2	954.031	SD
159	157581.5	106970.6	955.467	SD
160	157582.8	106974	955.577	SD
161	157569.4	106974.7	953.832	CW
162	157573.5	106978.5	954.482	CW
163	157560	106980.6	953.012	CW
164	157546.9	106978.1	951.976	CW
165	157566.7	106967.9	953.223	CW
166	157555.9	106975.3	952.528	AS
167	157557.5	106978.1	952.695	AS
168	157557.1	106976.7	952.676	CL
169	157555.6	106973.5	952.601	SD
170	157555.7	106973.6	952.568	SD
171	157558.7	106980.4	952.8	SD
172	157559.9	106982.9	952.984	SD
173	157554	106971.7	951.754	SD
174	157541.5	106975.2	952.428	HS
175	157537.2	106981.7	947.59	HS
176	157558.6	106982.6	952.902	HS
177	157546.8	106988.7	952.398	HS
178	157549.6	106994.8	953.073	HS
179	157546.8	106995.8	955.886	HS
180	157544.8	106990.7	951.059	HS
181	157541.8	106992.8	950.427	HS
182	157542.6	106990.9	951.168	TP
183	157538.3	106984.9	951.393	AS
184	157540.1	106987.1	951.406	AS
185	157537.3	106988.4	951.198	AS
186	157536.2	106986.1	951.159	AS
187	157536.8	106987.3	951.216	CL
188	157534.1	106982.6	951.655	SD
189	157532.1	106981.3	951.64	SD
190	157538.3	106991.3	951.522	SD
191	157538.9	106993.9	951.66	SD
192	157539.8	106995.5	952.091	SD
193	157535.2	106984.9	951.302	SW
194	157533	106986.5	950.93	SW
195	157528.2	106988.4	950.432	SW
196	157529.3	106994.2	950.75	SW
197	157520.5	106997.7	949.351	SW
198	157506.8	107005	948.1	SW

199	157500	107009.3	947.307	SW
200	157500.9	107013.3	947.167	SW
201	157506.8	107026.1	947.365	SW
202	157503.4	107027.9	947.36	SW
203	157497.6	107015.5	947.047	SW
204	157495.6	107013.6	947.059	SW
205	157490.2	107008.9	946.572	SW
206	157494.2	107006	946.998	SW
207	157494.7	107003.3	947.049	SW
208	157493	107000.2	947.037	SW
209	157477.8	106998.5	946.478	SW
210	157469.4	106998.8	946.072	SW
211	157470.6	106994	946.337	SW
212	157510.5	106994.9	948.275	SW
213	157517.7	106993.5	948.966	AS
214	157518.9	106996.9	949.073	AS
215	157519	106996.6	948.998	CL
216	157516.2	106989.6	947.889	SD
217	157515.6	106987.5	947.847	SD
218	157496.1	106986.6	946.712	SD
219	157472	106987.6	945.961	SD
220	157471.6	106991.2	945.97	SD
221	157491.4	106991.6	946.531	SD
222	157492.3	106995.5	947.075	AS
223	157491.6	106998.5	946.986	AS
224	157496.1	106999.4	947.236	AS
225	157496.8	107002.6	947.213	AS
226	157496.8	107004.6	947.129	AS
227	157496	107006.3	947.038	AS
228	157493.3	107008.3	946.803	AS
229	157488	107012.1	946.298	AS
230	157489.5	107015.9	946.23	AS
231	157495.4	107011.6	946.81	AS
232	157504	107005.3	947.649	AS
233	157513	107000.1	948.437	AS
234	157471.2	106997.6	946.314	AS
235	157471.4	106994.5	946.32	SD
236	157470.7	107002.7	945.256	SD
237	157470.8	107006.4	945.17	SD
238	157471.5	107014.2	944.917	SD
239	157472.3	107018.5	944.764	CL
240	157471.4	106996.1	946.32	CL
241	157491.8	106996.8	947.054	SD
242	157490.6	107004.4	946.152	

243	157491.7	107012	946.573	CL
244	157519.7	107001.3	949.277	SD
245	157521	107004.5	949.294	SD
246	157492.6	107018.3	946.666	SD
247	157495.4	107022.5	946.514	SD
248	157478.5	107031.4	945.222	SD
249	157476.8	107029.3	945.254	SD
250	157481	107034.3	945.292	SD
251	157469.8	107031.4	943.926	SW
252	157470.3	107033	944.019	SW
253	157465.2	107026.8	943.941	SW
254	157470.1	107033.4	944.043	CW
255	157455.5	107042.5	942.088	CW
256	157459	107041.5	942.121	SD
257	157451.3	107046.2	940.88	SD
258	157451.5	107042.8	941.621	AS
259	157451.6	107042.8	941.62	AS
260	157449.6	107039.3	941.561	AS
261	157444.2	107049.5	940.568	CW
262	157443.1	107051.1	940.188	CW
263	157443.3	107052.1	940.132	CW
264	157449	107059.6	940.187	CW
265	157444.4	107062.7	940.175	CW
266	157437.1	107053.5	939.917	CW
267	157435.7	107051.7	939.931	CW
268	157432.2	107044.5	940.045	CW
269	157413	107044.3	939.439	CW
270	157408.2	107044.2	939.276	CW
271	157409.3	107049.1	938.91	CW
272	157416.1	107049.2	939.245	CW
273	157416.8	107052.4	939.076	SW
274	157417.1	107052.6	938.926	SW
275	157435.6	107043.7	940.096	SW
276	157441.2	107040.9	940.809	SW
277	157449.4	107036.9	941.885	CL
278	157438.2	107047.2	940.116	AS
279	157437.4	107045.5	940.066	AS
280	157439.3	107049.2	940.113	SD
281	157440.9	107052.7	940.002	SD
282	157443	107056	940.02	SD
283	157436.7	107041.8	941.199	SD
284	157435.7	107038.5	941.169	EP
285	157431.5	107044.9	939.761	TP
286	157428.8	107057.7	938.851	

287	157422.3	107061.3	938.153	CW
288	157421.1	107060.2	938.027	AS
289	157418.7	107057	938.141	AS
290	157426.7	107051.2	939.115	AS
291	157428	107055.3	938.952	AS
292	157420.3	107053.4	938.532	SD
293	157420.1	107050.5	938.936	SD
294	157419	107049.3	939.11	SD
295	157404.4	107044.2	939.024	SW
296	157396.8	107044.2	938.808	SW
297	157397.2	107048.8	938.931	SW
298	157423.2	107064.7	935.363	SD
299	157425.6	107067.4	935.261	SD
300	157408.7	107082.3	934.487	SD
301	157405.8	107078.4	934.659	SD
302	157401.9	107074.3	935.225	AS
303	157399.9	107070.7	935.45	AS
304	157400.6	107072.6	935.336	CL
305	157410.1	107060.7	937.218	SW
306	157395.7	107073.7	934.778	SW
307	157386.9	107080.7	933.479	SW
308	157395.2	107069.8	936.175	SD
309	157392	107075.1	934.367	EP
310	157390.2	107083.6	933.455	TP
311	157384.2	107087.8	932.306	AS
312	157382.3	107085.2	932.475	AS
313	157383	107086.6	932.359	CL
314	157381.2	107082	933.207	SD
315	157380.3	107078.7	933.372	SD
316	157386.9	107092.2	930.519	SD
317	157389.3	107094	930.426	SD
318	157384.8	107089.5	932.173	SD
319	157376.9	107089.2	931.605	CW
320	157376	107095.4	930.668	CW
321	157369.6	107099.9	929.667	CW
322	157367.4	107096.8	929.998	CW
323	157363.3	107106	928.333	CW
324	157360.5	107102.6	928.593	CW
325	157365.2	107101.2	929.116	CL
326	157362.8	107097.6	931.383	SD
327	157361.9	107094.2	931.554	SD
328	157369.1	107104.1	930.172	SD
329	157371.1	107105.1	930.195	SD
330	157361.1	107112.8	926.36	EP

331	157362.2	107112.5	926.45	TP
332	157359.9	107109.1	927.36	AS
333	157358.8	107112.6	926.54	AS
334	157359	107114.3	926.143	AS
335	157360.4	107115.8	925.669	AS
336	157362.3	107117.3	925.323	AS
337	157365.3	107118.5	925.069	AS
338	157387.2	107121.2	924.391	AS
339	157387.2	107120.9	924.39	SW
340	157386.8	107124.7	924.487	SW
341	157382.5	107122.6	924.39	CL
342	157383	107119.3	925.222	SD
343	157383	107119.2	925.296	SD
344	157383.6	107115.5	925.999	SD
345	157380.3	107129.1	925.018	SD
346	157388.3	107128.2	925.101	HS
347	157371.6	107126.6	925.045	HS
348	157369.9	107135.1	924.998	HS
349	157362.6	107121.4	925.067	AS
350	157360.3	107121.2	925.147	AS
351	157359.4	107122.2	924.804	AS
352	157361.5	107130.3	922.418	AS
353	157362.8	107136	921.055	AS
354	157359.4	107136.7	920.965	AS
355	157364.4	107135.6	921.217	CW
356	157357.3	107136.2	921.113	CW
357	157357.5	107134.2	921.595	CW
358	157356.7	107129.2	922.952	CW
359	157356.6	107128.3	923.136	SW
360	157353.1	107122	925.017	SW
361	157349.6	107119.8	925.711	SW
362	157345.9	107118.4	925.483	SW
363	157345.3	107118.1	925.265	AS
364	157343.9	107114.7	925.371	AS
365	157350	107111.9	926.149	AS
366	157354	107109.6	926.823	AS
367	157355.3	107122.5	924.862	AS
368	157353.2	107120.8	925.276	AS
369	157349.9	107118.5	925.612	AS
370	157348	107117.8	925.538	AS
371	157346.7	107112.9	925.959	SW
372	157343.2	107112.6	927.407	SD
373	157343.3	107109.8	927.388	SD
374	157344.3	107122.1	922.768	SD

375	157344.1	107125.4	922.081	SD
376	157319.5	107126.6	920.576	SD
377	157319.4	107126.7	920.641	SD
378	157319.3	107128.9	920.181	SD
379	157321.7	107129.4	920.409	HS
380	157334.9	107129.8	921.621	HS
381	157336.8	107120.9	924.221	SW
382	157335.8	107116.6	924.485	SW
383	157333.7	107116	924.783	SW
384	157329.5	107114.3	924.953	SW
385	157331.9	107118.3	924.058	SW
386	157335.1	107116.7	924.54	EP
387	157339.1	107115.8	925.004	TP
388	157319.1	107118.3	924.116	SD
389	157318.9	107115	924.416	SD
390	157298	107118.4	922.217	SD
391	157298.1	107116.4	922.222	SD
392	157279.9	107115.3	921.023	SD
393	157280.9	107113.1	921.133	SD
394	157319.1	107122.9	922.295	CL
395	157309.6	107121.8	921.593	SW
396	157307.4	107125.5	921.201	SW
397	157306.9	107121.8	921.222	EP
398	157304.2	107121.3	921.156	SW
399	157296.5	107122.7	919.976	CL
400	157276.9	107120.9	917.759	CL
401	157281.5	107118.6	918.582	SW
402	157280.2	107117.9	918.414	SW
403	157277.7	107116.3	918.495	SW
404	157277.2	107115.6	918.674	SW
405	157276.7	107118.8	917.908	SW
406	157273.3	107116.8	917.186	SW
407	157268.7	107113.8	916.871	SW
408	157266	107112.3	916.802	SW
409	157264.8	107111.2	916.875	SW
410	157266.2	107116.6	916.32	SW
411	157265	107120.6	915.888	SW
412	157274.8	107122.3	917.618	SW
413	157274.3	107124.3	915.927	SD
414	157273.3	107126.6	915.583	SD
415	157258.4	107120.2	914.727	SW
416	157251.8	107121.4	913.703	SW
417	157245.1	107123.3	912.044	SW
418	157247.8	107127.5	911.245	SW

419	157251.4	107131	910.777	SW
420	157248.6	107133.5	910.407	SW
421	157241.1	107126.8	911.067	SW
422	157240.1	107126.8	910.938	SW
423	157244.5	107116.2	912.525	SW
424	157241.7	107115.6	912.261	SW
425	157227.2	107106.8	911.888	SW
426	157220	107102	911.633	SW
427	157216.8	107107	911.146	CL
428	157218.9	107105.5	911.14	CL
429	157231	107113.9	911.308	SW
430	157228.2	107116.7	911.515	SW
431	157230.8	107120.3	911.233	SW
432	157232.6	107124.6	910.337	SW
433	157232.1	107130.8	909.298	CL
434	157239.8	107119.8	911.527	SD
435	157242	107114.6	913.927	SD
436	157242.1	107114	914.239	SD
437	157243.3	107110	914.213	SD
438	157238.3	107128.2	910.155	CW
439	157239.2	107129.3	909.515	CW
440	157236.2	107137.4	908.694	CW
441	157229.3	107154.4	907.528	CW
442	157225.8	107160.1	907.551	CW
443	157223.6	107162.7	907.404	CW
444	157214.7	107170.4	906.988	SW
445	157211.1	107164.8	906.788	SW
446	157215.1	107163.2	907.007	SW
447	157219.8	107158.4	907.453	SW
448	157223.5	107152.6	907.631	SW
449	157229.3	107138.4	908.549	SD
450	157222.8	107146.6	905.551	SD
451	157219.2	107145.4	905.298	SD
452	157210.5	107158.5	904.956	SD
453	157210.9	107160.6	904.788	SD
454	157210.8	107160.5	904.855	SD
455	157207.8	107156.5	904.716	SD
456	157183.6	107159.8	903.976	SD
457	157181.3	107165.6	904.268	SW
458	157179.9	107169.4	906.453	SW
459	157187.4	107169.8	906.486	SW
460	157188.1	107175	906.837	SW
461	157193.8	107174.9	906.741	SW
462	157197.3	107174.5	906.674	SW

463	157198	107169	906.59	SW
464	157205.9	107167.2	906.778	SW
465	157210.3	107165.9	906.789	SW
466	157209.5	107171.7	906.809	SW
467	157213.8	107167	906.792	CL
468	157227.7	107150.1	907.746	CL
469	157228.2	107149.3	907.791	CL
470	157233	107151.8	907.958	SD
471	157235	107152.7	907.974	SD
472	157212.9	107173	907.19	SD
473	157213.3	107175.1	907.322	SD
474	157176.2	107175.9	907.361	SD
475	157175.4	107178.3	907.355	SD
476	157175.7	107171.2	906.552	CL
477	157173.1	107173.4	906.577	SW
478	157169.5	107166.7	906.412	SW
479	157158	107164.7	906.632	SW
480	157155.4	107169	906.734	SW
481	157154.1	107169.9	907.146	SW
482	157153	107163.8	906.807	SW
483	157145	107161.5	907.021	SW
484	157139.7	107159.9	907.259	SW
485	157137.6	107159.1	907.313	SW
486	157134.7	107156.5	907.263	SW
487	157133	107154.4	906.989	SW
488	157129.5	107150.8	906.089	SW
489	157122.4	107144.7	904.989	SW
490	157120.9	107147.5	905.105	SW
491	157129.1	107154.8	906.566	SW
492	157129.4	107157.2	907.354	SW
493	157129.1	107157.9	907.628	SW
494	157120.6	107157.6	908.441	SW
495	157115.9	107157.3	908.863	SW
496	157110.4	107157.5	909.379	SW
497	157102.8	107157.1	910.265	SW
498	157102.6	107162	910.545	SW
499	157108	107161.5	909.657	SW
500	157112.8	107162.3	909.404	SW
501	157122.3	107163.2	908.982	SW
502	157127.7	107162.4	908.304	SW
503	157136.3	107163.3	907.683	SW
504	157151.4	107167.7	906.994	SW
505	157152.1	107165.3	906.847	CL
506	157153.6	107161.2	905.285	SD

507	157155.2	107158.5	905.289	SD
508	157152.8	107169.7	907.202	SD
509	157152.3	107171.7	907.773	SD
510	157147.8	107169.2	907.685	HS
511	157125.2	107159.7	908.079	CL
512	157124.7	107153.1	906.274	SD
513	157118.9	107150.8	906.187	SD
514	157125	107164.6	910.811	SD
515	157124.7	107166.6	910.927	SD
516	157100.4	107165.2	910.901	SW
517	157091.2	107159.7	912.146	SW
518	157091.5	107155.3	912.188	SW
519	157099.8	107157.1	910.659	SW
520	157101.9	107156	910.294	SD
521	157103.1	107153.6	908.92	SD
522	157103.6	107152.9	907.787	SD
523	157100.4	107159.1	910.495	CL
524	157099.9	107167.3	913.801	SD
525	157099.4	107169.5	913.844	SD
526	157085.7	107157	913.01	SW
527	157085.6	107153.1	912.913	SW
528	157078.2	107155	913.914	SW
529	157077.3	107149.9	913.611	SW
530	157071.1	107152.8	913.975	SW
531	157057.9	107151.4	915.67	SW
532	157063.5	107144.6	914.532	SW
533	157058.2	107139.2	913.626	SW
534	157067.5	107138.9	910.178	SD
535	157065.7	107141.7	912.14	SD
536	157064.9	107143.7	913.499	SD
537	157058.9	107153.9	916.178	SD
538	157056.9	107156.7	916.368	SD
539	157060.7	107149.1	915.1	CL
540	157054.5	107147.2	915.941	SW
541	157047.8	107150.1	917.024	SW
542	157040.7	107149.5	918.167	SW
543	157043.2	107144.6	917.758	SW
544	157037.3	107146.5	918.924	SW
545	157033.6	107144.7	919.523	SW
546	157024.1	107142.1	920.727	SW
547	157017.4	107140.6	921.096	SW
548	157017.7	107137.3	920.869	SW
549	157027	107139.9	920.093	SW
550	157033.4	107141.3	919.548	SW

551	157049.4	107141	913.239	SW
552	157042.3	107139.2	912.781	SD
553	157044.6	107135.3	912.711	SD
554	157039.1	107135.1	912.584	HS
555	157035.1	107131.2	912.216	HS
556	157034.4	107131.8	912.193	HS
557	157045.6	107128.6	912.74	HS
558	157038.5	107145	918.564	CL
559	157036.1	107147.1	920.984	SD
560	157034.9	107148.4	921.44	SD
561	157016.6	107146.9	920.38	HS
562	157007.4	107143.4	920.982	HS
563	156992.2	107138.1	922.311	HS
564	156992.6	107135.3	922.25	AS
565	156992.7	107135.2	922.236	AS
566	156993.5	107131.6	922.062	AS
567	156993	107133.7	922.226	CL
568	156997.6	107127.9	918.117	SD
569	156999	107124.5	916.589	SD
570	156986.1	107143.2	925.034	SD
571	156987.7	107139.8	924.416	SD
572	156972.8	107135.4	923.756	SW
573	156970.5	107128.6	923.317	SW
574	156959.8	107135.1	923.97	SW
575	156947.9	107134	924.711	SW
576	156947.1	107128.3	924.55	SW
577	156937.3	107126.9	924.9	SW
578	156928.8	107126.8	925.104	SW
579	156927.2	107132.1	925.624	SW
580	156950.7	107132	924.262	CL
581	156952.3	107126.2	922.926	SD
582	156954.3	107123	922.87	SD
583	156950.3	107136	925.656	SD
584	156950.4	107138.2	925.628	SD
585	156909.5	107133.6	927.495	SD
586	156909.7	107130.8	927.457	SD
587	156911.8	107120.3	924.162	SD
588	156913.9	107117.5	921.111	SD
589	156909.2	107125.6	926.059	CL
590	156909.2	107125.6	926.054	SW
591	156908.4	107128.7	926.525	SW
592	156894.1	107127.1	926.65	SW
593	156893	107121.3	926.483	SW
594	156881.8	107122.7	926.712	SW

595	156880.3	107128.3	927.029	SW
596	156872.4	107130.3	927.418	SW
597	156868.2	107123.8	927.161	SW
598	156864	107127.1	927.078	SW
599	156857.1	107133.8	926.794	SW
600	156850.1	107138.9	926.275	SW
601	156840.3	107144.3	925.662	SW
602	156858	107140.9	926.817	SW
603	156872.3	107130.5	927.412	SW
604	156868	107120.9	925.861	SD
605	156866.8	107117.5	926.047	SD
606	156871.9	107133	927.743	SD
607	156871.8	107136.2	927.976	SD
608	156871.2	107127	927.045	CL
609	156849	107147.8	926.134	CL
610	156851.5	107148.7	926.427	AS
611	156852.9	107152.2	926.773	AS
612	156854.7	107155.3	927.198	AS
613	156859.6	107157.3	928.097	AS
614	156875.5	107161.8	930.971	AS
615	156873.8	107166.5	930.86	AS
616	156851.3	107160	926.14	AS
617	156837.7	107158.1	924.612	AS
618	156832.3	107158.4	923.758	AS
619	156833.3	107150.4	924.002	AS
620	156839.9	107147.9	925.148	AS
621	156846.1	107144.8	925.837	AS
622	156865.7	107125.1	927.08	EP
623	156863.5	107128	926.992	TP
624	156840.5	107144.8	925.624	SD
625	156855.4	107152.3	927.023	SD
626	156858.2	107152.9	927.685	SD
627	156878.3	107161	931.407	SD
628	156878.5	107159.2	931.367	SD
629	156874.1	107169.2	930.966	SD
630	156873	107172.2	931.008	SD
631	156850	107164.5	925.54	SD
632	156830.1	107161	923.319	SD
633	156833	107154.2	923.91	CL
634	156834.4	107148.8	924.207	SD
635	156834.9	107146.8	924.522	SD
636	156863.5	107171.5	928.148	HS
637	156855.5	107168.6	928.547	HS
638	156880.6	107179.2	927.587	HS

الملحق رقم (5) المنحنيات الافقية

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+00.000	106883.326	157741.395
End:	0+24.317	106868.516	157722.109

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	24.317	Course:	S 52° 28' 49.4379" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	0+24.317	106868.516	157722.109
RP:		106892.31	157703.838
PT:	0+68.622	106871.888	157681.862

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	84° 37' 02.1525"	Type:	RIGHT
Radius:	30		
Length:	44.305	Tangent:	27.306
Mid-Ord:	7.814	External:	10.566
Chord:	40.387	Course:	N 85° 12' 39.4858" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+68.622	106871.888	157681.862
End:	1+02.875	106896.979	157658.544

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	34.253	Course:	N 42° 54' 08.4096" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+02.875	106896.979	157658.544
RP:		106624.678	157365.538
PT:	2+34.300	106976.96	157555.005

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	18° 49' 30.4909"	Type:	LEFT
Radius:	400		
Length:	131.424	Tangent:	66.31
Mid-Ord:	5.385	External:	5.459
Chord:	130.834	Course:	N 52° 18' 53.6551" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+34.300	106976.96	157555.005
End:	3+07.461	107011.614	157490.572

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	73.161	Course:	N 61° 43' 38.9005" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	3+07.461	107011.614	157490.572
RP:		107363.896	157680.038
PT:	3+70.356	107045.628	157437.745

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	09° 00' 32.5505"	Type:	RIGHT
Radius:	400		
Length:	62.895	Tangent:	31.512
Mid-Ord:	1.236	External:	1.239
Chord:	62.83	Course:	N 57° 13' 22.6253" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	3+70.356	107045.628	157437.745
End:	4+70.712	107106.417	157357.895

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	100.356	Course:	N 52° 43' 06.3501" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	4+70.712	107106.417	157357.895
RP:		107042.764	157309.436
PT:	5+24.214	107122.751	157307.989

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	38° 19' 04.4078"	Type:	LEFT
Radius:	80		
Length:	53.502	Tangent:	27.795
Mid-Ord:	4.431	External:	4.691
Chord:	52.51	Course:	N 71° 52' 38.5539" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	5+24.214	107122.751	157307.989
End:	5+73.227	107121.864	157258.984

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	49.013	Course:	S 88° 57' 49.2422" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	5+73.227	107121.864	157258.984
RP:		107151.859	157258.441
PCC:	6+09.347	107140.596	157230.636

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	68° 58' 59.9301"	Type:	RIGHT
Radius:	30		
Length:	36.12	Tangent:	20.612
Mid-Ord:	5.274	External:	6.399
Chord:	33.977	Course:	N 56° 32' 40.7928" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PCC:	6+09.347	107140.596	157230.636
RP:		107121.822	157184.294
PT:	6+79.677	107170.61	157173.349

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	80° 35' 31.8109"	Type:	LEFT
Radius:	50		
Length:	70.33	Tangent:	42.397
Mid-Ord:	11.864	External:	15.555
Chord:	64.674	Course:	N 62° 20' 56.7332" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	6+79.677	107170.61	157173.349
End:	8+39.086	107135.713	157017.805

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	159.41	Course:	S 77° 21' 17.3614" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	8+39.086	107135.713	157017.805
RP:		107330.862	156974.023
PT:	8+69.980	107131.3	156987.26

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	08° 51' 00.8425"	Type:	RIGHT
Radius:	200		
Length:	30.893	Tangent:	15.477
Mid-Ord:	0.596	External:	0.598
Chord:	30.862	Course:	S 81° 46' 47.7826" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	8+69.980	107131.3	156987.26
End:	9+63.019	107125.142	156894.425

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	93.039	Course:	S 86° 12' 18.2039" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	9+63.019	107125.142	156894.425
RP:		107175.033	156891.115
PT:	10+11.957	107144.445	156851.563

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	56° 04' 43.8903"	Type:	RIGHT
Radius:	50		
Length:	48.938	Tangent:	26.63
Mid-Ord:	5.869	External:	6.649
Chord:	47.008	Course:	N 65° 45' 19.8510" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	10+11.957	107144.445	156851.563
End:	10+22.128	107152.491	156845.34

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	10.171	Course:	N 37° 42' 57.9059" W

الملحق رقم (6) المنحنيات الرأسية

PVI	Station	Grade Out	Curve Length	
0	0+000.00	-9.54%		
1	0+130.22	-5.76%	49.096m	
	Vertical Curve Information:(sag curve)			
	PVC Station:	0+105.68	Elevation:	960.311m
	PVI Station:	0+130.22	Elevation:	957.970m
	PVT Station:	0+154.77	Elevation:	956.555m
	Low Point:	0+154.77	Elevation:	956.555m
	Grade in:	-9.54%	Grade out:	-5.76%
	Change:	3.78%	K:	13
	Curve Length:	49.096m		
	Headlight Distance:	144.114m		
2	0+302.17	-11.90%	164.361m	
	Vertical Curve Information:(crest curve)			
	PVC Station:	0+219.99	Elevation:	952.798m
	PVI Station:	0+302.17	Elevation:	948.063m
	PVT Station:	0+384.35	Elevation:	938.281m
	High Point:	0+219.99	Elevation:	952.798m
	Grade in:	-5.76%	Grade out:	-11.90%
	Change:	6.14%	K:	26.76022946
	Curve Length:	164.361m		
	Passing Distance:	333.950m	Stopping Distance:	190.383m
3	0+496.73	-14.57%	80.308m	
	Vertical Curve Information:(crest curve)			
	PVC Station:	0+456.58	Elevation:	929.683m
	PVI Station:	0+496.73	Elevation:	924.903m
	PVT Station:	0+536.88	Elevation:	919.052m
	High Point:	0+456.58	Elevation:	929.683m
	Grade in:	-11.90%	Grade out:	-14.57%
	Change:	2.67%	K:	30.09720614
	Curve Length:	80.308m		
	Passing Distance:	619.688m	Stopping Distance:	289.219m

4	0+662.36	10.43%	161.651m	
	Vertical Curve Information:(sag curve)			
	PVC Station:	0+581.53	Elevation:	912.546m
	PVI Station:	0+662.36	Elevation:	900.769m
	PVT Station:	0+743.18	Elevation:	909.198m
	Low Point:	0+675.75	Elevation:	905.682m
	Grade in:	-14.57%	Grade out:	10.43%
	Change:	25.00%	K:	6.465974827
	Curve Length:	161.651m		
	Headlight Distance:	63.380m		
5	0+874.48	4.39%	89.472m	
	Vertical Curve Information:(crest curve)			
	PVC Station:	0+829.74	Elevation:	918.224m
	PVI Station:	0+874.48	Elevation:	922.889m
	PVT Station:	0+919.21	Elevation:	924.854m
	High Point:	0+919.21	Elevation:	924.854m
	Grade in:	10.43%	Grade out:	4.39%
	Change:	6.04%	K:	14.81866581
	Curve Length:	89.472m		
	Passing Distance:	300.850m	Stopping Distance:	154.805m
6	0+967.02	-2.18%	71.467m	
	Vertical Curve Information:(crest curve)			
	PVC Station:	0+931.29	Elevation:	925.384m
	PVI Station:	0+967.02	Elevation:	926.953m
	PVT Station:	1+002.76	Elevation:	926.175m
	High Point:	0+979.07	Elevation:	926.433m
	Grade in:	4.39%	Grade out:	-2.18%
	Change:	6.57%	K:	10.88166413
	Curve Length:	71.467m		
	Passing Distance:	271.184m	Stopping Distance:	136.922m
7	1+020.00			

PVI	Station	Grade Out	Curve Length
0	0+000.00	-9.54%	
1	0+130.22	-5.76%	49.096m
	Vertical Curve Information:(sag curve)		

	PVC Station:	0+105.68	Elevation:	960.311m
	PVI Station:	0+130.22	Elevation:	957.970m
	PVT Station:	0+154.77	Elevation:	956.555m
	Low Point:	0+154.77	Elevation:	956.555m
	Grade in:	-9.54%	Grade out:	-5.76%
	Change:	3.78%	K:	13
	Curve Length:	49.096m		
	Headlight Distance:	144.114m		
2	0+302.17	-11.90%	164.361m	
	Vertical Curve Information:(crest curve)			
	PVC Station:	0+219.99	Elevation:	952.798m
	PVI Station:	0+302.17	Elevation:	948.063m
	PVT Station:	0+384.35	Elevation:	938.281m
	High Point:	0+219.99	Elevation:	952.798m
	Grade in:	-5.76%	Grade out:	-11.90%
	Change:	6.14%	K:	26.76022946
	Curve Length:	164.361m		
	Passing Distance:	333.950m	Stopping Distance:	190.383m
3	0+496.73	-14.57%	80.308m	
	Vertical Curve Information:(crest curve)			
	PVC Station:	0+456.58	Elevation:	929.683m
	PVI Station:	0+496.73	Elevation:	924.903m
	PVT Station:	0+536.88	Elevation:	919.052m
	High Point:	0+456.58	Elevation:	929.683m
	Grade in:	-11.90%	Grade out:	-14.57%
	Change:	2.67%	K:	30.09720614
	Curve Length:	80.308m		
	Passing Distance:	619.688m	Stopping Distance:	289.219m
4	0+662.36	10.43%	161.651m	
	Vertical Curve Information:(sag curve)			
	PVC Station:	0+581.53	Elevation:	912.546m
	PVI Station:	0+662.36	Elevation:	900.769m
	PVT Station:	0+743.18	Elevation:	909.198m
	Low Point:	0+675.75	Elevation:	905.682m
	Grade in:	-14.57%	Grade out:	10.43%
	Change:	25.00%	K:	6.465974827

	Curve Length:	161.651m		
	Headlight Distance:	63.380m		
5	0+874.48	4.39%	89.472m	
	Vertical Curve Information:(crest curve)			
	PVC Station:	0+829.74	Elevation:	918.224m
	PVI Station:	0+874.48	Elevation:	922.889m
	PVT Station:	0+919.21	Elevation:	924.854m
	High Point:	0+919.21	Elevation:	924.854m
	Grade in:	10.43%	Grade out:	4.39%
	Change:	6.04%	K:	14.81866581
	Curve Length:	89.472m		
	Passing Distance:	300.850m	Stopping Distance:	154.805m
6	0+967.02	-2.18%	71.467m	
	Vertical Curve Information:(crest curve)			
	PVC Station:	0+931.29	Elevation:	925.384m
	PVI Station:	0+967.02	Elevation:	926.953m
	PVT Station:	1+002.76	Elevation:	926.175m
	High Point:	0+979.07	Elevation:	926.433m
	Grade in:	4.39%	Grade out:	-2.18%
	Change:	6.57%	K:	10.88166413
	Curve Length:	71.467m		
	Passing Distance:	271.184m	Stopping Distance:	136.922m
7	1+020.00			

الملحق رقم (7) حساب الكميات

1- كميات طبقة الأساس (Base course) :

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+420.00	2.32	46.40	910.84
0+440.00	2.32	46.40	957.24
0+460.00	2.32	46.40	1003.64
0+480.00	2.16	44.74	1048.38
0+500.00	2.32	44.67	1093.04
0+520.00	2.32	46.40	1139.44
0+540.00	2.32	46.40	1185.84
0+560.00	2.32	46.40	1232.24
0+580.00	2.32	46.40	1278.64
0+600.00	2.32	46.40	1325.04
0+620.00	2.32	46.40	1371.44
0+640.00	2.32	46.40	1417.84
0+660.00	2.32	46.40	1464.24
0+680.00	2.32	46.40	1510.64
0+700.00	2.32	46.40	1557.04
0+720.00	2.32	46.40	1603.44
0+740.00	2.32	46.40	1649.84
0+760.00	2.32	46.40	1696.24
0+780.00	2.32	46.40	1742.64
0+800.00	2.16	44.80	1787.44

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+020.00	2.32	0.00	0.00
0+040.00	2.16	44.52	44.52
0+060.00	2.16	42.50	87.02
0+080.00	2.32	44.65	131.67
0+100.00	2.32	46.40	178.07
0+120.00	2.32	46.40	224.47
0+140.00	2.32	46.40	270.87
0+160.00	2.32	46.40	317.27
0+180.00	2.32	46.40	363.67
0+200.00	2.32	46.40	410.07
0+220.00	2.32	46.40	456.47
0+240.00	2.32	46.40	502.87
0+260.00	2.32	46.40	549.27
0+280.00	2.16	44.80	594.07
0+300.00	2.16	43.20	637.27
0+320.00	2.32	44.78	682.05
0+340.00	2.32	46.40	728.45
0+360.00	2.32	46.40	774.85
0+380.00	2.16	44.79	819.64
0+400.00	2.32	44.80	864.44

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+820.00	2.32	44.80	1832.24
0+840.00	2.32	46.40	1878.64
0+860.00	2.32	46.40	1925.04
0+880.00	2.32	46.40	1971.44
0+900.00	2.32	46.40	2017.84
0+920.00	2.32	46.40	2064.24
0+940.00	2.32	46.40	2110.64
0+960.00	2.32	46.40	2157.04
0+980.00	2.32	46.40	2203.44
1+000.00	2.32	46.40	2249.84
1+020.00	0.00	23.20	2273.04

2- كميات طبقة الأسفلت (Asphalt) :

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+020.00	1.16	0.00	0.00
0+040.00	1.08	22.26	22.26
0+060.00	1.08	21.25	43.51
0+080.00	1.16	22.32	65.83
0+100.00	1.16	23.20	89.03
0+120.00	1.16	23.20	112.23
0+140.00	1.16	23.20	135.43
0+160.00	1.16	23.20	158.63
0+180.00	1.16	23.20	181.83
0+200.00	1.16	23.20	205.03
0+220.00	1.16	23.20	228.23
0+240.00	1.16	23.20	251.43
0+260.00	1.16	23.20	274.63
0+280.00	1.08	22.40	297.03
0+300.00	1.08	21.60	318.63
0+320.00	1.16	22.39	341.03
0+340.00	1.16	23.20	364.23
0+360.00	1.16	23.20	387.43
0+380.00	1.08	22.39	409.82
0+400.00	1.16	22.40	432.22

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+420.00	1.16	23.20	455.42
0+440.00	1.16	23.20	478.62
0+460.00	1.16	23.20	501.82
0+480.00	1.08	22.37	524.19
0+500.00	1.16	22.33	546.52
0+520.00	1.16	23.20	569.72
0+540.00	1.16	23.20	592.92
0+560.00	1.16	23.20	616.12
0+580.00	1.16	23.20	639.32
0+600.00	1.16	23.20	662.52
0+620.00	1.16	23.20	685.72
0+640.00	1.16	23.20	708.92
0+660.00	1.16	23.20	732.12
0+680.00	1.16	23.20	755.32
0+700.00	1.16	23.20	778.52
0+720.00	1.16	23.20	801.72
0+740.00	1.16	23.20	824.92
0+760.00	1.16	23.20	848.12
0+780.00	1.16	23.20	871.32
0+800.00	1.08	22.40	893.72

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+820.00	1.16	22.40	916.12
0+840.00	1.16	23.20	939.32
0+860.00	1.16	23.20	962.52
0+880.00	1.16	23.20	985.72
0+900.00	1.16	23.20	1008.92
0+920.00	1.16	23.20	1032.12
0+940.00	1.16	23.20	1055.32
0+960.00	1.16	23.20	1078.52
0+980.00	1.16	23.20	1101.72
1+000.00	1.16	23.20	1124.92
1+020.00	0.00	11.60	1136.52

3- كميات الجبه (Curbstone) :

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+020.00	0.12	0.00	0.00
0+040.00	0.06	1.70	1.70
0+060.00	0.06	0.96	2.66
0+080.00	0.12	1.75	4.41
0+100.00	0.12	2.40	6.81
0+120.00	0.12	2.40	9.21
0+140.00	0.12	2.40	11.61
0+160.00	0.12	2.40	14.01
0+180.00	0.12	2.40	16.41
0+200.00	0.12	2.40	18.81
0+220.00	0.12	2.40	21.21
0+240.00	0.12	2.40	23.61
0+260.00	0.12	2.40	26.01
0+280.00	0.06	1.80	27.81
0+300.00	0.06	1.20	29.01
0+320.00	0.12	1.79	30.80
0+340.00	0.12	2.40	33.20
0+360.00	0.12	2.40	35.60
0+380.00	0.06	1.80	37.40
0+400.00	0.12	1.80	39.20

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+420.00	0.12	2.40	41.60
0+440.00	0.12	2.40	44.00
0+460.00	0.12	2.40	46.40
0+480.00	0.06	1.78	48.18
0+500.00	0.12	1.75	49.93
0+520.00	0.12	2.40	52.33
0+540.00	0.12	2.40	54.73
0+560.00	0.12	2.40	57.13
0+580.00	0.12	2.40	59.53
0+600.00	0.12	2.40	61.93
0+620.00	0.12	2.40	64.33
0+640.00	0.12	2.40	66.73
0+660.00	0.12	2.40	69.13
0+680.00	0.12	2.40	71.53
0+700.00	0.12	2.40	73.93
0+720.00	0.12	2.40	76.33
0+740.00	0.12	2.40	78.73
0+760.00	0.12	2.40	81.13
0+780.00	0.12	2.40	83.53
0+800.00	0.06	1.80	85.33

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+820.00	0.12	1.80	87.13
0+840.00	0.12	2.40	89.53
0+860.00	0.12	2.40	91.93
0+880.00	0.12	2.40	94.33
0+900.00	0.12	2.40	96.73
0+920.00	0.12	2.40	99.13
0+940.00	0.12	2.40	101.53
0+960.00	0.12	2.40	103.93
0+980.00	0.12	2.40	106.33
1+000.00	0.12	2.40	108.73
1+020.00	0.00	1.20	109.93