بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة والتكنولوجيا

مشروع تخرج بعنوان

إعادة تصميم وتأهيل طريق أبو دعجان

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا
للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على
درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

صفوت ماجد مجاهد

أحمد عيسى عمرو

إشراف

م. مصعب شاهين

جامعة بوليتكنك فلسطين
الخليل – فلسطين

2010 م

الإهداء

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

إلى ورثة الأنبياء بعلمهم ...علماؤنا الأجلاء

إلى من عبدت لي بحبها طريق الجنان ... نبع الحنان أمي الحبيبة

إلى الذي تناثرت قطرات العرق على جبينه كقطر الندى مجتهدا ليوفر لي الحياة الكريمة ...والدي الحبيب ((وأخص والدي الحبيب يوسف عمر شومان الذي وافاه الأجل قبل أن يراني مهندسا كما أحب وأراد))

إلى الذين كانوا لي أنسا في معمعان الحياة ... إخواني وأخواتي

إلى الذين رفعوا لواء العشق الأبدي عبورا نحو جنان الرحمن شهداؤنا الأماجد

إلى البيارق الخافقة في سماء العزة والإباء ... أسيراتنا وأسرانا البواسل

إلى من ساروا على درب ذات الشوكة مع الذين قضوا نحبهم وهم ينتظرون ... جرحانا الأشاوس
إلى أقصانا ومسرانا مَهْوَ القلوب وإلى كل ذرة من أرض الرباط فلسطين بأهلها وطهرها وقفارها ..

إلى كل الإخوة والأخوات الذين ساهموا وعملوا في هذا المشروع، بتشجيعهم ودعائهم المتواصل، والذين كان لهم صدق مؤازرتنا في تنفيذه.

" وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون، وستردون إلى عالم الغيب والشهادة فينبئكم بما كنتم تعملون"

إليكم جميعا نهدي هذا العمل

فريق العمل

الشكر والتقدير

يقول تعالى ((ولئن شكرتم لأزيدنكم)) فالشكر والفضل لله عزوجل على أن يسَّر 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 ونخص بذلك دائرة الهندسة المدنية ممثلة برئيسها الأستاذ المهندس خليل كرامة المحترم .

وبكل الحب والوفاء لأهل الفضل والخير نتقدم بجزيل الشكر والعرفان للأستاذ المهندس مصعب شاهين لما قدمه لنا من توجيه وإرشاد وعون في مشروعنا وإلى المهندس نضال أبو رجب والمهندس معتز قفيشة والمهندسة علياء الزير على تعاونهم معنا .

وبفيض من مشاعر الحب و التقدير نتقدم بالشكر إلى 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.

عنوان المشروع

إعادة تصميم وتأهيل طريق أبو دعجان

مجموعة العمل :

صفوت ماجد مجاهد **أحمد عيسى عمرو**

المشرف:

م. مصعب شاهين

الملخص

منطقة أبو دعجان هي منطقة تقع غرب مدينة الخليل وهي منطقة وادعة تمتاز بأن النمو السكاني في تلك المنطقة في ازدياد مطرد , والشارع الذي يخدم المنطقة والمسمى بإسمها ((طريق أبو دعجان)) له أهمية كبيرة تكمن في أنه يربط بين منطقة أبو كتيلة وقرية تفوح في مدينة الخليل , أيضا لها أهمية كبيرة حيث أنها تخدم مجموعة من الضواحي السكنية أهمها ضاحية الشهداء الخاصة بأسر الشهداء حيث تقوم بلدية الخليل بإنشائها حاليا ويقع مدخلها الثانوي أمام مدرسة عبد القادر القواسمي على شارع أبو دعجان , وأيضا ضاحية المهندسين والتي تقع في نهاية الطريق الخاص بمشروعنا ((أبو دعجان)) وهي ضاحية من المقرر البدء بإنشائها قريبا بعد أن تمت عملية الموافقة على إنشائها وشراء الأرض التي ستقوم عليها الضاحية كما يقع على هذا الشارع عدد من المصانع المحلية التي يخدمها الطريق بشكل رئيسي مثل مصنع ليدي فاين للصناعات الورقية ((الورق الصحي)) ومصنع الوفاء للصناعات البلاستيكية .

وبحسب بلدية الخليل فان شارع أبو دعجان وهو ضمن التوسعة الجديدة لحدود بلدية الخليل فقد تم تخطيط شبكة شوارع في وادي أبو دعجان ، ويهدف الى تنظيم المنطقة، حيث ان هذا الشارع هو أحد الشوارع المقترحة في مناطق التوسعة الجديدة.

ان الطريقة التي ستتبع في هذا المشروع تعتمد على العمل الميداني والعمل المكتبي ، ابتداء بالعمل الميداني الذي سيتم من خلاله عمل مضلع يتم ربطه بالإحداثيات القطرية الفلسطينية وتصحيحه ومن ثم عمل مخطط تفصيلي للشارع , واخذ مناسيب ومحطات على طول الشارع من اجل رسم المقاطع الطولية والعرضية له وما يتطلبه من أمور أخرى مثل تصميم التقاطعات ومسافات الرؤية والصرف الصحي وغيرها، كذلك التطرق لبعض الأمور الخاصة بالتصميم الإنشائي للطرق, اما العمل المكتبي فيتمثل بعمل التصميم والحسابات اللازمة لاتمام هذا المشروع وذلك بالاعتماد على مجموعه من البرامج المساحية .

سوف يتم في هذا المشروع تطبيق لمعظم التقنيات المساحية الحديثة من GPS &GIS، وقياسات بأجهزة الكترونية وتطبيق لبعض البرامج الحديثة مثل CIVIL 3D 2010,AUTO DISK LAND 2006، حيث يتم عمل المقاطع الطولية والعرضية التي تمثل أماكن الحفر والردم ومقاطع طولية وعرضية للشارع وتصميم المنحنيات الرأسية والأفقية .

Abstract

Project Name

Redesign Abu Dugaan Road

Prepared By:

Safwat M Mujahed **Ahmad E Amro**

Supervisor:

Eng. Mosaab Shaheen

Abstract:

The Abu Dujaan area , is located at west of Hebron. Its peaceful and nice area, ,it's contains street that serves the area and called ((Abu Dujaan)) . This street very important for this area because it's links between two areas Abo Ektela and Tafooh, and it's serves a lot of Suburbs , likes Suburb Martyrs that Constructed by Hebron Council . As well , Abd Elqader Alqwasmi school lies in front of in this street , In addition, Suburb of engineering that lies in the end Abu Dajan street and this Suburb will be construct ,soon, After the approval process has been established and the purchase of land which will be the suburbs.

فهرس المحتويات

الموضوع **الصفحة**

صفحة العنوان.....I

الإهداء.....II

الشكر و التقدير.....III

الملخص(بالعربية).....IV

الملخص(بالإنجليزية).....VI

فهرس المحتويات.....VII

فهرس.....VIII

فهرس الأشكال XIV

فهرس الجداول.....XVII

الجدول الزمني.....XVIII

الملاحق.....XIX

الفهرس

الفصل الأول (مقدمة)

1-1 مقدمه (نطرة عامة)..... 2

2-1 نبذه تاريخيه عن الطرق 3

3-1 فكرة المشروع 4

4-1 منطقة المشروع 4

1-4-1 تاريخ مدينة الخليل 4

2-4-1 موقع مدينة الخليل 5

5-1 هيكلية المشروع..... 5

6-1 أهداف وأهمية المشروع..... 6

7-1 طريقة البحث 6

8-1 العوائق والصعوبات 7

9-1 الدراسات السابقة..... 7

10-1 الاجهزه المساحيه والبرامج المستخدمه..... 8

الفصل الثاني (التصميم الهندسي للطريق)

1-2 مقدمه..... 10

2-2 العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق 10

3-2 الأعمال المساحية لمسار طريق 12

4-2 أسس التصميم الهندسي للطريق 12

1-4-2 حجم المرور..... 12

2-4-2 تركيب المرور 12

3-4-2 السرعة التصميمية 12

4-4-2 عربات التصميم 13

2-4-5 قطاع الطريق 14
2-4-6 عرض المسارب والطريق.....14
2-4-7 الميول العرضية 15
2-4-8 الميول الطولية 15
2-4-9 أكتاف الطريق 16
2-4-10 الأطاريف 17
2-4-11 الأرصفة 19
2-4-12 الجزر الفاصلة 19
2-4-13 الجزرالاستنادية 20
2-5 التخطيط الافقي والرأسي.....21
2-5-1 القوة الطاردة المركزية.....21
2-5-2 التعلية.....22
2-5-3 التوسعة.....24
2-5-4 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق.....27
2-5-5 المنحنيات الأفقية.....29
2-5-6 التخطيط الرأسي للطرق.....31
2-5-7 المنحنيات الرأسية.....32
2-5-8 عناصر المنحنى الرأسي.....33
2-5-9 خواص القطع المكافئ البسيط.....34
2-5-10 الميول الرأسية العظمى في الطرق.....35
2-5-11 العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الرأسي.....37

الفصل الثالث (هندسة النقل والمرور)

1-3 مقدمه.....41

2-3 حجم المرور.....41

3-3 الهدف من دراسة حجم المرور 42

4-3 طرق حصر المركبات.....42

5-3 انواع التعداد على الطريق.....43

6-3 فترات التعداد.....43

7-3 السير الحالي والمستقبلي 44

8-3 عمر الطريق.....44

9-3 تحليل المعلومات حول حجم السير 45

10-3 علامات المرور. 48

1-10-3 اهداف علامات المرور.....48

2-10-3 الشروط الواجب توفرها في العلامات 48

11-3 انواع علامات المرور.....49

12-3 اشارات المرور.....51

1-12-3 مواصفات الاشارات.....51

2-12-3 الرؤيه في الليل.....53

13-3 انواع الاشارات.....53

الفصل الرابع (المضلعات)

1-4 مقدمه.....56

2-4 انواع المضلعات.....56

1-2-4 المضلع المغلق 56

2-2-4 المضلع المفتوح.....58

3-4 القراءات.....58

4-4 حساب احداثيات النقاط قبل التصحيح.....59
5-4 تصحيح الاخطاء للمضلع 59
1-5-4 الاخطاء في المسافات 59
2-5-4 الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز.....60
3-5-4 اخطاء التوجية 60
4-5-4 الاخطاء في قياس الزوايا 61
6-4 تصحيح الاخطاء في الاحداثيات.....62
1-6-4 least square method 62
7-4 النتائج. 68
الفصل الخامس (حساب المساحات والحجوم)
1-5 المساحات.....71
1-1-5 طريقة الإحداثيات.....71
1-2-5 حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي 73
1-1-2-5 المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل أو ردم كامل.....73
2-1-2-5 المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس).....74
3-1-2-5 المقطع الأول ردم والأخر مختلط (أو العكس) 76
4-1-2-5 المقطعان مختلطان 78
3-5 التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم.....83
1-3-5 خواص منحنى الحجوم.....90
الفصل السادس (الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة)
1-6 تجربة بروكتور المعدلة.....93
1-1-6 مقدمة.....93
2-1-6 الهدف من التجربة 93
3-1-6 الأدوات المستخدمة في التجربة 93

4-1-6 طريقة العمل 94
5-1-6 النظرية 94
6-1-6 الحسابات 95
2-6 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا 96
1-2-6 مقدمة 96
2-2-6 الهدف من التجربة 96
3-2-6 الأدوات المستخدمة في التجربة 97
4-2-6 طريقة العمل 97
5-2-6 الحسابات 98

الفصل السابع (التصميم الإنشائي للطريق)

1-7 مقدمة 103
2-7 خطوات تصميم الرصفة بإتباع طريقة الآشتو 105
1-2-7 حساب ESAL 105

الفصل الثامن (الإنارة على الطريق)

1-8 الإنارة على الطريق 117
1-1-8 عوامل تحديد الإنارة 117
2-1-8 أعمدة الإنارة 117
3-1-8 طريقة توزيع أعمدة الإنارة على الشارع 118
4-2-8 ارتفاع أعمدة الإنارة 118
5-2-8 المسافة بين أعمدة الإنارة 118

الفصل التاسع (التكلفة)

1-9 مقدمة 122
2-9 تكلفة الحفر والردم 122
3-9 التكلفة الكلية 123

الفصل العاشر(النتائج والتوصيات)

10-1 النتائج..... ... 126

10-2 التوصيات 126

الملاحق

1 منطقة الدراسة..... 128

2 شكل المضلع..... 131

3 معلومات المنحنيات الرأسية..... 133

4 معلومات المنحنيات الأفقية..... 139

5 المصادر والمراجع..... 159

فهرس الأشكال

قم الشكل	الأشكال	رقم الصفحة
(1–1)	موقع الطريق	8
(1–2)	مقطع عرضي لطريق من حارتين	14
(2–2)	الميول الطولية	16
(3–2)	أنواع الأطاريف.	18
(4–2)	جدار استنادي	20
(5–2)	تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات	21
(6–2)	التوسعة على المنحنيات	25
(7–2)	كيفية الرفع الجانبي للطريق حول المحور	27
(8–2)	التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية	28
(9–2)	عناصر المنحنى الدائري البسيط	30
(10–2)	فرق الميل أو زاوية الميل	32
(11–2)	عناصر المنحنى الرأسي	33
(12–2)	القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل	36
(13–2)	مسافة الوقوف الآمن	37
(14–2)	منحنى رأسي قاعي	39
(1–3)	إشارات المنع	53
(2–3)	بعض إشارات التحذير	54
(1–4)	**Closed loop traverse**	57
(2–4)	**Link traverse**	57
(3–4)	**Open traverse**	58
(1–5)	مقطع عرضي	71
(2–5)	المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة ردم كامل	74
(3–5)	المقطع الأول مختلط والآخر حفر	76
(4–5)	المقطع الأول ردم والثاني مختلط	77
(5–5)	المقطعان مختلطان	79

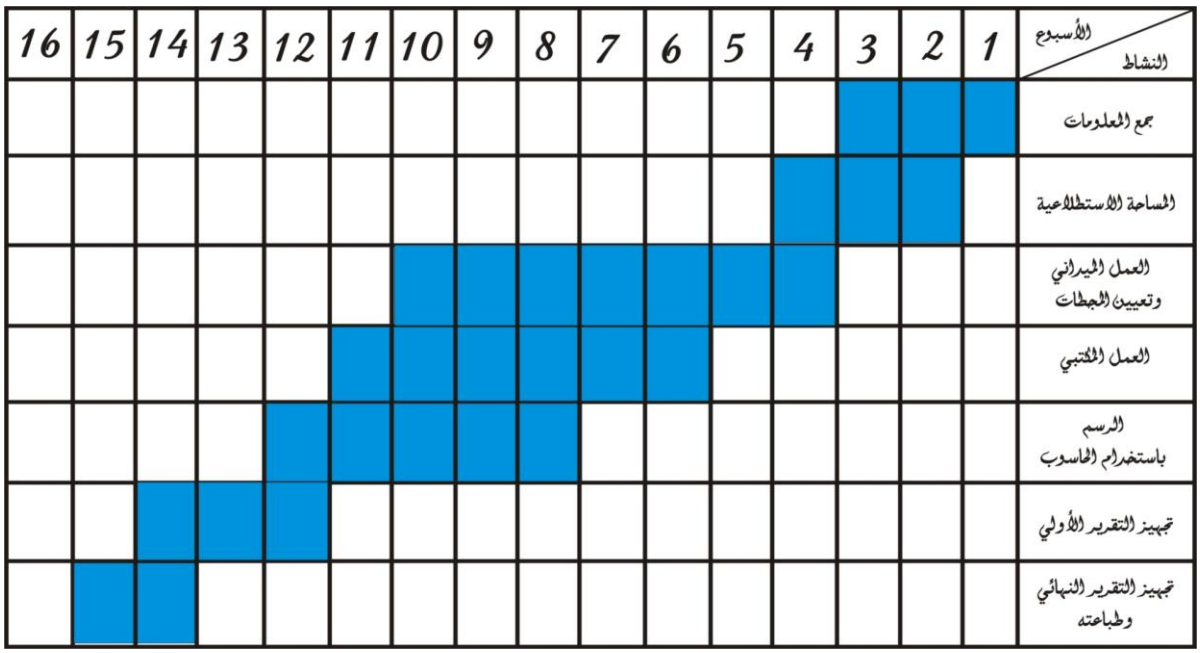
(6–5)	خط التعادل على منحنى الحجوم	91
(7–5)	منحنى الحجوم للشارع	91
(1–6)	العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة	96
(2–6)	المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 55 ضربة (طبقة الأساس)	100
(3–6)	العلاقة بين الكثافة الجافة وقيم CBR عند غرز 5.0 مم.	101
(1–7)	طبقات الرصفة المرنة	104
(2 –7)	S–soil support value	114
(3–7)	AASHTO flexible–pavement design	115
(1–8)	توزيع الأعمدة في جهة واحدة (h > e)	118
(2–8)	توزيع الإنارة في المنتصف (L < 1.5h)	118
(3–8)	عناصر عمود الإنارة	120

فهرس الجداول

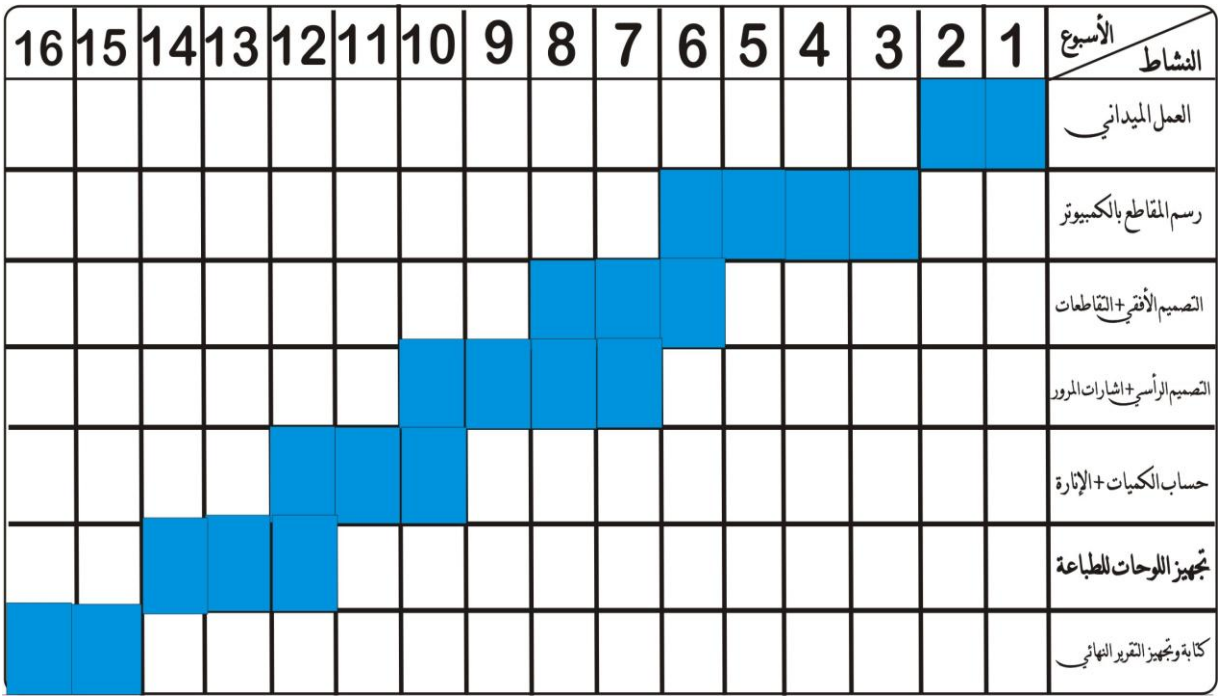
رقم الجدول	الجداول	رقم الصفحة
(1–2)	السرعة التصميمية للطرق الحضرية	13
(2–2)	قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة	23
(3–2)	أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي	24
(4–2)	قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر	25
(5–2)	الميول الرأسية العظمى حسب طبوغرافية الأرض والسرعة التصميمية	35
(6–2)	القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق، الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية	36
(1–3)	معدل الزيادة المتوقع في عدد المركبات خلال العشرين سنة المقبلة	36
(2–3)	متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع	47
(3–3)	نسبة المركبات حسب الأيام	47
(4–3)	بعض علامات المرور على الطريق	51
(5–3)	المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة	52
(1–4)	القراءات التي تم رصدها في الميدان لحساب إحداثيات المحطات	58
(2–4)	الإحداثيات غير المصححة للمحطات في الميدان	59
(3–4)	إحداثيات المعلومة	59
(4–4)	معدل المسافات المقروءة بين المحطات و مقدار الخطأ في كل مسافة	61
(5–4)	الإحداثيات المصححة للمحطات في الميدان	65
(6–4)	نتائج civil 2010	68
(7–4)	Semi–Axes	68
(8–4)	طول الخطوط التي تربط كل محطتين والزوايا المحصورة بينها	69
(1–5)	حساب المساحة بطريقة الإحداثيات	72
(2–5)	كميات الحفر والردم	80
(3–5)	الحسابات اللازمة لعمل منحنى الحجوم الكمي	84
(1–6)	قيم الكثافة الرطبة للعينات	95
(2–6)	قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات	95
(3–6)	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 55 ضربة (طبقة الأساس)	98
(4–6)	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 55 ضربة (التربة)	99

(5–6)	الكثافة الجافة للتجربة وقيم CBR لها	101
(1–7)	نسبة المركبات في المسرب الواحد	105
(2–7)	معامل النمو (Growth factor)	106
(3–7)	تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية	107
(4–7)	عدد ونسبة المركبات المارة في الشارع	109
(5–7)	نسبة كاليفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة	110
(6–7)	قيمة المعامل المناخي	111
(7–7)	معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت	112
(8–7)	معامل الطبقة (layer coefficient) للبيسكورس	112
(1–8)	يبين العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطريق وارتفاع العمود والمسافة عن حافة الطريق	119

الجدول الزمني لأعمال الفصل الأول



الجدول الزمني لأعمال الفصل الثاني



الملاحق (Appendix)

- الملحق رقم (1) منطقة الدراسة
- الملحق رقم (2) شكل المضلع
- الملحق رقم (3) معلومات المنحنيات الراسية
- الملحق رقم (4) معلومات المنحنيات الأفقية
- الملحق رقم (5) المصادر والمراجع
- الملحق رقم (6) المخططات

الفصل الأول

1

مقدمة

1-1 نظرة عامة .
2-1 نبذة تاريخية عن الطرق.
3-1 فكرة المشروع .
4-1 منطقة المشروع .
5-1 هيكلية المشروع .
6-1 أهداف وأهمية المشروع .
7-1 طريقة البحث.
8-1 العوائق والصعوبات.
9-1 الدراسات السابقة .
10-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة .

الفصل الأول

المقدمة

1-1 نظرة عامة

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

وحتى نتمكن من تحديد السرعة التصميمية والانحدار الحاكم بعد موازنة بعض العوامل مثل أهمية الطريق وتقدير حجم وخصائص المرور والتضاريس والتكلفة الممكنة, لا بد في البداية من تصنيف الطرق من حيث كونها طرقاً رئيسية أو فرعية أو محلية. وتعتبر السرعة التصميمية والانحدار الحاكم هما بدورهما القاعدة الأساسية لوضع الحدود الدنيا القياسية لكل من التخطيط الرأسي والأفقي للطريق وبعد ذلك يستطيع المصمم أن يطوع هذه الحدود أو أعلى منها من أجل التوصل إلى مسقط أفقي وقطاع طولي للطريق. ثم تأتى مرحلة تفاصيل الأبعاد الهندسية للتقاطعات ذات المستوى الواحد أو المستويات المتعددة ولطرق الخدمة ولغيرها من الملامح.

ويبين علم الطرق أسس تخطيط الطرق حيث يطلق لفظ التخطيط عادة على عملية اختيار وتوقيع محور مسار الطريق على الطبيعة. والتخطيط الأفقي يشمل الأجزاء الأفقية (المماس) والأجزاء المنحنية (منحنيات أفقية). أما التخطيط الرأسي فيشمل الانحدارات والمنحنيات الرأسية.

وأخيراً لابد من تحديد تفاصيل العلامات والخطوط وإشارات المرور إن وجدت وغيرها من مقاييس التحكم في المرور. ويمكن الوصول إلى طريق لا يسبب حوادث ويحقق الانسياب السلس بجعل جميع عناصر الطريق تتمشى مع توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم.

2-1 نبذة تاريخية عن الطرق

لا يعرف تاريخ محدد لمولد الطرق ، لكن مع توطن البشر واستئناسهم للحيوانات قبل نحو 9000عام كانت المسارات التي سلكها الناس بحيواناتهم هي أول طرق سير عرفها البشر.

ويعود تاريخ الطرق الحديثة إلى اليوم الذي اخترع فيه الإنسان العجلة منذ حوالي 5000 عام قبل الميلاد، حيث عرف الإنسان أول طريق مرصوفة بالأحجار في عام 3500 ق.م في بلاد ما بين الرافدين، ثم أتى البابليون وبنوا شبكة مهمة من الطرق تصل العاصمة بالمناطق المحيطة بها، وكانوا أول من استخدم الإسفلت (القار) كمادة من مواد إنشاء الطرق. ومع بداية القرن التاسع عشر الميلادي أنشئت آلاف الكيلومترات من الطرق التي أخذت بعين الاعتبار تصريف المياه والتأسيس على أرضية صلبة وتصميم المنحنيات الرأسية والأفقية.

و برجع الاهتمام بطبيعة الطريق إلى طبيعة الحاجة إليها، ففي الماضي كانت الطرق تستخدم لمرور الأشخاص أي مسرب صغير فقط و ذلك لانه لم يكن هناك تلك المركبات المختلفة و لم تكن طبيعة الأعمال في الماضي تحتاج إلى المركبات الضخمة بل كانت تقتصر على الدواب التي كانت تنتقل في مواسم الفلاحة.

و عندما بدأت معالم التطور تظهر على البشرية بدأت الطرق تتغير من مسرب إلى طريق بعرض سيارة ومن ثم أصبحت الطريق عدة مسارب و اصبح هناك طرق كثيرة لتصميم و شق الطرق، إذ أن أعداد الناس أخذت بالزيادة و تعددت الحاجات إلى المركبات وتنوعت الأعمال وعندها اصبح جل الحديث في كيفية تحقيق سبل الراحة و الأمان على هذه الطرق و السلامة لمستخدمي هذه الطريق , فبدأت أعمال الرصف و زيادة عرض الشارع و الحارات واختلاف أنواع الإسفلت وسماكة طبقاته الذي يتناسب طرديا مع راحة المواطنين والعربات التي تسير على هذه الطريق، ومن مظاهر الراحة والامان إضافة ما يسمى بالجزر بانواعها والتعلية والمنحنيات بانواعها أيضا التي تعمل على توفير الراحة كما سنتحدث عن هذه المنحنيات في الفصول اللاحقة .

يتبين مما سبق أن الطرق تعتبر عنصرا مهما من عناصر التنقل والوصل بين الأماكن، وقد أصبحت الطرق ترمز في الوقت الحاضر إلى مدى تقدم المنطقة التي تحوي تلك الطريق.

3-1 فكرة المشروع:-

تشتمل فكرة المشروع في التصميم الهندسي للطريق الواقع منطقة أبو دعجان ، وهو عبارة عن طريق معبد بطول حوالي 3000 م ، ونهدف من وراء هذا العمل القيام بوضع تصميم نموذجي لهذا الطريق، و الاهتمام قدر الإمكان بجميع عناصر الطريق من حيث التخطيط الأفقي، والتخطيط الرأسي، و يشمل الرفع الجانبي للطريق الذي يعرف باسم (Super elevation)، وكذلك عمل الميول الجانبية والأقنية الجانبية لتصريف مياه الأمطار في فصل الشتاء, ومن ثم تصميم التوسعة للطريق والقطاعات العرضية وتحديد عرض الرصف والأكتاف والأطاريف (البردورات) وأرصفة المشاة والجزر الوسطية وإشارات المرور والإنارة وحساب كمياتها .

4-1 منطقة المشروع :-

تقع هذه الطريق في غرب مدينة الخليل في منطقة أبو دعجان ، و يبلغ طول الطريق حوالي 3000م وعرضه حوالي 5م ، حيث تمر هذه الطريق بمناطق توسع سكاني ومناطق زراعية وصناعية مثل مصنع الوفاء للصناعات البلاستيكية ومصنع ليدي فاين للورق الصحي .

1-4-1 تاريخ مدينة الخليل:-

كان الاسم الذي أطلقه الكنعانيون على هذه المدينة قبل 5500 سنة (قرية أربع) ثم عرفت باسم (حبرون) أو (حبري)، وقد بنيت على سفح (جبل الرميدة) في حين كان بيت إبراهيم على سفح جبل الرأس المقابل له ولما اتصلت (حبرون) ببيت إبراهيم سميت المدينة الجديدة (الخليل) نسبة إلى خليل الرحمن النبي إبراهيم عليه السلام. نزل العرب الكنعانيون المنطقة في فجر العصور التاريخية وبنوا قرية أربع (الخليل) ويعود تاريخ المدينة إلى 3500 سنة قبل الميلاد.

1-4-2 موقع مدينة الخليل:-

تقع مدينة الخليل على هضبة تخترقها أودية، ترتفع عن سطح البحر 940م، يصل إليها طريق رئيسي يربطها بمدينة بيت لحم والقدس وطرق فرعية تصلها بالمدن والقرى في محافظة الخليل، تنتشر فيها العديد من المعاهد والجامعات والمستشفيات، توسعت المدينة خارج أسوار الخليل وامتدت إلى مختلف الاتجاهات .

تأسست بلدية الخليل عام 1927م فأشرفت على تنظيم المدينة وقامت بإنشاء شبكة مجاري وشقت الطرق وبلغت المساحة العمرانية للمدينة 22800 دونم ،ويبلغ عدد سكان الخليل حسب لجنة الإحصاء المركزية لعام 2008 (170000) نسمة، ألا أن مدينة الخليل في الوقت الحاضر على الرغم من التوسع العمراني والزيادة السكانية لا زالت تعاني من ضعف كبير في البنية التحتية .

1 5 هيكلية المشروع:-

تم بالتشاور بين فريق عمل المشروع والمشرف على وضع هيكلية للبحث تراعي قدر الإمكان تغطية كاملة لما يحتاجه الطريق من أعمال مساحية لازمة لتصميمها وكانت كالأتي:-

- الفصل الأول: المقدمة وهي مقدمة عامة عن الطرق والمشروع المقترح.
- الفصل الثاني: التصميم الهندسي للطرق .
- الفصل الثالث: هندسة النقل و المرور .
- الفصل الرابع : المضلعات .
- الفصل الخامس: حساب المساحات والحجوم .
- الفصل السادس: الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة.
- الفصل السابع: التصميم الإنشائي للطريق.
- الفصل الثامن: الإنارة على الطريق.
- الفصل التاسع: التكلفة للمشروع.
- الفصل العاشر: النتائج والتوصيات .

1-6 أهمية وأهداف المشروع:-

أن الهدف من وراء إنشاء الطرق حسب المواصفات الهندسية هو خدمة الناس وتسهيل حركتهم لقضاء حاجاتهم و وصل المناطق ببعضها، أو لنهضة عمرانية وزراعية على طول الطريق، فلابد من وضع تصميم نموذجي يخدم تلك الأغراض ولا سيما أننا لاحظنا أن الأراضي في تلك المنطقة اغلبها مستصلحة للزراعة بشكل واضح وبارز بالسلاسل العريضة العالية .

منطقة أبو دعجان هي منطقة تقع غرب مدينة الخليل وهي منطقة وادعة تمتاز بجوها الريفي الرائق وخاصة في فصل الصيف , والشارع الذي يخدم المنطقة والمسمى بإسمها ((طريق أبو دعجان)) له أهمية كبيرة تكمن في أنه يربط بين منطقة أبو كتيلة ومنطقة تفوح في مدينة الخليل , أيضا لها أهمية كبيرة حيث أنها تخدم مجموعة من الضواحي السكنية أهمها ضاحية الشهداء الخاصة بأسر الشهداء حيث تقوم بلدية الخليل بإنشائها حاليا ويقع مدخلها الثانوي أمام مدرسة عبد القادر القواسمي على شارع أبو دعجان , وأيضا ضاحية المهندسين والتي تقع في نهاية الطريق الخاص بمشروعنا ((أبو دعجان)) وهي ضاحية من المقرر البدء بإنشائها قريبا بعد أن تمت عملية الموافقة على إنشائها وشراء الأرض التي ستقوم عليها الضاحية كما يقع على هذا الشارع عدد من المصانع المحلية التي يخدمها الطريق بشكل رئيسي مثل مصنع ليدي فاين للصناعات الورقية ((الورق الصحي)) ومصنع الوفاء للصناعات البلاستيكية .

1-7 طريقة البحث:-

- اختيار موضوع البحث (مشروع مساحة- طرق) وبما أن المشروع هو طرق فقد قمنا بالبحث عن طريق مناسب يتوفر فيه عدة خصائص مناسبة للمشروع مثل؛ الطول, المكان, الحاجة إليها....الخ. فتم الاستفسار عن الموضوع من الجهات المختصة مثل بلدية الخليل وتحديد طريق أبو دعجان ، وهي حقل المشروع.
- القيام بزيارة ميدانية (استطلاعية) للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم وتعيين نقاط المضلع الكاشفة لأجزاء الطريق(stations).
- البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في المشروع.
- القيام بتنفيذ العمل الميداني مع مسح للشارع ورفع التفاصيل من اجل تجهيز المخططات اللازمة لعملية التخطيط والتصميم. وتبدأ عملية المسح الميداني من نقطة معلومة الإحداثيات

مربوطة بمضلع مغلق (Traverse) ومعالجته من الأخطاء باستخدام Adjustment by Least Squares وذلك من اجل دقة العمل المساحي .

- البدء بعملية التخطيط والتصميم بمراحله المختلفة حسب المعطيات من العمل الميداني.
- البدء بكتابة المشروع مع مراعاة الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة مع مراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.

بعد الإنتهاء من المقدمة وتسليمها ومناقشتها يتم الاستمرار في عملية التصميم و كتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة المتبعة في جامعة بوليتكنك فلسطين .

1-8 العوائق والصعوبات:-

1 - وقوع بعض المنازل المقامة على الطريق يحول دون توسع الطريق بالاتجاه المستقيم .
2 - طبيعة الأرض وطبوغرافيتها كونها أرض مختلفة التضاريس والتباين يتضح بشكل كبير بين جبل شديد الإنحدار وآخر أقل ومن ثم إستواء في سطح الأرض وهكذا .
3 - منع بعض المواطنين في بعض الأحيان فريق العمل من العمل المساحي في أراضيهم .
4 - الأعطال الفنية في الأجهزة المساحية المستخدمة وأجهزة التواصل (المخاشير)بين أعضاء فريق العمل .

1-9 الدراسات السابقة:-

تعد الدراسات السابقة من أهم الركائز والدعائم الأساسية عند التخطيط للقيام بدراسة لتنفيذ أي مشروع في أي مجال من المجالات لا بد من الاعتبار دراسات و تحليل الدراسات السابقة , لان ذلك له فائدة كبيرة من حيث التعرف على الأفكار المراد عملها في هذا المشروع ومحاولة الاستفادة منها ومحاولة لتصحيح الأخطاء إن كانت موجودة.

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 .

و لكثرة الكتب والمؤلفات في هذا المجال وبجميع اللغات، وقد تم الاعتماد على عدة كتب ومراجع تتناول موضوع الطرق ومن اهمها (المساحة وتخطيط المنحنيات), (تغطية مساحية للطرق) وهما من تأليف الدكتور يوسف صيام، وتتناول عدة مواضيع منها التخطيط الافقي و التخطيط الرأسي بما يحتويان من منحنيات أفقية و رأسية، مع بيان أنواعهما و بيان القوانيين 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 وهندسة النقل والمرور وجميعها من تأليف الدكتور محمود توفيق سالم, بالإضافة إلى بعض المواقع المهتمة بالموضوع من شبكة المعلومات العالمية (الإنترنت).

10-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة:-

1. أجهزة (Total Stations) وما يلزم معها مثل (عواكس, أجهزة لاسلكية, شريط قياس مسافات, علبة دهان لتعليم النقاط,...الخ) ، وهي من نوع Sokia 5700 إما بشاشة واحدة أو بشاشتين .
2. جهاز (GPS) نوع Trimble 5700 .
3. برنامج (AutoCAD).
4. برنامج (Autodesk land survey 2006).
5. برنامج (Civil 3D 2010).
6. برنامج). (ArcGIS 9.2).

الشكل (1-1) موقع المشروع

الفصل الثاني

2

التصميم الهندسي للطريق

1-2 مقدمة.
2-2 العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق .
3-2 الأعمال المساحية لمسار الطريق .
4-2 أسس التصميم الهندسي للطريق .
5-2 التخطيط الأفقي والرأسي .

الفصل الثاني

التصميم الهندسي للطريق

2-1 مقدمة :-

عند تصميم وإنشاء الطريق لا بد من وجود أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لضمان حسن الأداء ولمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشئت من اجله الطريق. لذلك لا بد من الأخذ بعين الاعتبار أمور عدة مثل الاتجاهات والمسارب والانعطافات والتقاطعات، وهذه الأمور لا تقل أهمية عن الطريق نفسه لذلك يجب تصميمها جنبا إلى جنب أثناء تصميم الطريق. ومن الأمور الواجب مراعاتها عند تصميم أي طريق يتم دراسة الجدوى الاقتصادية للطريق وأهميتها ومدى تلبيتها لحاجات المجتمع.

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

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

2-2 العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق :-

حتى يكون الطريق اقصر ما يمكن يجب أن يكون مستقيما بين نقاطه الحاكمة وهذا لا يمكن تحقيقه في معظم الأحوال لصعوبات عملية كثيرة مثل العوائق الطبيعية والصناعية التي قد تعترض المسار.

أولا: النقاط الحاكمة:-

وهي النقاط التي يجب أن يمر بها الطريق وتعتمد على العوامل التالية:-

1 - المناطق المراد خدمتها.
2 - وجود بعض العقبات.
3 - مناطق يفضل القرب منها(مناطق سياحية).
4 - مناطق يجب الابتعاد عنها (مثلا وجود آثار في منطقة معينة) .

ثانيا: التصميم الهندسي للطريق:-

يعتبر التصميم الهندسي من أهم مراحل التصميم لأي طريق، حيث أنه تكون هذه المرحلة من التصميم داخل المكتب و تسير جنبا إلى جنب مع عمليات المسح المذكورة سابقا.

تتمثل عملية التصميم الهندسي للطريق في ثلاث أمور رئيسية و هي كالتالي:

1. **التصميم الأفقي (Horizontal Alignment):** حيث يتم فيه بيان المنحنيات الأفقية و تحديد بداياتها و نهاياتها و كذلك تحديد أطوالها و زواياها و نقاط التقاطع فيها، و بالإضافة لذلك يتم بيان الجزء الوسطي و عرض الطريق و الحواجز الجانبية و نقاط المضلع المفتوح (PI) و كذلك تحديد اتجاه الطريق بالنسبة للشمال.

2. **التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment):** إن التصميم الرأسي للطريق يتمثل في تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية و تحديد الانحدار الجديد للطريق، حيث يتم بيان الطريق بالمستوى الرأسي و نشاهد كيف ترتفع و تهبط و نحدد مناطق الحفر و الردم، و كذلك من التصميم الرأسي للطريق يتم تحديد المنحنيات الرأسية و مسافات الرؤية .

إن عملية تمثيل التصميم الأفقي و التصميم الرأسي على مخططات التصميم تتمثل في وضع التصميمان الأفقي و الرأسي في لوحة واحدة تسمى (Plan _ Profile)، حيث يكون التصميم الأفقي في الجزء العلوي من اللوحة و يكون التصميم الرأسي في الجزء السفلي من اللوحة.

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

ثالثا:التكلفة:-

أن تكـون تكلفـة الطريـق اقـل مـا يمكـن مـع مراعـاة أن تكـون الاسـتفادة مـن الطريـق اكبـر مـا يمكـن مـع المحافظـة علـى مسـتوى عـالي مـن التصـميم الهندسـي ضـمن الشـروط و المواصفات التي يجب مراعاتها عند التصميم.

2 -3 الأعمال المساحية لمسار الطريق:-

قبل توقيع مسار الطريق على الخرائط يجب أن تأخذ بالاعتبار النقاط آلاتية:

1 - دراسة الخرائط.
2 - المساحة الاستطلاعية.
3 - المسح الابتدائي.
4 - المساحة التفصيلية.

2 4 أسس التصميم الهندسي للطريق :-

2-4-1 حجم المرور:

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

2-4-2 تركيب المرور:

يتمثل تركيب المرور في تحديد نسبة عربات النقل و التاكسيات بالنسبة لحجم المرور الساعي.

2 4 3 السرعة التصميمية:

هـي أعلـى سـرعة مسـتمرة يمكـن أن تسـير بهـا السـيارة علـى طريـق رئيسـي بأمـان عنـدما تكـون أحـوال الطقـس مثاليـة و كثافـة المـرور منخفضـة، و تعتبـر السـرعة التصـميمية مقياسـا لنـوع الخدمـة التـي يوفرهـا الطريـق، و كـذلك يمكننـا مـن خـلال السـرعة التصـميمية توقـع السـر و طبيعـة الحركـة علـى الشـارع المـراد إجـراء التصـميم لـه، و مـن مواصـفات السـرعة التصـميمية يجـب أن تكـون خصـائص التصـميم الهندسـي للطريـق متناسـبة مـع

السرعة التصميمية المختارة و المتوقعة للظروف البيئية و طبيعة التضاريس، حيث يجب على المصمم اختيار السرعة التصميمية بناءا على درجة الطريق المخططة و طبيعة التضاريس و حجم المرور و الاعتبارات الاقتصادية و الجدول التالي يبين السرعة التصميمية للطرق الحضرية .

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

جدول (2-1) السرعة التصميمية للطرق الحضرية

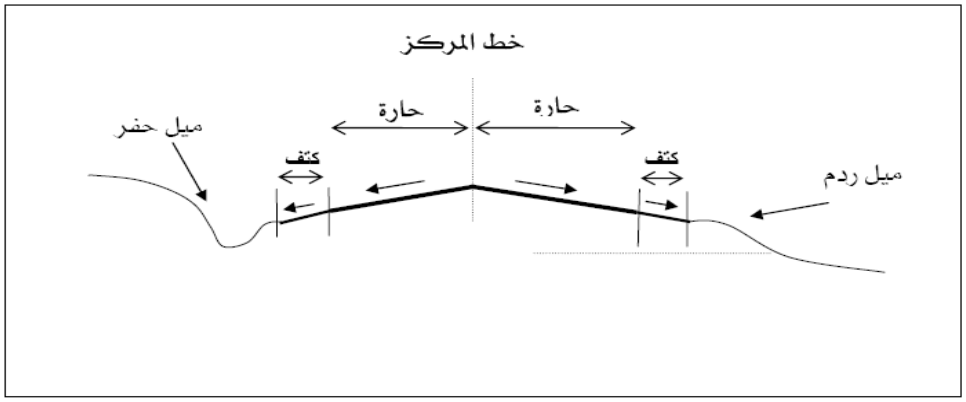
إن تحديد سرعة التصميم يعتبر ذا أهمية كبيرة في التصميم حيث أنه يتم تحديد الانحدار و الصعود و أنصاف أقطار المنحنيات و أطوالها و مسافة الرؤية اللازمة للوقوف و للتجاوز و عدد المسارب و سعة كل مسرب، و بناءا على ذلك فإنه كلما زادت سرعة التصميم زاد استيعاب الطريق للسيارات و أصبحت منحنياتها واسعة و أنصاف أقطارها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

2-4-4 عربات التصميم:

إن جميع الطرق تقريبا تمر عليها عربات خاصة و عربات عامة و عربات نقل، و لذلك يجب معرفة خصائص هذه العربات مثل الأبعاد الرئيسية و الوزن و القدرة، حيث يتم التصميم بناءا على ذلك و يوجد هنالك جداول توضح تلك المعلومات و تم وضعها من قبل مؤسسة النقل و المواصفات الأمريكية (AASHTO).

2 4 5 قطاع الطريق:

إن قطاع الطريق يتمثل في تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق و هذا يتوقف على كيفية الاستفادة من هذا الطريق، فالطريق التي يمر عليها عدد كبير من العربات و بسرعة عالية يتطلب عدد كبير من المسارات و انحدارات طولية خفيفة أو قليلة و كذلك يتطلب أنصاف أقطار كبيرة نسبيا مقارنة مع الطرق التي يمر عليها قليل من المركبات عند سرعات صغيرة ، ففي الحالة الأولى يجب الاهتمام بأكتاف الطريق و عمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي المرور مع تخصيص مسارات إضافية عند مناطق الدوران.



الشكل (2-1)مقطع عرضي لطريق من حارتين

2 4 6 عرض المسارب و الطريق:

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

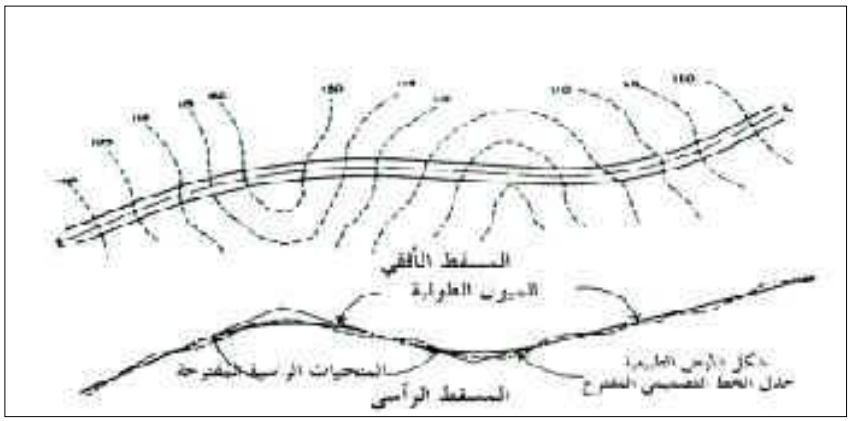
1. مسرب التسارع: هو مسرب جانبي تقوم السيارات بالتسارع فيه قبل الدخول إلى الطريق الرئيسي بحيث تصبح سرعتها فيه مماثلة لسرعة السيارات في الطريق.
2. مسرب التباطؤ: هو مسرب جانبي تسلكه السيارات أثناء مغادرتها الطريق الرئيسي لتتمكن فيها من تخفيض سرعتها بدون أن تعرقل سير السيارات الموجودة على الطريق.
3. مسرب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

2 4 7 الميول العرضية:

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

2 4 8 الميول الطولية:

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



الشكل (2-2)الميول الطولية

2 4 9 أكتاف الطريق:

إن الطـــرق الخلويـــة تـــزود بأكتـــاف جانبيـــة تســـتخدم لتوقـــف المركبـــات بشـــكل طـــارئ و كـــذلك للمحافظـــة علـــى طبيعـــة الأســـاس و الســـطح الخاصـــة بـــالطريق، و الحاجـــة للأكتـــاف و نوعهـــا يتوقـــف علـــى نـــوع الطريـــق و جســـم و ســـرعة العربـــات و تركيـــب المـــرور و طبيعـــة المنطقـــة التـــي يمـــر فيهـــا الطريـــق، و يتـــراوح عـــرض الكتـــف بـــين (1.25-3.6م) للطـــرق الســـريعة و (2.5-3.6م) للطـــرق التـــي يزيـــد حجـــم المـــرور الســـاعي التصـــميمي فيهـــا عـــن (100) عربـــة، و يجـــب أن تـــزود الأكتـــاف بميـــول عرضـــيه كافيـــة لتصـــريف الميـــاه مـــن الطريـــق، و لكـــن يجـــب أن لا يزيـــد هـــذا الميـــل عـــن الحـــد الـــذي قـــد يســـبب خطـــورة علـــى المركبـــات التـــي تتوقـــف علـــى الطريـــق، حيـــث يوجـــد عـــدة أنـــواع مـــن أكتـــاف الطريـــق فمنهـــا أكتـــاف ترابيـــة أو مصبوبة أو اسفلتيه و يختلف نوع سطحها حسب سطح الطريق الرئيسي.

❖ فوائد الأكتاف للطريق:

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

10 4 2 الأطاريف :

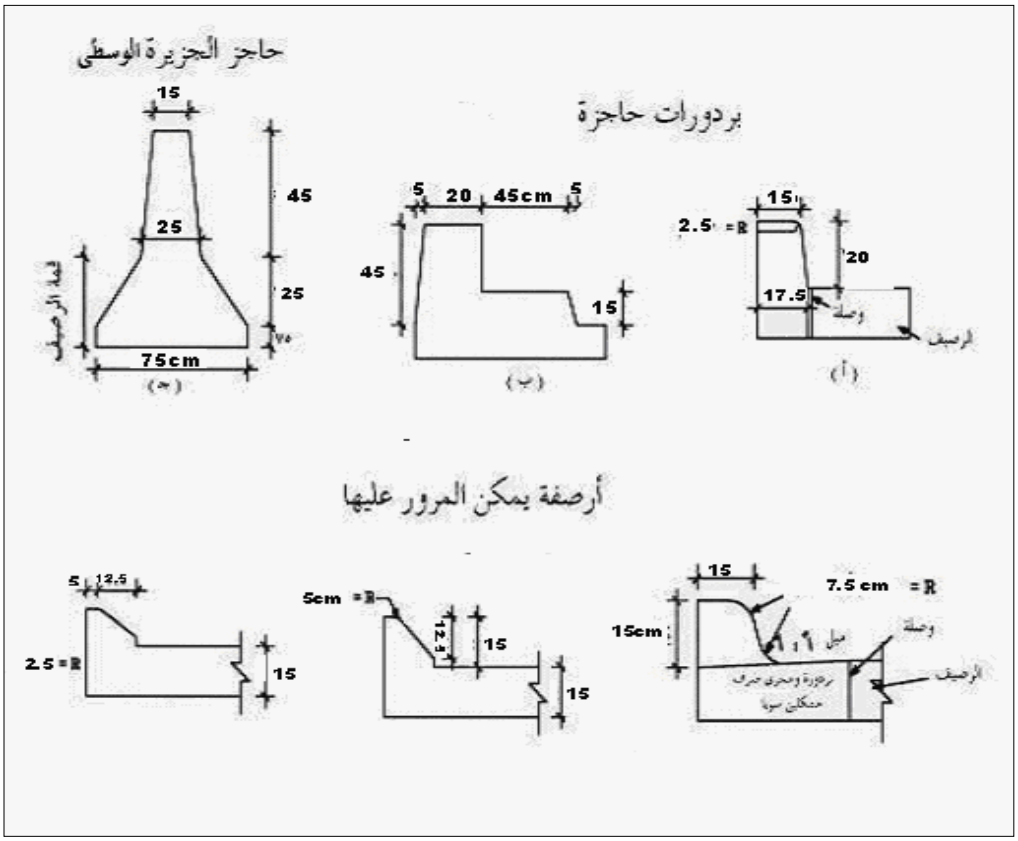
يتأثر السائقين كثيراً بنوع الاطاريف ومواقعها، وبالتالي فإن ذلك يؤثر على أمان الطريق والانتفاع به وتستخدم الاطاريف في تنظيم صرف المياه، ولمنع السيارات من الخروج عن الرصف في النقط الخطرة، وهي تحدد حافة الرصف وتحسن الشكل النهائي للطريق، كما أنها عامل في تجميل جوانب الطرق, كما تقوم الاطاريف غالباً بغرض أو أكثر من هذه الأغراض. وتتميز الاطاريف بأنها بروز ظاهر 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 الأطاريف، وهناك نوعان رئيسيان من الاطاريف، كل منهما له عدة أشكال وتفصيلات تصميمية:

1. **الأطاريف الحاجزة:**

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.

2. الأطاريف الغاطسة:

وهي مصممة بحيث يسهل على المركبات اجتياز ها 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. ويوضح الشكل التالي الأنواع المختلفة للاطاريف.



الشكل (2-3)أنواع الأطاريف.

2 4 11- الأرصفة:

تعمل الأرصفة في داخل المدن و تعتبر جزء مكمل للطريق إلا انه في بعض المناطق الخلوية قد يتطلب الأمر عمل أرصفة بسبب عدم وجود إضاءة كافية و بسبب سرعة المركبات فإن ذلك قد يتسبب بخطورة للمركبات و المشاة.

تصبح الحاجة ماسة لمثل هذه الأرصفة بالقرب من المناطق السكنية و المدارس و المصانع و الأسواق و أي منطقة يوجد فيها مشاة، و بالطبع تعتبر هذه الأرصفة حالة خاصة و وجودها يتوقف على عبور المشاة و سرعة عدد العربات المارة و بالإضافة إلى إمكانية وجود خطر على المشاة و يتراوح عرض الرصيف (1.5-3) و يتوقف ذلك على عدة أمور منها توفر المساحة على جانبي الطريق و وجود أشجار مزروعة على الأرصفة.

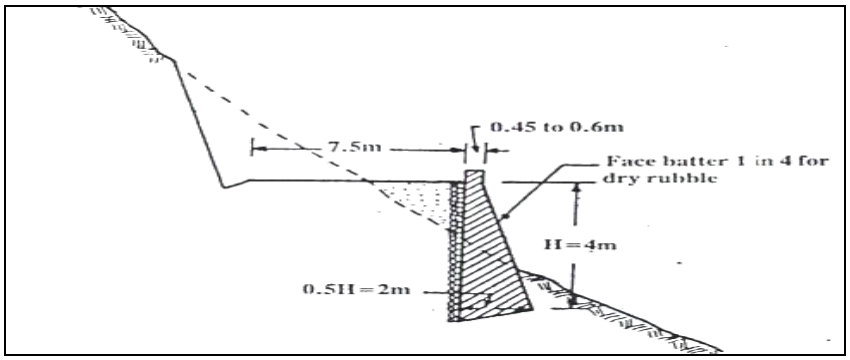
2 4 12- الجزر الفاصلة:

تقام الجزر الفاصلة من أجل فصل حركة المرور المعاكسة لتحقيق الأمان و السلامة، و جميع الطرق الحديثة مزودة بجزر فاصلة و خاصة إذا كانت من أربع مسارات أو أكثر.

إن عرض الجزر الفاصلة يجب أن يكون كافي و ذلك من اجل تحقيق الغرض الذي من اجله أنشأت، و خاصة لتقليل تأثير الأضواء الصادرة من الاتجاه المعاكس ليلا، و كذلك حماية العربات المعاكسة من التصادم و لإتاحة التحكم في المناطق المسموح فيها الدوران في حالة التقاطعات السطحية، و يتراوح عرض الجزر بين (1.25-1.8م) أو أكثر و ليس من الضروري أن يكون هذا العرض ثابت على طول الطريق.

2 4 13 الجدر الاستنادية

إن إنشـــاء الجـــدران الاســـتنادية علـــى جوانـــب الطـــرق يكـــون بنـــاءا علـــى عوامـــل تحـــتم علينـــا إنشـــاؤها فـــي تلـــك المنـــاطق حيـــث انـــه إذا كـــان حـــرم الطريـــق ضـــيق و كانـــت التربـــة لا تســـتطيع الثبـــات علـــى ميـــول شـــديدة الانحـــدار فإنـــه لا بـــد مـــن اســـتعمال الجـــدران الاســـتنادية لمنـــع التربـــة مـــن الانهيـــار و بالتـــالي منعهـــا مـــن الخـــروج عـــن حـــدود الطريـــق، و يكـــون هـــذا ضـــروري بشـــكل خـــاص فـــي منـــاطق المـــدن حيـــث انـــه تكـــون الأراضـــي مرتفعـــة الـــثمن و كـــذلك يكـــون وجـــود الجـــدران الاســـتنادية مهـــم عنـــدما يكـــون هنـــاك نيـــة للبنـــاء علـــة جوانـــب الشـــوارع أو عنـــد احتمـــال وقـــوع انهيـــارات علـــى جوانـــب الطريـــق، و يتطلـــب الأمـــر حمايـــة الشـــوارع مـــن الميـــاه،و يـــتم إنشـــاء الجـــدران الاســـتنادية مـــن الخرســـانة المســـلحة ، حيـــث يصـــمم أســـاس الجـــدار بعـــرض كـــاف يتناســـب مـــع قـــوة التحمـــل للتربـــة المبنـــي عليهـــا و يعلـــو الأســـاس جـــدار بعـــرض كـــاف تمكنـــه مـــن مقاومـــة قـــوة دفـــع التـــراب الـــذي يســـنده و يكـــون إنشـــاءها بـــاهض الـــثمن لـــذلك يجـــب إجـــراء دراســـة للمنطقـــة المـــرد إنشـــاء جـــدار اســـتنادي عليهـــا و تحديـــد مـــدى أهميـــة وجـــود الجـــدار في تلك المنطقة.



الشكل(2-4) جدار استنادي

5-2 التخطيط الأفقي والرأسي

يكون مسار الطريق عبارة عن أجزاء مستقيمة و أخرى دائرية، فلا بد من ربط هذه الأجزاء مع بعضها بواسطة منحنيات تنقلنا من الأجزاء المستقيمة إلى دائرية بشكل تدريجي تجنبا للانتقال المفاجيء و ذلك للتقليل من أخطار الطريق إلى الحد الأدنى. و حتى نحصل على تصميم متزن للطريق يجب أن نأخذ بعين الإعتبار أسس التصميم الهندسي التي تعطي انسياب مستمر للمرور عند السرعة التصميمية كما يجب أن نأخذ في عين الإعتبار العلاقة بين السرعة التصميمية و أنصاف أقطار المنحنيات و ارتفاع الحافة الخارجية للرصف عن الحافة الداخلية.

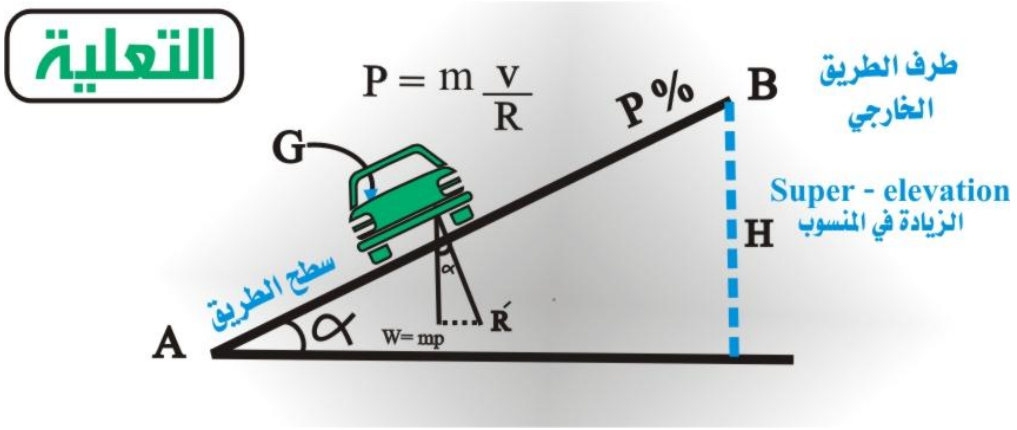
التخطيط الأفقي يشمل تحديد أطوال المسارات والزوايا والنقاط للتقاطعات, وتصميم المنحنيات الأفقية وأطوالها وبداياتها ونهاياتها.

التخطيط الراسي يهدف إلى تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية وتحديد الانحدارات المختلفة والمنحنيات الراسية ومسافات الرؤية وكميات الحفر والردم.

2-5-1 القوة الطاردة المركزية

انتقال المركبة من الجزء المستقيم إلى الجزء المنحني سوف يعرضها لحظة دخولها المنحنى إلى قوة طاردة مركزية قد تؤدي إلى قلب المركبة في بعض الأحيان. حيث إن القوة الطاردة المركزية تتناسب تناسبا عكسيا مع نصف قطر المنحنى. و القوه الطاردة المركزية تؤثر بشكل يتعامد مع محور الدوران الذي هو في الواقع خط وهمي ورأسي مار بمركز المنحنى الدائري , أي إن اتجاه هذه القوة سيكون أفقيا.

كما في الشكل التالي



الشكل (2-5) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

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

من الشكل السابق:

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....2.1}$$

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

2-5-2 التعلية :-

التعلية هي عبارة عن رفع الحافة الخارجية للطريق عن الحافة الداخلية. حيث أن المركبة عندما تسير على المنحنى وتكون سرعتها عالية فإنها سوف تتعرض إلى قوة طاردة مركزية تؤثر على المركبة مما تتسبب في انزلاق المركبة و قد تؤدي إلى انقلابها. وللتقليل من هذه الأضرار على المنحنيات يتم رفع الحافة الخارجية حيث تعمل على مقاومة القوة الطاردة المركزية حيث أن قيمة الميل الجانبي للطريق تتراوح من 4% - 7% وقد تصل إلى 9% حسب الأنظمة المعمول بها في البلد.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:

$$e = \frac{V^2}{gR} \ldots\ldots(2.3)$$

$$e + f = \frac{V^2}{gR} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2.3$$

حيث أن:

- R : هي نصف القطر الدائري بالمتر
- V : هي سرعة المركبة ب كم/ ساعة ، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).
- e: أقصى معدل رفع جانبي بالمتر.
- f: هي معامل الاحتكاك الجانبي .

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**

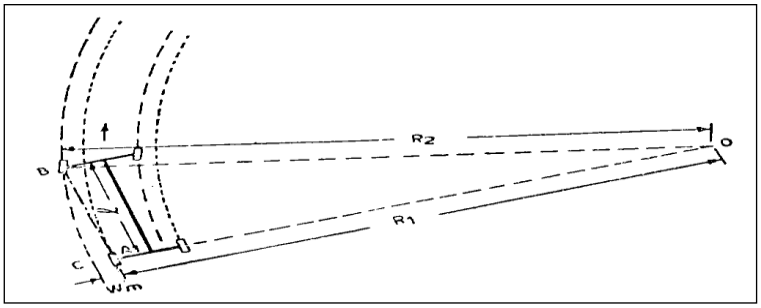
جدول (2-2) قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة

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

الجدول (2-3) أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي

2-5-3 التوسعة :-

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 (2-6) التوسعة على المنحنيات

يتم زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات حيث يتم زيادة الاتساع إما على الطرف الخارجي للمنحنى أو بتوزيعه على الطرفين الداخلي و الخارجي للمنحنى. والجدول(5-8) يوضح قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر.

نصف قطر المنحنى(متر)	حتى60	61-150	151-300	301-900	اكبر من900
التوسعة(متر)	1.2	0.9	0.6	0.3	-

الجدول(2-4) قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر

الأسباب التي تدفعنا لتنفيذ التوسعة على المنحنيات هي:

1 – عند المنحنى لا تتبع العجلات الخلفية العجلات الأمامية.
2 – يزداد العرض مما يساعد على رؤية المركبة القادمة بسهولة.
3- لا تلتصق السيارة تماما بالرصف على المنحنى.

لحساب مقدار التوسعة على المنحنيات نطبق العلاقة التالية:

$$w = \left[\left(\frac{nI^2}{2R}\right) + \left(\frac{V}{9.5\sqrt{R}}\right)\right] \quad \text{..... 2-4}$$

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.

وهنالك نوعين من التوسعة لابد من آخذها في الاعتبار عند إجراء التصميم وهما:

1. التوسيع الميكانيكي ومعادلته:

$$w_m = n * i^2 / 2 * r \quad \text{.....2.5}$$

حيث w_m= التوسيع الميكانيكي.

n= عدد الحارات.

I^2= تسارع قاعدة العجل لأطول مركبة وتؤخذ عادة 6.1 م لعربات النقل.

R= نصف قطر المنحنى

2. التوسعة نتيجة العامل النفسي ومعادلته:

$$w_{ps} = v^2 / 9.5 * \sqrt{r} \quad \text{.....2.6}$$

حيث w_{ps} = توسعة الطريق نتيجة للعامل النفسي.

V= السرعة التصميمية.

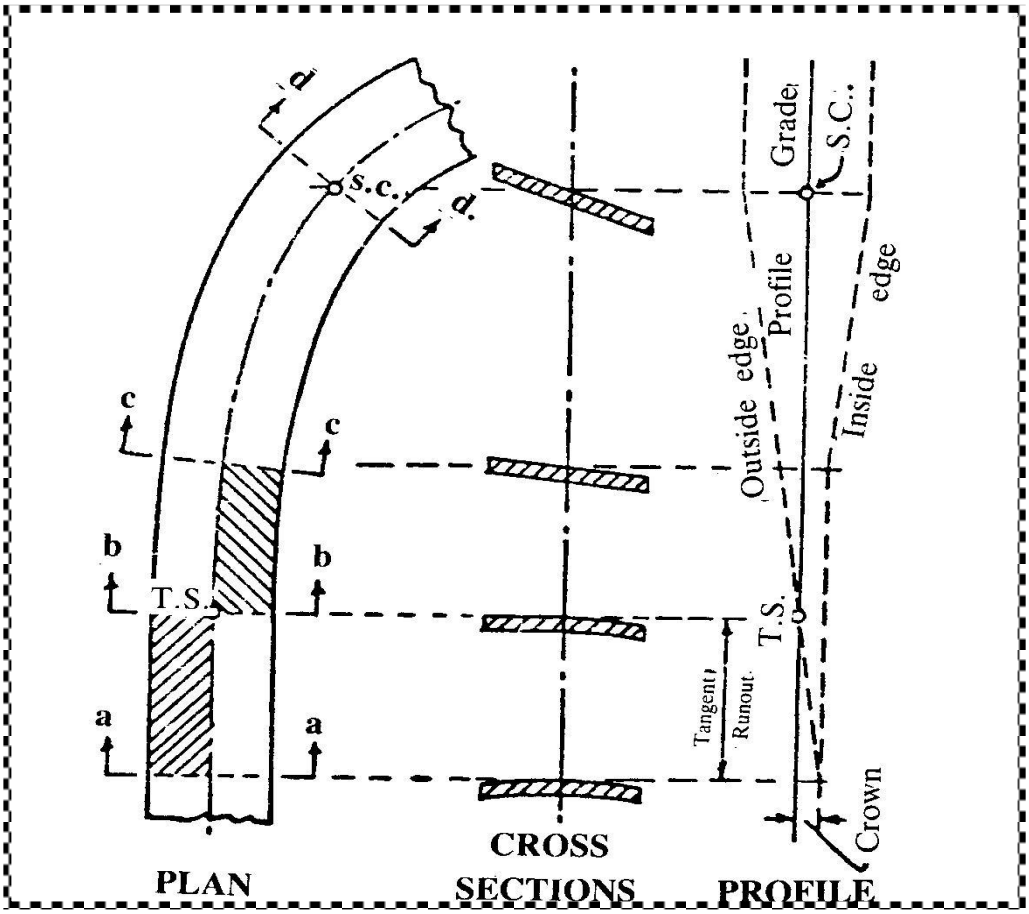
$$We = Wm + Wps \quad \text{.....2-7}$$

حيث We= التوسعة الكلية

4-5-2 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق

حيث يتم بإحدى الطرق الثلاث التالية:

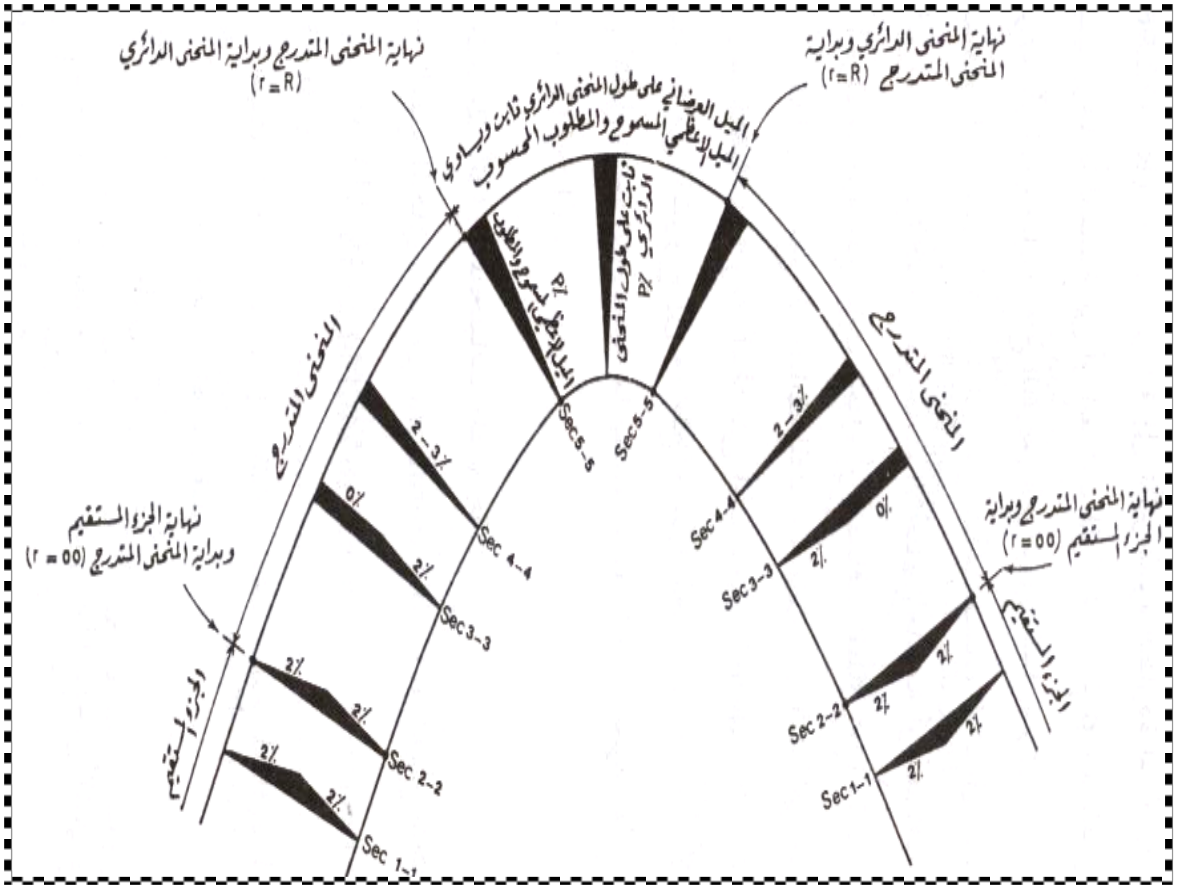
***الطريقة الأولى:** يبقى محور الطريق ثابتا، ويبدأ جانب الطريق بالارتفاع والدوران حول المحور وبنفس الوقت يبقى الجانب الآخر ثابتا حتى يصبح كامل السطح على استقامة واحدة، يبدأ بعد ذلك الجانب الآخر بالانخفاض، والجانب الأول بالارتفاع ويبقى سطح الطريق على استقامة واحدة ويستمر الدوران حول محور الطريق حتى يتحقق الميلان المطلوب، وعند الخروج من المنعطف يعود السطح بالدوران حول المحور حتى يعود سطح الطريق مائلا بالاتجاهين المتعاكسين بنسبة 2% .



الشكل (2- 7)كيفية الرفع الجانبي للطريق حول المحور

***الطريقة الثانية:** 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.

***الطريقة الثالثة:** 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.



الشكل (2-8) التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية

2-5-5 المنحنيات الأفقية:

الهدف من استخدام المنحنيات هو وصل الأجزاء المستقيمة ببعضها بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة في الإتجاهات التي تسبب الإزعاج للسائقين، و هناك أنواع متعددة من المنحنيات التي يمكن استخدامها في وصل الخطوط المستقيمة المتقاطعة.

أنواع المنحنيات الأفقية:

1- المنحنيات الدائرية Circular curves
2- المنحنيات المتدرجة Transitions Curves

المنحنيات الأفقية الدائرية Circular curves

تُعرف المنحنيات الأفقية إما بنصف قطر المنحنى أو بدرجة المنحنى و يجب اختيار نصف القطر بحيث يتمشى مع السرعة التصميمية للطريق .

وتنقسم إلى أربعة أقسام رئيسية:

1 - المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves
2 - المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves
3 - المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر Broken-Back Circular Curves
4 - المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves

المنحنى الدائري البسيط:

هذا المنحنى عبارة عن جزء من دائرة ذات نصف قطر محدد وثابت، حيث يصل بين الخطيين المستقيمين ولمختلفي الإتجاه في نقطتي الوصل.

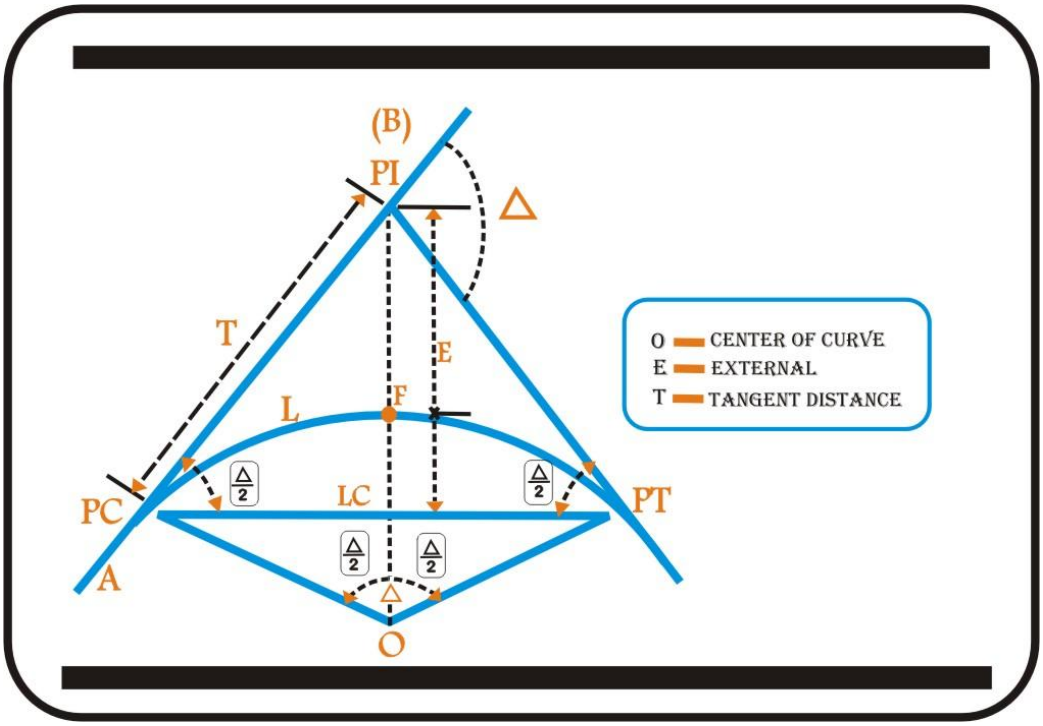
بمعرفة نصف قطر المنحنى الدائري المراد تصميمه و معرفة زاوية انحراف المماسين (Δ) يمكن حساب عناصر المنحنى الدائري البسيط من العلاقات التالية:

1. المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves

❖ عناصر المنحنى الدائري البسيط:

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

الشكل (2-9) عناصر المنحنى الدائري البسيط



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

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (**T**) The tow Tangent:

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

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

- المسافة الخارجية(**E**),External Distance وهي عبارة عن المسافة بين (**PI**) و بين منتصف المنحنى الدائري.
- سهم القوس(**M**) Middle Ordinate, و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
- مركز المنحنى ونرمز له (**O**).

❖ معادلات المنحنى الدائري البسيط:

1 - طول المماس (T)

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....2.8}$$

2 - سهم القوس (M)

$$M = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1) \quad \text{.....2.9}$$

3 - الوتر الطويل(LC)

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....2.10}$$

4 - طول المنحنى (L)

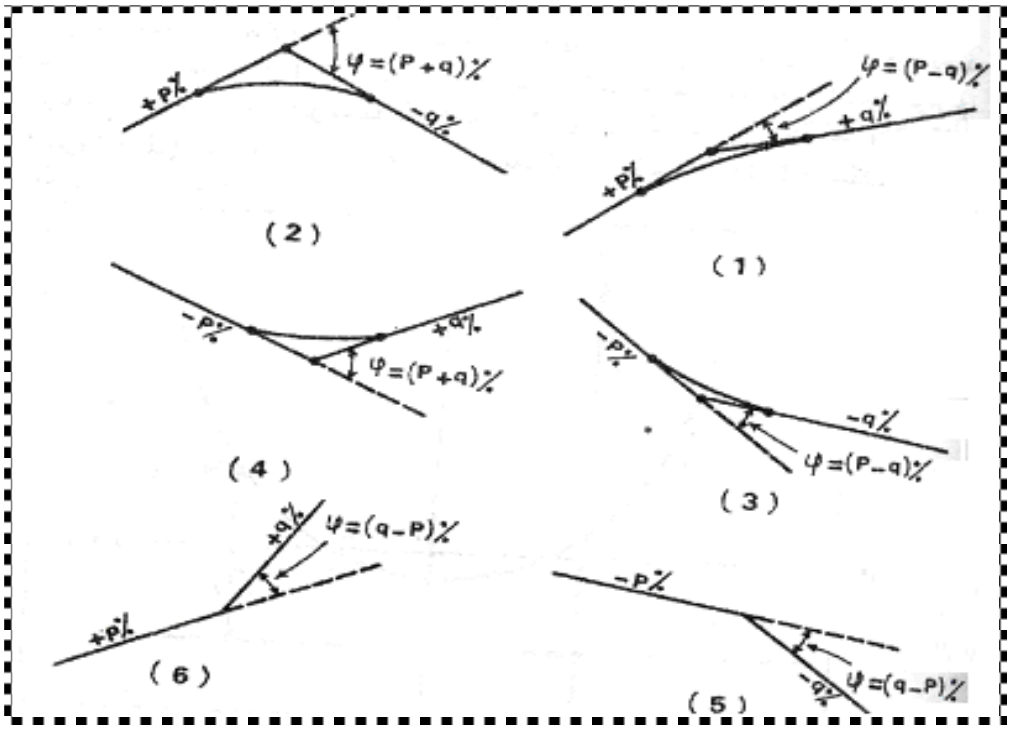
$$L = \frac{\pi R\Delta}{180} \quad \text{.....2.11}$$

2-5-6التخطيط الرأسي للطرق (Vertical Alignment):

يتكون التخطيط الرأسي للطرق من سلسلة من الميول متصلة مع بعضها البعض بمنحنيات رأسية ويتحكم في التخطيط الرأسي عوامل الأمان والتضاريس ودرجة الطريق والسرعة التصميمية والتخطيط الأفقي وتكلفة الإنشاء وخصائص المركبات وصرف الأمطار ويجب أن تتوفر مسافة رؤية للتوقف تكون مساوية للحد الأدنى أو اكبر منها ويستخدم القطع المكافئ في المنحنيات الراسية لسهولة حساباته وبساطة توقيعه في الطبيعة واستيفائه للمطالب السالفة.

7-5-2 المنحنيات الرأسية (Vertical Curves):

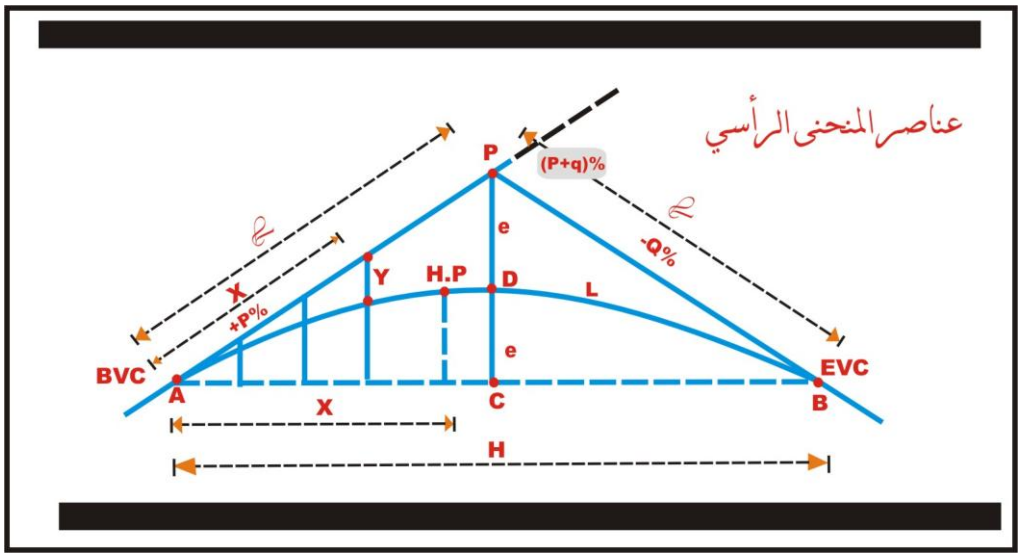
يجب أن تكون المنحنيات الرأسية سهلة الاستخدام وتهيئ تصميماً مأموناً ومريحاً في التشغيل ومقبولاً في الشكل كافياً في تصريف المياه. وأهم المطالب في المنحنيات الرأسية المحدبة هو أن تعطينا مسافات رؤية كافية للسرعة التصميمية(SD) وفي جميع الحالات يجب أن تتوفر مسافة رؤية للتوقف تكون مساوية للحد الأدنى أو أكبر منها, ويستخدم القطع المكافئ في المنحنيات الرأسية لسهولة حساباته وبساطة توقيعه في الطبيعة واستيفائه للمطالب السالفة الذكر .



الشكل(2-10) فرق الميل أو زاوية الميل

2-5-8عناصر المنحنى الرأسي:

لتعين مختلف العناصر اللازمة لتصميم وتوقيع منحنى راسي معين, وتحديد مناسيب عدد كاف من النقاط الواقعة على المنحنى الراسي المعتبر, لا بد من توافر المعلومات التالية كما هي مبينة في الشكل التالي :



الشكل(2-11) عناصر المنحنى الرأسي

حيث :

نسبة الميل = **p & q**

بداية المنحنى الرأسي = **BVC**

منسوب نقطة تقاطع الميلين الرأسيين (**Elevation of the PI**)

محطة نقطة التقاطع (**Stationing of PI**)

نهاية المنحنى الرأسي = **EVC**

المسافة الخارجية المتوسطة(متر) = **e**

طول القطع المكافئ (متر) = **H**

الطول الأفقي إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي = **X**

2-5-9 خواص القطع المكافئ البسيط:

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

$$\mathbf{L = \ell 2 + \ell 1} \quad \text{.....} \quad 2\text{-}12$$

ب- الخط الراسي المار من نقطة تقاطع المماسين ينصف الوتر AB ويكون PD, بحيث أن PD = e = DC, حيث C نقطة منتصف الوتر وD نقطة تقطع 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:

$$\mathbf{AB = H = 2\ell = L} \quad \text{.....} \quad 2\text{-}13$$

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

$$\mathbf{y = ax2} \quad \text{.....} \quad 2\text{-}14$$

where:

$\mathbf{a} = \dfrac{p+q}{400\ell} x^2$ → عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين

$\mathbf{a} = \dfrac{p-q}{400\ell} x^2$ → عندما يكون المماسان في اتجاه واحد

معادلة القطع المكافئ بدلالة (e):

$$e = \frac{p+q}{400}\ell \quad \rightarrow \quad \text{عندما يكون المماسين في اتجاهين مختلفين}$$

$$e = \frac{p-q}{400}\ell \quad \rightarrow \quad \text{عندما يكون المماسان في اتجاه واحد}$$

$$\Rightarrow \quad y = e\left(\frac{x}{\ell}\right)^2$$

10-5-2 الميول الرأسية العظمى في الطرق:

*** العوامل التي تتحكم بتحديد الميول الرأسية:**

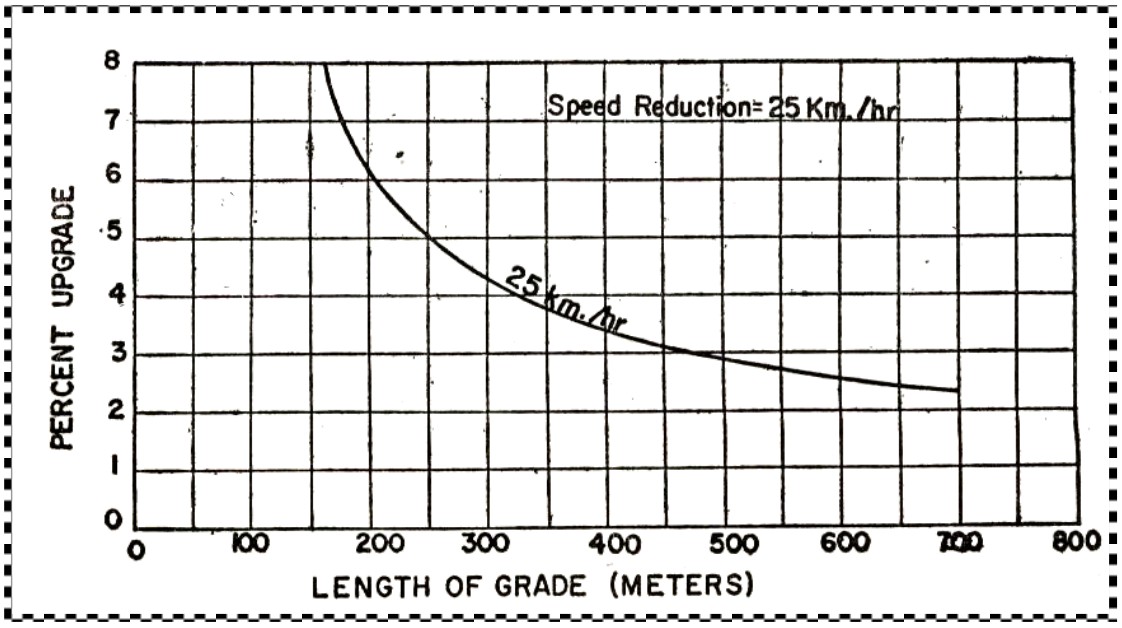
1) السرعة المعتبرة في التصميم (Design Speed).
2) طبوغرافية الأرض التي يمر منا الطريق (Type Of Topography).
3) طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

نبين في الجدول التالي قيما عملية للميول الرأسية بأخذ السرعة التصميمية وطبوغرافية المنطقة بعين الاعتبار مع مراعاة عدم تجاوزها.

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	-

الجدول(2-5) الميول الرأسية العظمى حسب طبوغرافية الأرض والسرعة التصميمية

وبالنسبة لطول الجزء الخاضع للميل الرأسي فإنه لا بد من ربط هذا العامل أيضا بمقدار الميل الرأسي، وهنا يفضل كلما أمكن أن لا يتجاوز هذا الطول الحد الذي تضطر معه شاحنة نموذجية مختارة تخفيض سرعتها بمقدار يزيد عن أو يساوي 25 Kph تقريبا من سرعتها الاعتيادية على جزء منبسط قبل صعودها هذا الجزء المائل المعتبر من الطريق، من الطبيعي أن هذا يعتمد على نوع الشاحنات التي تسلك الطريق. ويبين الشكل رقم (2- 12) القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية:



الشكل (2-12) القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل

مقدار الميل الرأسي (%)	3	4	5	6	7	8
القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل (m)	500	325	250	200	180	170

الجدول (2-6) يبين القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق، الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية

في الحالات التي يضطر معها إلى تجاوز القيم العظمى للأطوال الواردة في الجدول السابق، لا بد من توسيع وتعريض هذه الأجزاء من الطريق لضمان حركة السير بشكل اعتيادي إضافة إلى إعطاء حرية

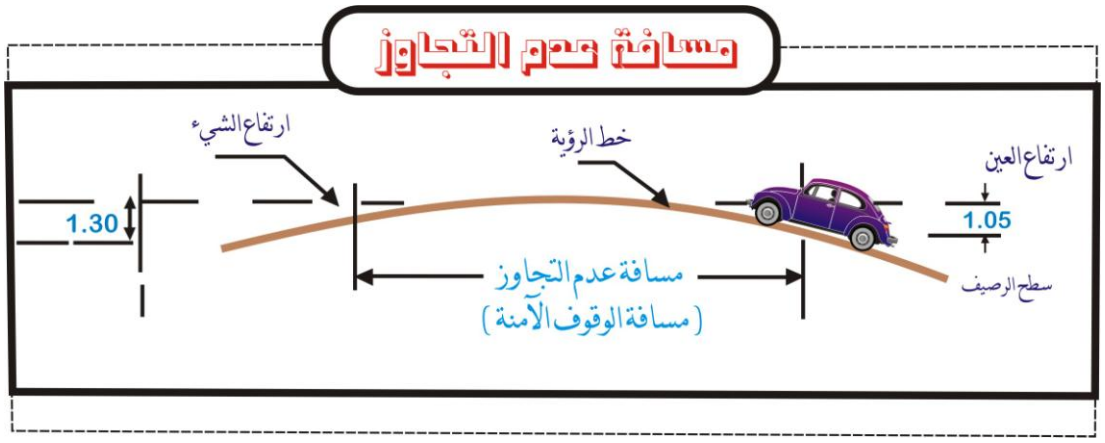
أكبر من الحركة للشاحنات الكبيرة وتوفير إمكانية عزل الشاحنات أو تلك التي تتوقف لعدم القدرة على متابعة السير لسبب أو لآخر.

11-5-2 العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الرأسي:

من العوامل الأساسية التي تحكم اختيار وتحديد طول المنحنى الرأسي مايلي:

أ - مسافة الرؤية (Sight or Vision Distance):

بما أن الطريق التي نقوم بتصميمها هي من أربع مسارب, إذن فأن مسافة الرؤية للتوقف الآمن هي المعيار المحدد لطول المنحنى وخاصة منحنى القمة, والسبب في ذلك يعود إلى عدم احتمال مواجهة سيارة أخرى باتجاه معاكس لاتجاه التجاوز.



حيث يتم تحديد طول المنحنى الراسي لتحقيق شروط الرؤية للتوقف الآمن بإحدى الحالتين التاليتين:

1 - بافتراض أن طول مسافة الرؤية للتوقف الآمن اقل من طول المنحنى الراسي:

$$L = (D.S^2 * N) / 4 \quad \text{..... 2.15}$$

Where :

D.S = مسافة الرؤية للتوقف الآمن

$D.S = 0.28* V* T + V^2/ [254*(F + N)]$

V = السرعة كم/ ساعة

T = زمن الارتداد العصبي الكلي بالثانية

F = معامل الاحتكاك الجانبي

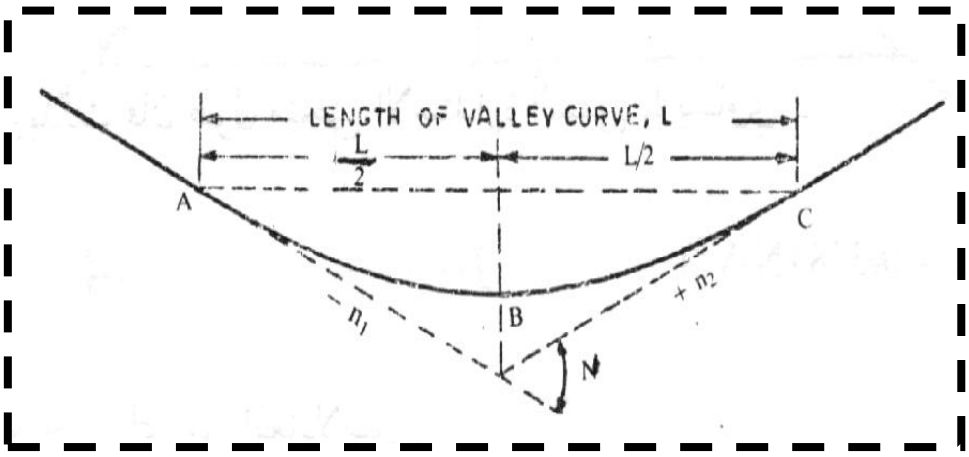
N = زاوية انحراف المماسين

2- بافتراض أن مسافة الرؤية للتوقف الآمن اكبر من طول المنحنى الرأسي:

$L = 2*D.S – (4 / N)$ 2.16

ب - راحة المسافرين (comfort of passenger):

حيث يتم تصميم المنحنيات الراسية (القاع) على أساس توفير راحة المسافرين, حيث يحدد الطول على أساس القوة الطاردة المركزية وتساوي 0.6 م/ ث^2, وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقال متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهما, ومن الشكل (2-14) فان طول منحنى الاستدارة السفلي ABC والذي يساوي L حيث AB , BC يمثل طول كل منهما منحنى انتقال .



الشكل (2-14) منحنى رأسي قاعي

Ls = L/2

$\Rightarrow$ **$L = 2*[N V^3/C]^{0.5}$** 2.17

Where:

V: السرعة التصميمية م / ث

C : معدل التغير في تسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي 0.6 م / ث^2

N : زاوية انحراف المماسين

وبعد إيجاد طول المنحنى حسب المعادلة السابقة يتم التحقق من أن طول المنحنى اقل من (maximum impact factor) المسموح بها وهي 17% حسب المعادلة التالية:

I max = [(200 * N * V2) / (g*L)] % < %17 ..... 2.18

فإذا كان الناتج اقل من (maximum impact factor) المسموح فيها وهي 17%, فان الطول يكون ملائما ويحقق راحة المسافرين.

الفصل الثالث

3

هندسة النقل والمرور

1-3 مقدمه

2-3 حجم المرور.

3-3 الهدف من دراسة حجم المرور .

4-3 طرق حصر المركبات

5-3 انواع التعداد على الطريق

6-3 فترات التعداد.

7-3 السير الحالي والمستقبلي .

8-3 عمر الطريق.

9-3 تحليل المعلومات حول حجم السير .

10-3 علامات المرور.

1-10-3 اهداف علامات المرور.

2-10-3 الشروط الواجب توفرها في العلامات .

11-3 انواع علامات المرور.

12-3 اشارات المرور.

1-12-3 مواصفات الاشارات.

2-12-3 الرؤيه في الليل.

13-3 انواع الاشارات.

الفصل الثالث

هندسة النقل والمرور

3-1 مقدمة:-

قبل البدء بتصميم الطريق يجب اخذ حجم المرور و كثافته على ذلك الطريق بعين الاعتبار (حجم المرور من الأسس الرئيسية). فإذا كان الطريق مصمم على ارض الواقع يتم حساب حجم المرور اليومي المتوسط (ADT) للمرور في الاتجاهين. وحجم المرور الساعي التصميمي (DHV) للمرور في الاتجاهين.

حجم المرور و كثافته عن طريق معرفة عدد السيارات التي تستخدم هذا الطريق للسير عليه. أما إذا أردنا فتح طريق جديدة فيتم حساب حجم المرور و كثافته بالرجوع إلى دراسة المنطقة التي سوف يخدمها الطريق هل هي سكنية أو صناعية أو زراعية حيث انه على أساس ذلك نقوم بتصميم الطريق . و يتم ذلك عن طريق حساب المعدل اليومي و السنوي للمرور, إن معرفة حجم السير مهم جدا في عملية تخطيط وتصميم الطرق وذلك من اجل تحديد عدد المسارب وعرضها وتصميم المنحنيات الأفقية والرأسية.

بالإضافة إلى هذا فإنه يجب تحديد نسبة المرور لكل اتجاه خلال ساعة الذروة وخاصة للاتجاه السائد الذي يتراوح عادة بين (50-60)% من حجم المرور الكلي للاتجاهين.

3-2 حجم المرور (Traffic Volume):-

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

ولعلنا ونحن في هذا السياق أن نوضح بعض من المصطلحات التي سيتم ذكرها في هذا الموضوع إما ذكرا أو تفصيلا :

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

و هو حجم المرور السنوي مقسوما على عدد أيام السنة ويتراوح من 700 – 1000 مركبة.

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

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

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

V = D * S..... (3-1)

3 3 الهدف من دراسة حجم المرور:-

1. تصميم الطريق المراد إنشاؤه.
2. التنبؤ بعدد المركبات في المستقبل.
3. معرفة عدد المركبات في ظروف وأوقات مختلفة.

3-4 طرق إحصاء (عد) المركبات (حصر المرور):-

إن معرفة حجم السير يتطلب القيام بإحصاء عدد المركبات التي تمر من نقطة معينة، ولا بد من إجراء التعداد على مدار ساعات النهار وعلى مدار الأيام خلال العام الواحد، حيث أن عدد المركبات يختلف من ساعة إلى أخرى، ومن يوم إلى آخر ومن شهر إلى آخر، وهذا يؤثر على التصميم الهندسي للطريق، والهدف من وراء التعداد هو التوصل إلى المعلومات التالية:-

1. عدد السيارات على مدار ساعات وأيام السنة من اجل تحديد ساعات وأيام الازدحام . وهو مجموع المركبات التي تمر من نقطة معينة مقسوما على عدد تلك الأيام .
2. المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي (ADTA) .
3. عدد المركبات المناسب والذي سيتم اعتماده في التصميم (Design Hourly Volume)، حيث أن معدل السير اليومي أو السنوي مهم جدا في عمليات تخطيط الطرق و رسم سياستها و دراستها لأن ذلك يؤثر في الطريق من حيث تصميم المنحنيات و الانحدارات و سعة الطريق وتصميم سمك الرصف وغيرها من الأمور.
4. تحديد حركة المركبات عند التقاطعات.

بما أن إحصاء عدد المركبات على الطريق قبل التصميم أو تحسين الطريق من الأمور المهمة جدا، فإننا اتبعنا طريقة الحصر اليدوي.

الحصر اليدوي:-

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

3-5 أنواع التعداد على الطريق:-

عند القيام بعملية التعداد للمركبات يجب الأخذ بعين الاعتبار التصنيف التالي في العد كما فصلنا سابقا بعض منها :

- تعداد عام يجري على الطريق.
- تعداد يجري على التقاطعات.
- تعداد تصنيفي، حيث يتم تحديد أنواع المركبات أثناء عدها.
- تعداد اتجاهي يحدد اتجاه حركة المركبات من اجل تحديد حاجة التقاطعات إلى إشارات ووسائل تنظيم السير.
- تعداد للمشاة.

3-6 فترات التعداد(الدوام):-

من المهم القيام بتعداد المركبات على فترات مختلفة وذلك من اجل الحصول على معلومات دقيقة يتم على أساسها التصميم . ويتم اختيار الساعة كحد أدنى لفترة التعداد باستثناء التقاطعات، وبالإمكان اتخاذ الفترات التالية للتعداد:-

- تعداد في ساعات الازدحام.
- تعداد في ساعات مختلفة من اليوم.
- تعداد لفترة يوم كامل.
- تعداد لفترة أسبوع.
- تعداد لعدة أشهر.
- تعداد في أيام العطل.
- تعداد أثناء إغلاق بعض الشوارع.

3-7 السير الحالي والمستقبلي:-

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

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

3-8 عمر الطريق:-

إن جميع العوامل من زيادة حجم السكان وحجم السير تدل على انه لا يمكن تخطيط وتصميم الطريق بناء على حجم السير الحالي وإنما يتم التصميم بناءً على عمر مستقبلي للطريق مثلا 10 أو15 أو 20 عاما ليستوعب حجم المرور خلال هذه الفترة، وبعدها تصبح الطريق غير ملائمة وبحاجة إلى إعادة تأهيل.

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

3 9 تحليل المعلومات حول حجم السير:-

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

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

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

ويجب الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات المستخدم في التصميم وذلك بالتعويض عن أنواع المركبات بما يقابلها من مركبات صغيرة (عدد السيارات الصغيرة *1، عدد الحافلات *2.5 ،عدد الشحن*3)

- هذا وكان تعدادنا للطريق المنوي إعادة تأهيله كالتالي:-

سوف نعتمد فترة التصميم ل (20) سنة مقبلة.

اليوم	الفترة الزمنية		نوع المركبات		
	الزمن	عدد المركبات	سيارات صغيرة	باصات	شاحنات
السبت	7-10	70	68	0	2
	10-2	50	47	0	3
	2-5	40	38	0	2
	5-10	80	75	0	5
الأحد	7-10	70	60	2	8
	10-2	70	65	2	3

	2-5	60	57	0	3
	5-10	75	72	0	3
الاثنين	7-10	75	70	2	3
	10-2	50	46	2	2
	2-5	35	32	0	3
	5-10	66	64	0	2
الثلاثاء	7-10	68	64	2	2
	10-2	64	59	2	3
	2-5	37	35	0	2
	5-10	54	53	0	1
الأربعاء	7-10	62	58	2	2
	10-2	55	50	2	3
	2-5	43	41	0	2
	5-10	67	64	0	3
الخميس	7-10	62	58	2	2
	10-2	47	40	2	5
	2-5	37	35	0	2
	5-10	45	44	0	1
الجمعة	7-10	9	9	0	0
	10-2	33	33	0	0
	2-5	200	195	3	2
	5-10	159	155	2	2

✓ لمعرفة عدد المركبات في الساعة خلال اليوم يكون مجموع عدد المركبات خلال ساعات التعداد مقسوما على عدد ساعات التعداد، كما يوضح الجدول التالي عدد المركبات في الساعة:

متوسط عدد المركبات في اليوم			
الأيام	سيارة	باص	شحن
السبت	57	0	3
الاحد	64	1	4
الاثنين	53	1	5
الثلاثاء	53	1	2
الاربعاء	53	1	3
الخميس	44	1	2
الجمعة	98	2	1

جدول (3-1) متوسط عدد المركبات لكل يوم حسب النوع

متوسط عدد المركبات لكل يوم			
الأيام	سيارة	باص	شحن
السبت	%95	0 %	5 %
الاحد	92.3 %	1.5 %	6.2 %
الاثنين	93.8 %	1.7 %	4.4 %
الثلاثاء	94.6 %	1.8 %	3.6 %
الاربعاء	93.8 %	1.8 %	4.4 %
الخميس	92.7 %	2.1 %	5.2 %
الجمعة	97.7 %	1.2 %	1 %

جدول (3-2) نسبة المركبات حسب الأيام

3- 10 علامات المرور (Traffic Marking):-

يشمل علم الطرق هندسة الطرق وهندسة المرور. وعند تصميم الطرق وإنشائها وفتحها للسيارات 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.

وعلم المرور يتطرق إلى أمور عدة كالاتجاهات والمسارب و التقاطعات والانعطاف إلى اليمين أو اليسار والمسافات والوقوف وغير ذلك, وهذه الأمور لا تقل أهمية عن الطريق نفسه ولذلك يجب تنفيذها عند فتح الطريق.

3- 10- 1 أهداف علامات المرور:-

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

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

3-10-2 الشروط الواجب توفرها في العلامات:-

إن علامات المرور تنتظم حركة السير للسائق والمشاة وتنقل التعليمات لهم، هذا ويراعى في هذه العلامات مايلي :

1. أن يتمكن السائق من رؤيتها في كافة الظروف سواء كانت ليلا أو نهارا

2. أن تكون فيها الألوان منسجمة مع بعضها البعض و ملفتة للانتباه
3. أن تخدم الطريق أطول فترة ممكنة و تكون من مواد جيده مقاومة للعوامل البيئية.
4. أن يتمكن كافة مستخدميها من فهمها مع اختلاف مستواهم العلمي "سهلة الفهم".
5. أن تكون هذه العلامات مرئية وواضحة من مسافة كافية حتى تحمي مستخدميها.

11-3 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 أو قد تكون موضوعة على أماكن متغيرة المستوى كالموجودة لشد انتباه السائق على المطبات خوفا من المفاجئة .

- **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 حتى لا يفقد السائق السيطرة على المركبة نتيجة انتباهه لقراءة اللافتة ، 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, وممكن أن تستعمل بدلا من الكلمات .

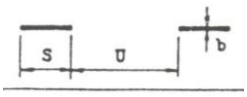
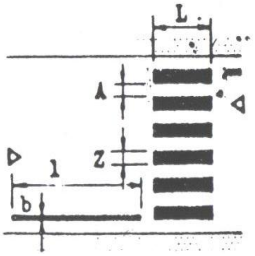
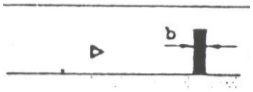
- **اللون :**

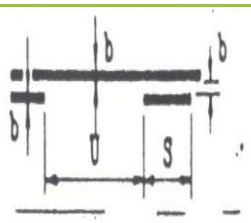
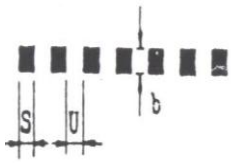
يستعمل اللون الأبيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الأصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات، إلا أنه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الطريق.

- **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 الركام و خاصة على الأكتاف لتأمين لون مخالف للون مسرب الطريق، و هذا ضروري في الليل لكي يبين حدود المسرب.

والجدول التالي يبين بعض علامات المرور على الطريق :

type	Marking	Thickness cm	Ratio s/v m	Application
Lane lines (white)		10-20	3/6 3/9 3/3	**- Between lanes of the same direction** **- at channelization**
Pedestrian crossing (white/black)		b= 10-20 I >=10m L=2.5m Z=50-70 A=Z or Z+20		**Pedestrian crossing are necessary at:** **- intersections.** **-near schools , shopping a.s.o.** **- in residential areas>** **- on streets with heavy traffic>**
Stop line (white)		>=30		**-stop streets.** **- light signals.** **- rails crossing>**

Double axial line (white)		10-20	3/6 3/9	**At inadequate sight distance for one direction at** **-curves.** **-crests & sags.**
Limitation line (white)		**30-50**	**0.3/0.3** **0.5/0.5**	**On secondary roads when meeting with main roads.**

جدول(3-4) بعض علامات المرور على الطريق[1]

3- 12 إشارات المرور:-

تستعمل الإشارات المرورية لتوصيل المعلومات للسائق و الراحل و تتألف من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الاثنان معا بحيث تكون المعلومات واضحة و تناسب حالة السير و نوع الطريق.

3- 12-1 مواصفات الإشارات:-

يجب أن يكون للإشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها فالإشارة يجب أن تكون واضحة للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة كما يجب أن تكون الكتابة على الإشارة واضحة ومفهومة للسائق لكي يتصرف طبقا للإشارة بدون أن ينصرف انتباهه عن الطريق.

وحتى يتحقق ذلك لابد من الانتباه إلى الأمور الرئيسية التالية في الإشارة :

[1] ملاحظات *(Traffic marking)*, مشاريع سابقة .

- **أبعاد الإشارة:-**

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

- **تباين الألوان في الإشارة:-**

من المهم جدا أن تكون الألوان في الإشارة متباينة , و ذلك لكي تكون مميزة بالنسبة للمنطقة المحيطة بها و كذلك كي تكون الكتابة أو أي رمز واضح و مميز بالنسبة للإشارة , و يتم الحفاظ على هذا العنصر باستخدام خصائص الألوان كأن تكون الكتاب على اللوحة فاتحة و خلفية للوحة بلون غامق على أن تختلف أيضا لون اللوحة عن البيئة المحيطة حتى تكون واضحة (التباين باستعمال ألوان مختلفة ذات لمعان مختلف).

- **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، والفراغات بين الكلمات والأسطر، وعرض الهامش، و يجب أن نختار الكتابة التي تناسب ذلك.

والجدول التالي يبين المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة:-

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

الجدول (3-5) المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة [2]

[2] Traffic engineering

3- 2-12 الرؤية في الليل:-

لأن الإشارة مهمة للسائق في الليل والنهار فإنه لا بد من تأمين الإضاءة أو جعلها عاكسة للأضواء بحيث يراها السائق ليلا نهارا وقد يستخدم أنواعاً من العواكس تثبت على الإسفلت ليستدل السائق بها للطريق تسمى عيون القط.

13-3 أنواع الإشارات:-

1 - **إشارات المنع:** والإشارات التي تأمر السائق بالعمل بها وإلا يعرض لعقوبة القانون وتتميز بالون الأحمر, على سبيل المثال ممنوع المرور، وتكون مستديرة الشكل كما هي موضحة في الأشكال التالية.

الإشارة:		
معنى الإشارة:	ممنوع الدوران والرجوع للخلف	ممنوع تجاوز الشاحنات

الشكل (3-1) إشارات المنع

2 - **إشارات التعليمات (التوجيه):** مثل مكان وقوف، استراحة، وتكون مربعة أو مستطيلة الشكل.

3 - **إشارات إرشادية**، يجب استعمالها على التقاطعات.

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

الإشارة					
معنى الإشارة	أحذر سلسلة منعطفات (ZIG-ZAG)	أمامك إشارة ضوئية	عبور مشاة	أولاد مدارس	الطريق سيضيق أمامك

الشكل (3-2) بعض إشارات التحذير

5 - **إشارات الأوامر:** على سبيل المثال (قف، هدئ السرعة، و غير ذلك) وتكون مستديرة الشكل أو مسدسة الشكل كما في المثال التالي :

الإشارة	**معنى الإشارة**
	لا يسمح مرور المشاة.
	سرعة خاصة. لا يجوز السير بسرعة تزيد عن السرعة المحددة على الإشارة.

6 - **إشارات الطوارئ:** توضع إشارات مؤقتة عند وقوع حوادث أو تعطل سيارات أو وجود ضباب وهذه الإشارات تكون متنقلة ويؤمن لها إضاءة كافية من بطاريات خاصة.

الفصل الرابع

4

المضلعات Traverse

4-1 المقدمة.

4-2 أنواع المضلعات .

4-3 القراءات .

4- 4 حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح:-

4-5 تصحيح الأخطاء للمضلع (Reduction of Errors) .

4-6 تصحيح الأخطاء في الإحداثيات.

4-7 النتائج

الفصل الرابع

المضلعات Traverse

4- 1مقدمة :-

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

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

ان الهدف الرئيسي من عمل المضلع هو في تعيين محطات جديدة للقيام بعملية الرفع او الرصد انطلاقاً من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو نقاط يتم وضعها بواسطة (GPS وهو من الأجهزة الحديثة وهو جهاز يستخدم لإيجاد إحداثيات نقطة ما) أو أي طريقة أخرى.

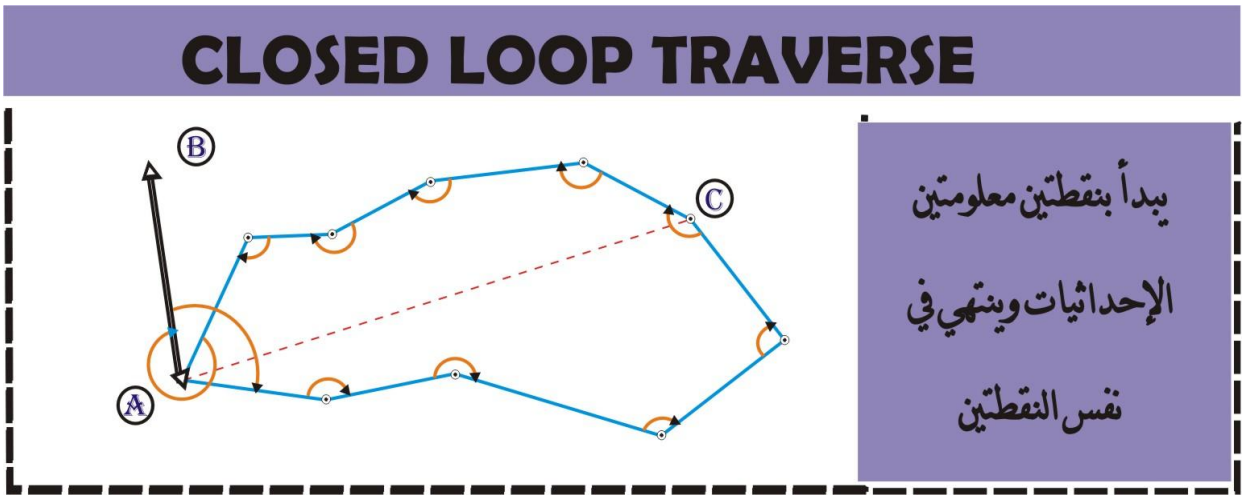
4-2 أنواع المضلعات (Types of Traverses)

4-2-1 المضلع المغلق (Closed Traverses):-

في هذا النوع من المضلعات ، يكون المضلع مغلقاً من حيث عدد الأضلاع أو الشكل الخارجي ، حيث يبدأ بنقطتين معلومتين الاحداثيات وينتهي بنقطتين معلومتين الاحداثيات

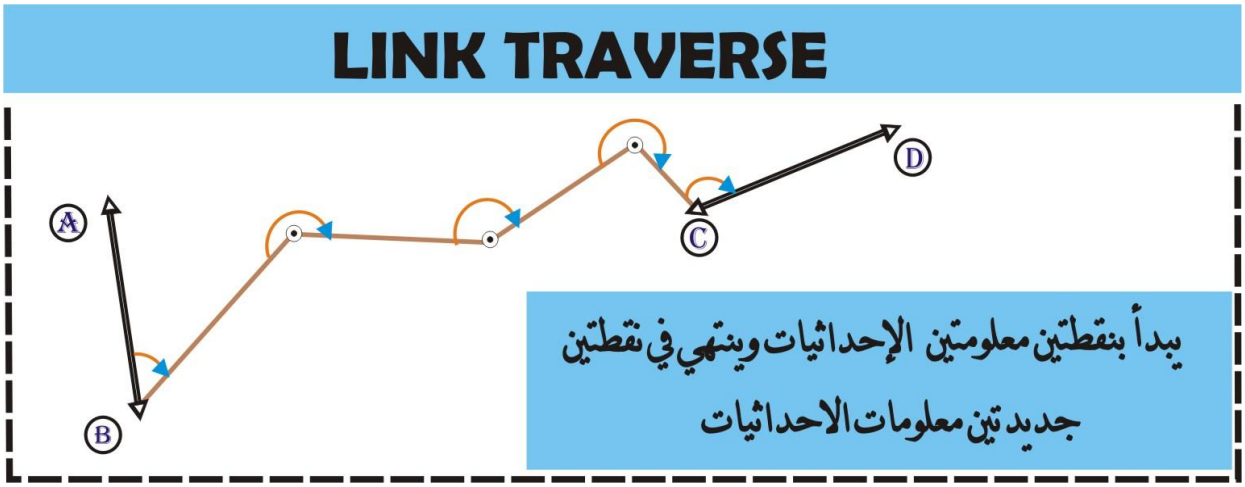
وهو نوعين :

1. اذا بدأ في نقطتين معلومتين الاحداثيات وعاد وانتهى بنفس النقطتين يسمى (closed loop traverse)



الشكل (4-1) closed loop traverse

2. اذا بدأ في نقطتين معلومتين الاحداثيات وعاد وانتهى بنقطتين جديدتين يسمى (Closed traverses or link traverses) وهذا النوع الذي قمنا باستخدامه في هذا المشروع .



الشكل (4-2) link traverse

4-2-2 المضلع المفتوح (Open Traverses) :

يطلق هذا الاسم على كل مضلع غير مغلق الشكل (أو الأضلاع) حيث يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بالغلق أو القفل على نقطتين أخريين غير معومتي الإحداثيات .

الشكل (4-3) open traverse

4-3القراءات:-

الجدول التالي يظهر القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الزاوية الأفقية و المسافة الأفقية لكل محطة:

From	To	H. angle			H. Distance
100	200	0	0	0	
100	1	201	20	23.7	**396.336**
1	100	0	0	0	
1	2	158	03	7.5	**166.7055**
2	1	0	0	0	
2	3	132	01	47.5	**599.1075**
3	2	0	0	0	
3	4	219	25	8.75	**431.948**
4	3	0	0	0	
4	300	198	14	20	**390.97**
300	4	0	0	0	
300	400	238	42	23	**230.88925**

جدول (4-1) القراءات التي تم رصدها في الميدان لحساب إحداثيات المحطات

4- 4 حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح:-

لقد تم حساب الإحداثيات غير المصححة عن طريق الحاسوب باستخدام برنامج(سيفل 2010) لذلك والجدول التالي يشمل هذه الإحداثيات:-

Station	Easting (m)	Northing (m)
1	157324.902742	106949.300163
2	157161.470958	106916.425005
3	156855.993871	106401.047914
4	156449.901433	106253.847350

جدول (4-2) الإحداثيات غير المصححة للمحطات في الميدان

لقد تم تصحيح المضلع بناءا على إحداثيات معلومة و صحيحة تم أخذها من GPS والجدول التالي يشمل هذه الإحداثيات :

Point	Easting (m)	Northing (m)
100	157750.766	106883.462
200	157714.508	106876.568
300	156059.223	106242.219
400	155933.598	106435.788

جدول (4-3) إحداثيات المعلومة (Trigs)

5-4 تصحيح الأخطاء للمضلع (Reduction of Error): -

الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة من نوع Total Station Leica (TC605) وقيم الأخطاء في هذا الجهاز هي كالتالي:

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

1-5-4 الأخطاء في المسافات Error in Angle:–

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....(4-1)}$$

حيث أن:

σ_D : الخطأ في المسافة المقاسة

σ_i : الخطأ في ضبط الجهاز

σ_t : الخطأ في وضعية العاكس

a,b : معاملات الجهاز

4-5-2 الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز (Instrument Centering Error):-

وهذا الخطأ يكون بالعادة ناتج عن الأسباب التالية:

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

4-5-3 أخطاء التوجيه (Target Centering):-

وهذه الأخطاء تكون ناجمة عن وضع العاكس بشكل غير قائم ويقدر هذا الخطأ بقيمة 2 ملم

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

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

مثال على تصحيح الأخطاء في المسافات:

المسافة المقاسه ما بين المحطة(1,2) =**166.7055** م

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

$$\sigma_D = \sqrt{(0.002)^2 + (0.002)^2 + (0.003)^2 + (166.7055 \times 0.000002)^2} = 0.004136m$$

والجدول التالي يشمل معدل المسافات المقروءة بين المحطات ومقدار الخطأ في كل مسافة:-

Line	Distance (m)	$\sigma_D(m)$
1-100	396.336	0.004198
1-2	166.7055	0.004136
2-3	599.1075	0.004293
3-4	431.948	0.004212
4-300	390.97	0.004196
300-400	230.889	0.004148

جدول (4-4) معدل المسافات المقروءة بين المحطات و مقدار الخطأ في كل مسافة

4-5-4 الأخطاء في قياس الزوايا :-

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

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

والخطأ الناتج عنهما من الممكن حسابه وفق العلاقة التالية:

$$\sigma_{\alpha pr} = \frac{2\sigma_{DIN}}{\sqrt{n}} \quad \text{.....(4-2)}$$

حيث أن:

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

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

n: عدد مرات التكرار

وقيمة هذا الخطأ تكون ثابتة تقريبا لجميع الزوايا وتساوي

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

6-4 تصحيح الأخطاء في الإحداثيات:-

هناك أكثر من طريقة لتصحيح إحداثيات المضلع منها :

Least Square Method .

Linear and Angular Misclosure Method.

لقد استخدمنا الطريقة الاولى في التصحيح و ذلك لانها ادق طريقة وتصحح كل احداثي حسب الخطأ الموجود فيه وكذلك تعطي معلومات عن مدى الدقة في المضلع .

هناك عدة انواع من المضلعات وقد تم استخدام المضع المتصل (Link Traverse) حيث انه انسب هذه الانواع بالنسبة للمشروع .

4-6-1 Least Square Method .

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

حيث أن:

Unknown matrix : X

Jacobean matrix :A

Observation matrix :L

Variance matrix : V

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 (احداثيات المحطات):

The Jacobean Matrix A:

$$A=\begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{10}} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{11}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{11}} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{14}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{14}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{10}} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{11}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{11}} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{14}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{14}} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx_{10}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy_{10}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx_{11}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy_{11}}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx_{13}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy_{14}}) \\ (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{10}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{10}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{11}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{11}}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{13}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{14}}) \\ & & & & & & \end{bmatrix}_{11*8}$$

Distance observation reduction:-

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad \text{..... (4-3)}$$

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:-

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

$$\theta = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \quad \text{..... (4-4)}$$

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:

$$L = \begin{bmatrix} F_{10} - F_{10a} \\ F_{11} - F_{11a} \\ F_{12} - F_{12a} \\ F_{13} - F_{13a} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{\theta 6} - F_{\theta 6a} \end{bmatrix}_{11*1}$$

The Unknowns Matrix X:

$$X = \begin{bmatrix} dx_{10} \\ dy_{10} \\ dx_{11} \\ dy_{11} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{14} \\ dy_{14} \end{bmatrix}_{8*1}$$

The Variance Matrix V:

$$V = \begin{bmatrix} V_{10} \\ V_{11} \\ V_{12} \\ \vdots \\ \\ \\ \\ V_{13} \\ V_{14} \end{bmatrix}_{11*1}$$

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

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

وبعد إجراء العمليات الحسابية حسب العلاقة الرئيسية باستخدام برنامج ال (Civil 3d 2010) تم الحصول على الإحداثيات المصححة التي تظهر في الجدول التالي :

Station	Easting (m)	Northing (m)	StdDevNth	StdDevEst
1	157324.9063	106949.2942	0.1567340298	0.0580820137
2	157161.4822	106916.4043	0.1806617216	0.0718311495
3	156856.0894	106400.9814	0.1762782559	0.075113285
4	156450.0185	106253.7358	0.1184846856	0.0564300196

جدول (4-5) الإحداثيات المصححة للمحطات في الميدان

الانحراف المعياري:

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

Relative error ellipse

في هذا النوع من التصحيح يلزم الأمور التالية:

- إحداثيات النقاط التي تصل الخط , فمثلا إذا كان لدينا الخط الذي يصل بين النقطتين 1و 2 نحتاج الى احداثياته:

$(E_2, N2), (E_1, N_1)$

حيث أن طريقة التعامل كانت E=X و N=Y

$$\Delta x = x_2 - x_1$$
$$\Delta y = y_2 - y_1 \text{.....} 4-5$$

- كذلك يجب أن تتوفر لدينا (Qxx) covariance matrix .

طريقة الحل باستخدام relative error ellipse حيث أن الخطأ في النقاط يكون على شكل ellipse وبذلك نعتمد على المعادلات التالية تبين طريقة الحل:

$$\sum_{\Delta x \Delta y} = F \sum_{xx} F^T \text{.....} (4-6)$$

$$\sum_{\Delta x \Delta y} = \begin{bmatrix} s^2{}_{\Delta x} & s_{\Delta x \Delta y} \\ s_{\Delta x \Delta y} & s^2{}_{\Delta y} \end{bmatrix} \text{.....} (4-7)$$

$$\Delta_x = x_2 - x_1$$
$$\Delta_y = y_2 - y_1 \text{.....} (4-8)$$

$$\begin{bmatrix} s^2{}_{\Delta x} & s_{\Delta x\Delta y} \\ s_{\Delta x\Delta y} & s^2{}_{\Delta y} \end{bmatrix} = So^2 \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times Q_{xx} \times \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\tan(2t) = \frac{2q_{\Delta x\Delta y}}{q_{\Delta y} - q_{\Delta x}} \text{.....} (4-9)$$

$$q_{\Delta u} = q_{\Delta x} \sin^2(t) + 2q_{\Delta x\Delta y} \cos(t)\sin(t) + q_{\Delta y} \cos^2(t)$$
$$q_{\Delta v} = q_{\Delta x} \cos^2(t) - 2q_{\Delta x\Delta y} \cos(t)\sin(t) + q_{\Delta y} \sin^2(t) \text{.....} (4-10)$$

$$S_u = S_\circ \sqrt{q_{\Delta u}}$$
$$S_v = S_\circ \sqrt{q_{\Delta v}} \text{.....} (4-11)$$

$$relative\ accuracy = \frac{S_{u(\max)}}{D_i} \text{.....} (4-12)$$

حيث ان:

Di : هي طول الخط الذي توجد عنده Su(max)

7-4 النتائج:-

بعد إدخال القراءات التي تم رصدها إلى برنامج (Civil 3d 2010) ظهرت النتائج التالية :-

Angular error	**-0-00-10.7**
Angular error/se	**-0-00-01.8 Under**
Error North	**-0.1273**
Error East	**0.1224**
Absolute error	**0.1766**
Error Direction	**S 43-52-32.6 E**
Perimeter	**1985.0670**
Precision	**1 in 11243.4885**
Number of sides	**5**

جدول (6-4) نتائج civil 3d

Semi-Axes are at 95% Confidence Level

Point#	Semi-Major Axis	Semi-Minor Axis	Axis Azimuth
1	**0.1575775082**	**0.0557569850**	6-20-16.3
2	**0.1806660920**	**0.0718224088**	179-33-16.0
3	**0.1768026984**	**0.0738764755**	175-08-57.3
4	0.1184890560	0.0564256492	179-37-29.1

جدول (7-4)Semi-Axes

جدول (4-8) أطوال الخطوط التي تربط كل محطتين والزوايا المحصورة بينها.

Type	Pnt1	Pnt2	Pnt3	Measured	StdDev	Adjusted	Resid
DIST	100	1		396.336	0.052	396.331	-0.005
ANG	200	100	1	201-20-23.7	0.960	201-20-20.9966	-2.703
DIST	1	2		166.7055	0.064	166.701	-0.005
ANG	100	1	2	158-03-7.5	0.348	158-02-50.4674	-17.033
DIST	4	300		390.97	0.063	390.965	-0.005
ANG	3	4	300	198-14-20	0.304	198-14-35.3707	15.371
DIST	3	4		431.948	0.070	431.943	-0.005
ANG	2	3	4	219-25-8.75	0.139	219-25-18.1068	9.307
ANG	4	300	400	238-42-23	0.592	238-42-16.9826	-6.020
DIST	2	3		599.1075	0.048	599.104	-0.004
ANG	1	2	3	132-01-47.5	0.359	132-01-34.2051	-13.295

الفصل الخامس

5

حساب المساحات والحجوم

1-5 المساحات.

1-1-5 طريقة الإحداثيات

2-5 حساب الحجوم والكميات.

1-2-5 حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي

1-1-2-5 المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل أو ردم كامل

2-1-2-5 المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس)

3-1-2-5 المقطع الأول ردم والأخر مختلط (أو العكس)

4-1-2-5 المقطعان مختلطان

3-5 التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم.

1-3-5 خواص منحنى الحجوم

الفصل الخامس

حساب المساحات والحجوم

1-5 المساحات:

إن حساب المساحات سواء كانت في المستوى الأفقي أو في المستوى الراسي يعد من أهم الأعمال المساحية في هندسة الطرق, وذلك من اجل حساب الكميات للحفر والردم بين مقطعين بالأول ومن ثم حساب كميات الحفر والردم لكل المشروع.

هناك مجموعة من الطرق التي يتم من خلالها حساب مساحة المقاطع العرضية منها :

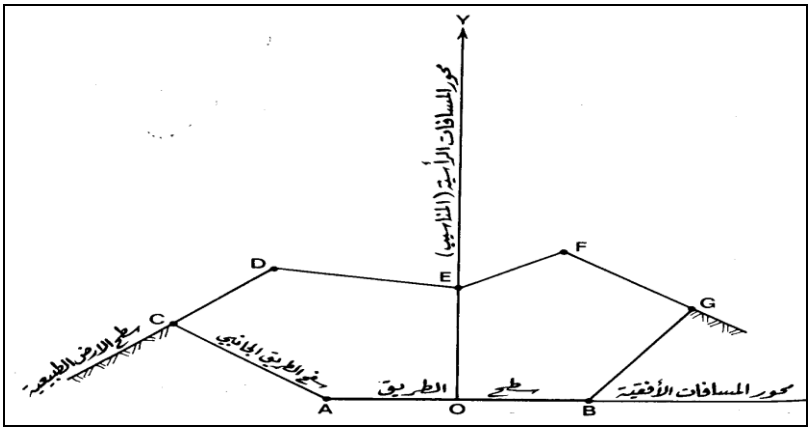
1 - طريقة الإحداثيات.

2 - طريقة تقسيم المقطع إلى أشكال هندسية منتظمة.

1-1-5 طريقة الإحداثيات:

وهي الطريقة التي تم استخدامها في المشروع، حيث أن هذه الطريقة الأكثر تمشيا مع الأجهزة الالكترونية الحديثة في هذه الأيام، وهذه الطريقة تقوم على اعتبار مساحات المقاطع العرضية مضلعات مغلقة.

لحساب مساحة المقطع العرضي المبين في الشكل التالي :



الشكل (5-1) مقطع عرضي

يتم اختيار نظام إحداثيات معين مركزه النقطة O حيث محور السينات يمثل المسافات الأفقية و محور الصادات يمثل مناسيب النقاط (أي أعماق الحفر و الردم) و بمعلومية المسافات الأفقية و المناسيب المتعلقة بالنقاط C,D,E,F,G و بمعرفة عرض الطريق AB الخاص بهذا المقطع يمكن تعيين إحداثيات جميع نقاط المقطع العرضي .

يتم ترتيب الإحداثيات الخاصة بالنقاط على شكل كسور بحيث يكون البسط يمثل الاحداثي الصادي و المقام يمثل الاحداثي السيني و نرتبها في جدول على الشكل التالي:

جدول (5-1): حساب المساحة بطريقة الإحداثيات

Point NO.	A	C	D	E	F	G	B	A
Y	y_A	y_C	y_D	y_E	y_F	y_G	y_B	y_A
X	$-x_A$	$-x_C$	$-x_D$	x_E	x_F	x_G	x_B	$-x_A$

- ملاحظة : الإحداثي السيني يكون موجبا لكل نقطة واقعة على يمين محور الصادات وسالبا لكل نقطة واقعة على يسار محور الصادات.

الآن يتم ضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل خط قطري متصل، وتجمع النواتج وليكن مجموع هذه المضاريب مساويا $\sum 1$ ، وكذلك نضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل سهم ونجمع النواتج وليكن مجموع هذه المضاريب مساويا $\sum 2$.

❖ لحساب المساحة نطبق العلاقة التالية:

$$Area = \frac{\left|\sum 1 - \sum 2\right|}{2} \quad \text{.....5.1}$$

2-5 حساب الحجوم والكميات:-

في مشاريع الطرق وبعد الوصول إلى المسارين النهائيين (الأفقي والرأسي) لا بد وأن ينتج لدينا كميات حفر وردم للوصول إلى منسوب معين(وهو هنا منسوب سطح الطريق المخصص للمركبات), وذلك لدارسة التكلفة وتسهيل طرح العطاءات.

بعد الحصول على المعلومات اللازمة من الحقل لكافة المقاطع العرضية حتى نتمكن من حساب مساحاتها نستطيع حساب كميات و أحجام الردم والحفر اللازمة بعدة طرق ولكنها طبعا على درجات مختلفة من الدقة وسنستعرض فيما يلي الطريقة التي سيتم استخدامها في حساب الحجوم والكميات وهي طريقة المقطع الوسطي.

1-2-5 حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي

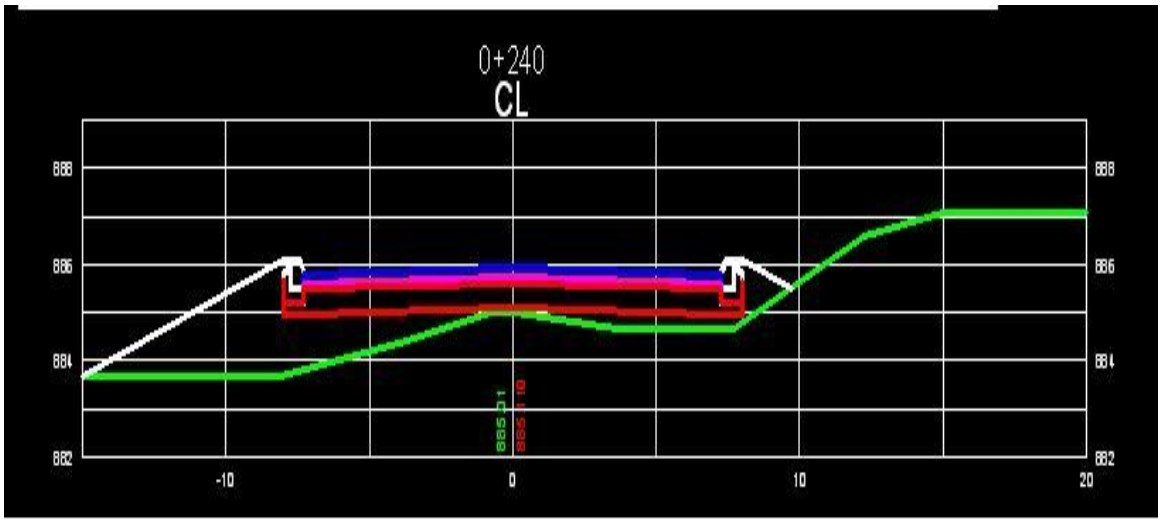
هذه الطريقة تتطلب أن يكون ميل سطح الأرض منتظما بين كل مقطعين متتاليين، ولذلك قمنا بأخذ مقاطع عرضية عند كل تغير رأسي في سطح الأرض المكونة للطريق، مع الأخذ بعين الاعتبار التغيرات الأفقية في الطريق، في هذه الطريقة يتم اخذ معدل مساحتي هذين المقطعين وتضرب في المسافة بين كل مقطعين.

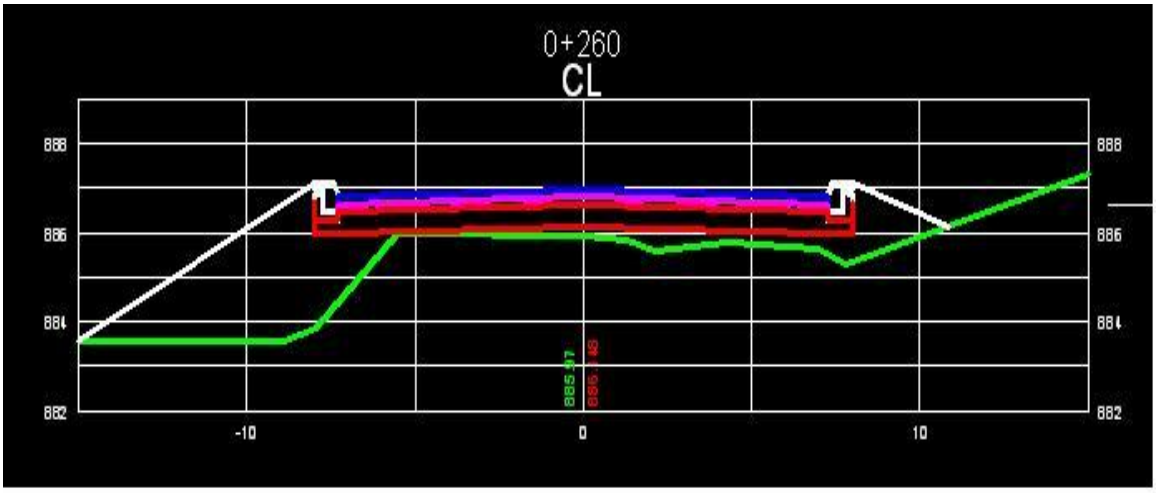
❖ **الحالات التي ممكن أن يتواجد فيها المقطعين العرضيين المتتاليين:**

1-1-2-5 المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل أو ردم كامل:

إن ما ينطبق على المقطعين اللذين يقعان في منطقة حفر كامل ينطبق على تلك المقاطع التي تكون في منطقة ردم كامل لهذا سنكتفي بذكر مثال عن المقاطع التي تقع في منطقة حفر كامل، في هذه الحالة تحسب الحجوم على القانون التالي:

$$V = D\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \quad \text{.....5.2}$$





الشكل (5-2): المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة ردم كامل

- المسافة بين المقطعين = 20 م
- مساحة الردم في المقطع الأول (Station 0+240) (A1)=18.502 m²
- مساحة الردم في المقطع الثاني (Station 0+260) (A2)= 30.453 m^2

$$V = D\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \quad \Rightarrow \quad V = 20\left(\frac{18.502 + 30.453}{2}\right)$$

$$V = 20 * 24.4775$$

$$V = 489.55\ m^3$$

5-1-2-2 المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس):

يتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

❖ الردم حسب القانون التالي:

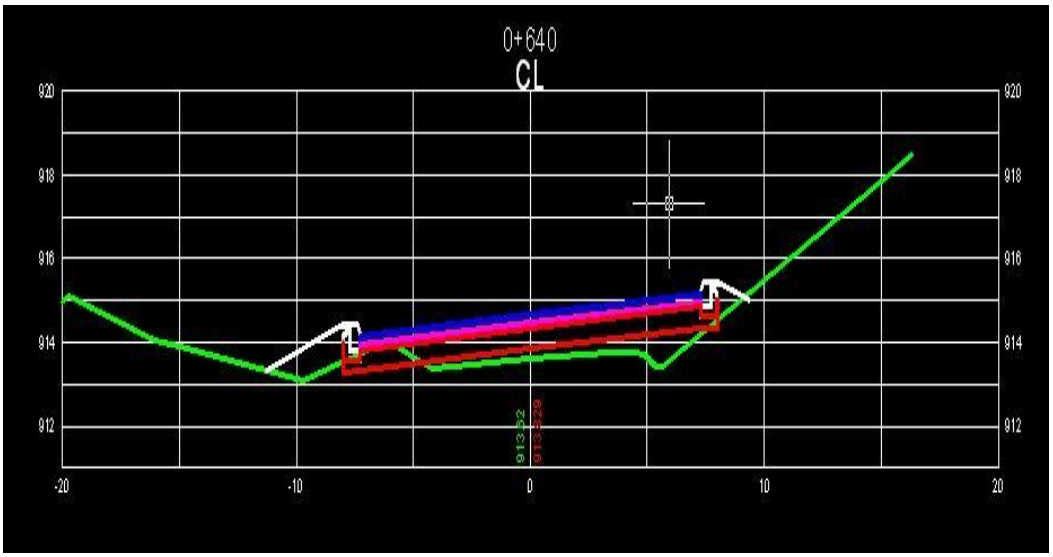
$$V_{fill} = \frac{1}{3}(F_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....5.3}$$

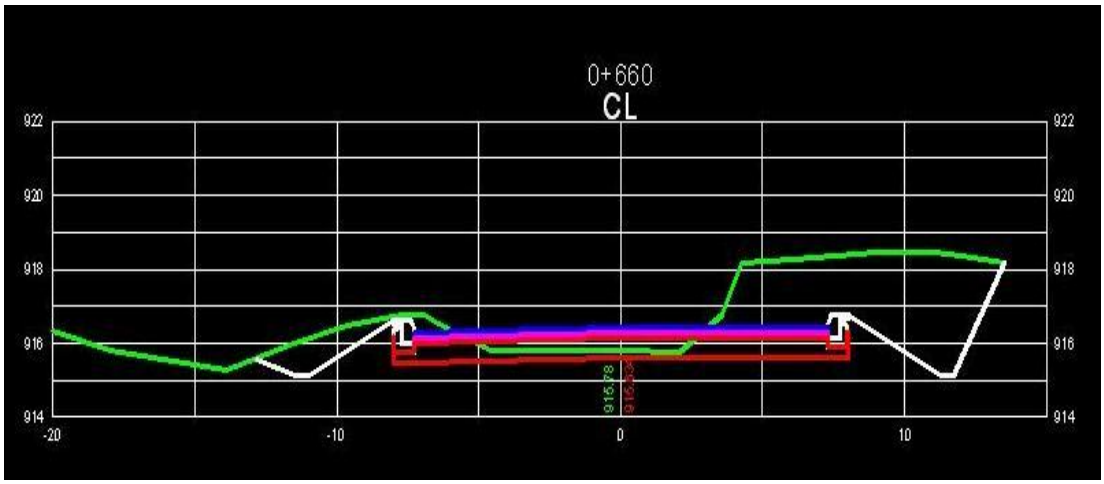
❖ أما الحفر فعلى القانون التالي:

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....5.4}$$

حيث:

- (F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط.
- (C_{i+1}) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط.
- (C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في مقطع الحفر الكلي.
- (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.





الشكل (5-3): المقطع الأول مختلط والآخر حفر

- مساحة الردم في المقطع المختلط (Station 0+640) (F_{i+1}) = 10.660 m^2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط (Station 0+640) (C_{i+1}) = 1.172 m^2
- مساحة الحفر في مقطع الحفر الكلي (Station 0+660) (C_i) = 69.455 m^2
- المسافة بين المقطعين (D) = 20 m

❖ حجم الردم:

$$V_{fill} = 164.321 m^3$$

❖ حجم الحفر:

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(1.172 + 69.455) \times (20)$$

$$V_{cutl} = 706.27 m^3$$

3-1-2-5 المقطع الأول ردم والأخر مختلط (أو العكس):

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

❖ الحفر حسب القانون التالي:

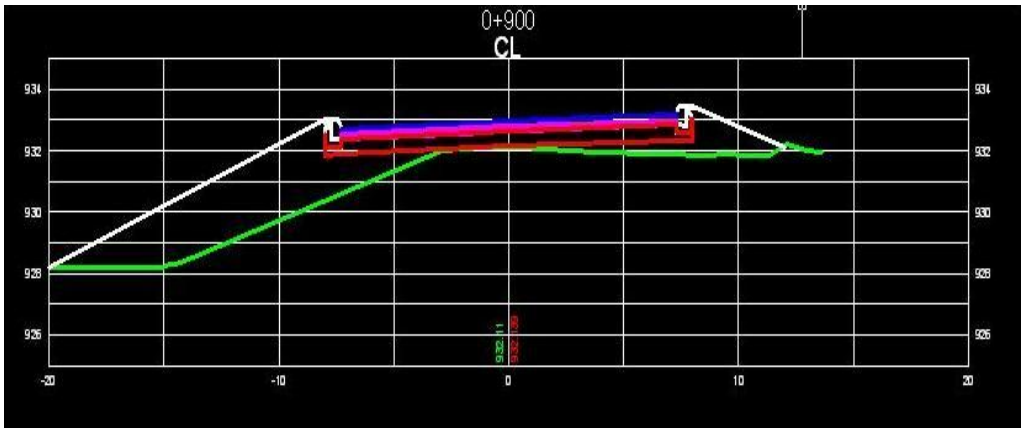
$$V_{cut} = \frac{1}{3}(C_i) \times (D) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 5.5$$

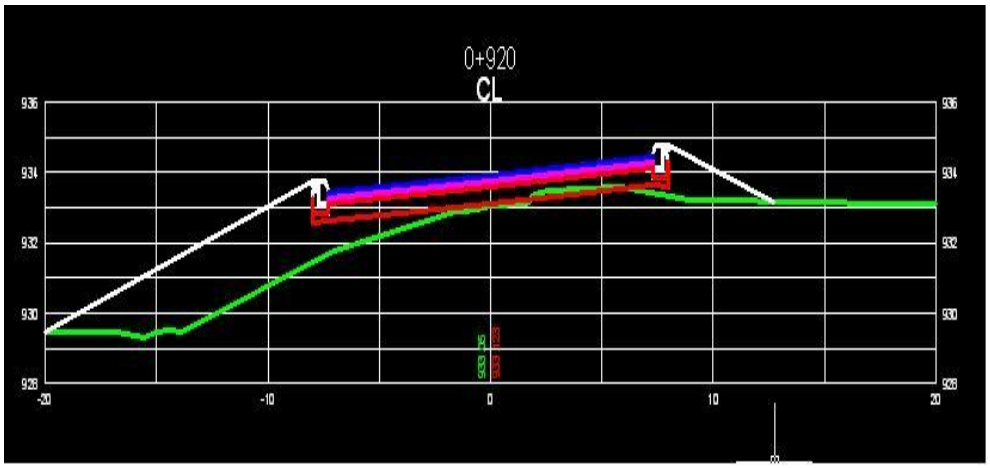
❖ أما الردم فعلى القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1}) \times (D) \text{.....5.6}$$

حيث:

- (F_i) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط.
- (C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط.
- (F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في مقطع الردم الكامل.
- (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.





الشكل (5-4): المقطع الأول ردم والثاني مختلط

- مساحة الردم في المقطع المختلط (Station 0+900) (F_i) = 18.930 m^2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط (Station 0+920) (C_i) = 3.283 m^2

- مساحة الردم في مقطع الردم الكامل(Station 0+900) (F_{i+1}) = 20.673 m^2
- (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 20 m

❖ الحفر:

$$V_{cut} = 61.710 m^3$$

❖ أما الردم:

$$V_{fill} = 658.461 m^3$$

4-1-2-5 المقطعان مختلطان:

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

❖ الحفر حسب القانون التالي:

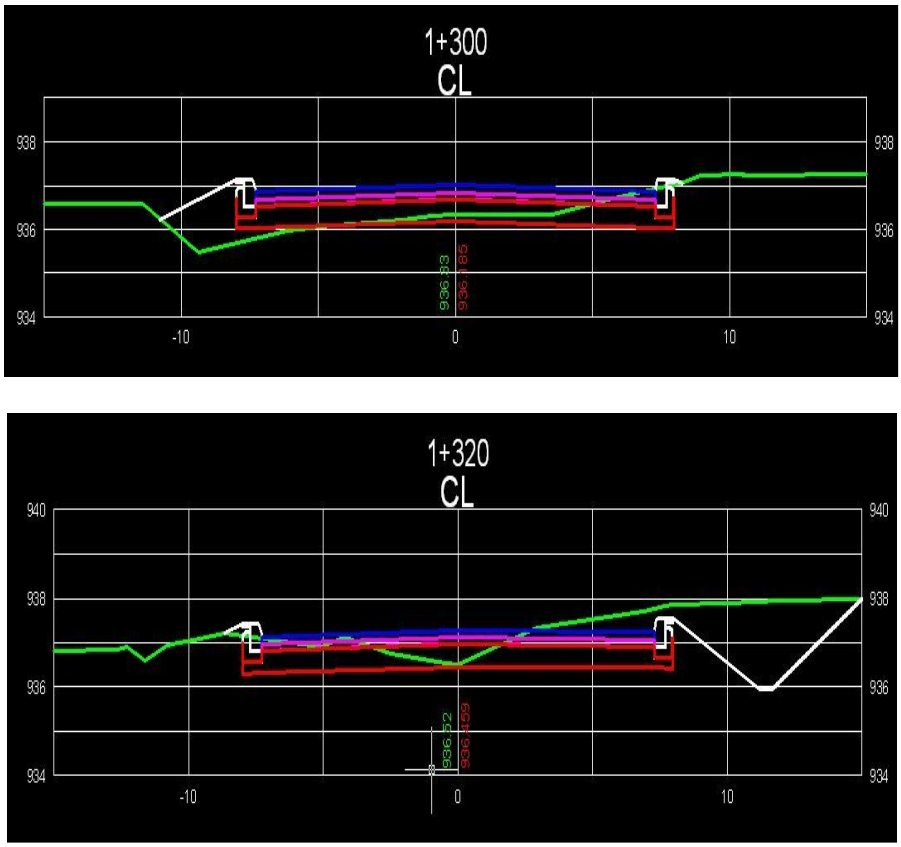
$$V_{cut} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....5.7}$$

❖ أما الردم فعلى القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....5.8}$$

حيث:

- (F_i) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الأول.
- (C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط الأول.
- (F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني.
- (C_{i+1}) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط الثاني.
- (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.



الشكل (5-5): المقطعان مختلطان

- مساحة الردم في المقطع المختلط الأول (Station 1+300) (F_i) = 3.224 m^2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط الأول (Station 1+300) (C_i) = 3.801 m^2
- مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني(Station 1+320) (F_{i+1}) = 0.092 m^2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط الثاني(Station 1+320) (C_{i+1}) = 20.419 m^2

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 20 m

وعليه فإن

❖ الحفر يساوي :

$$V_{cut} = \frac{1}{2}((3.801)+(20.419))\times(20) = 242.20m^3$$

❖ أما الردم فيساوي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(3.224 + 0.092) \times (20) = 33.16m^3$$

❖ وبنفس الطريقة تم إيجاد باقي المساحات والحجوم كما في كما في الجدول التالي :

جدول (5-2) كميات الحفر والردم

Station	Cut Area (m2)	Fill Area (m2)	Cut Volume (m3)	Fill Volume (m3)	Cut Total Volume (m3)	Fill Total Volume (m3)
0+000	1.259	3.179	352.970	31.786	352.970	31.786
0+020	34.038	0.000	919.587	0.000	1272.557	31.786
0+040	57.921	0.000	1074.463	0.000	2347.020	31.786
0+060	49.526	0.000	910.575	0.000	3257.595	31.786
0+080	41.532	0.000	910.612	0.000	4168.207	31.786
0+100	49.529	0.000	1108.201	0.000	5276.408	31.786
0+120	61.291	0.000	1333.221	0.000	6609.630	31.786
0+140	72.031	0.000	1572.802	0.000	8182.431	31.786
0+160	85.249	0.000	1514.695	0.000	9697.127	31.786
0+180	66.221	0.000	899.331	661.284	10596.458	693.070
0+200	23.713	66.128	488.492	664.739	11084.950	1357.809
0+220	25.137	0.346	251.367	188.473	11336.317	1546.281
0+240	0.000	18.502	0.000	489.552	11336.317	2035.833
0+260	0.000	30.453	227.391	478.304	11563.708	2514.136
0+280	22.739	17.377	552.448	184.830	12116.156	2698.967
0+300	32.506	1.106	459.505	107.652	12575.661	2806.619
0+320	13.445	9.659	316.709	105.452	12892.370	2912.071
0+340	18.226	0.886	522.532	8.861	13414.902	2920.932
0+360	34.027	0.000	606.090	1.384	14020.992	2922.316
0+380	26.582	0.138	417.082	7.272	14438.074	2929.589
0+400	15.126	0.589	247.202	13.165	14685.276	2942.754
0+420	9.594	0.728	111.865	37.256	14797.141	2980.010
0+440	1.593	2.998	15.926	243.377	14813.068	3223.386
0+460	0.000	21.340	0.000	478.792	14813.068	3702.179
0+480	0.000	26.539	0.000	633.286	14813.068	4335.465
0+500	0.000	36.789	0.000	860.955	14813.068	5196.419
0+520	0.000	49.306	0.000	827.073	14813.068	6023.492
0+540	0.000	33.401	16.255	498.719	14829.322	6522.211

0+560	1.625	16.471	249.422	322.458	15078.745	6844.670
0+580	23.317	15.775	303.343	273.456	15382.088	7118.125
0+600	7.018	11.571	70.175	329.859	15452.263	7447.985
0+620	0.000	21.415	11.723	320.755	15463.986	7768.740
0+640	1.172	10.660	706.273	106.602	16170.259	7875.342
0+660	69.455	0.000	769.207	164.321	16939.466	8039.663
0+680	7.466	16.432	2.315	276.230	17021.781	8315.893
0+700	0.766	11.191	188.327	210.616	17210.108	8526.509
0+720	18.067	9.871	313.918	320.322	17524.026	8846.831
0+740	13.325	22.161	133.249	221.615	17657.274	9068.446
0+760	0.000	0.000	105.548	160.983	17762.822	9229.429
0+780	10.555	16.098	200.026	188.888	17962.848	9418.317
0+800	9.448	2.790	144.668	61.875	18107.516	9480.192
0+820	5.019	3.397	99.413	63.954	18206.929	9544.146
0+840	4.922	2.998	93.435	117.325	18300.363	9661.472
0+860	4.421	8.734	71.546	222.693	18371.910	9884.164
0+880	2.733	13.535	27.334	342.082	18399.244	10226.246
0+900	0.000	20.673	32.832	396.027	18432.076	10622.274
0+920	3.283	18.930	61.710	658.461	18493.786	11280.735
0+940	2.888	46.916	82.817	663.610	18576.603	11944.344
0+960	5.394	19.445	120.868	372.825	18697.471	12317.170
0+980	6.693	17.838	160.814	320.996	18858.285	12638.166
1+000	9.388	14.262	198.435	236.879	19056.720	12875.045
1+020	10.455	9.426	189.156	215.252	19245.876	13090.297
1+040	8.460	12.099	98.292	187.343	19344.168	13277.640
1+060	1.369	6.635	124.439	165.548	19468.606	13443.188
1+080	11.075	9.919	342.892	147.845	19811.498	13591.034
1+100	23.214	4.865	393.566	78.073	20205.064	13669.107
1+120	22.466	0.276	452.622	35.324	21043.773	13736.610
1+160	22.796	3.257	230.154	189.347	21273.927	13925.957
1+180	0.219	15.678	2.198	495.725	21276.125	14421.681
1+200	0.000	33.894	0.005	715.783	21276.130	15137.465
1+220	0.000	37.684	0.000	756.10	21276.130	15893.568
1+240	0.000	37.926	0.000	652.724	21276.130	16546.292
1+260	0.000	27.346	0.000	460.926	21276.130	17007.217
1+280	0.000	18.747	38.011	219.709	21314.140	17226.927
1+300	3.801	3.224	242.201	33.161	21556.342	17260.088
1+320	20.419	0.092	416.345	1.004	21972.687	17261.092
1+340	21.215	0.009	513.387	11.533	22486.074	17272.626

1+360	30.123	1.145	582.382	20.954	23068.456	17293.580
1+380	28.115	0.951	693.660	11.062	23762.116	17304.641
1+400	41.251	0.156	861.527	11.571	24623.643	17316.212
1+420	44.902	1.001	835.595	17.127	25459.238	17333.339
1+440	38.658	0.711	844.384	7.113	26303.622	17340.452
1+460	45.781	0.000	956.844	0.000	27260.465	17340.452
1+480	49.904	0.000	696.902	9.187	27957.367	17349.639
1+500	19.786	0.919	231.992	93.102	28189.360	17442.742
1+520	3.413	8.392	40.639	162.679	28229.998	17605.421
1+540	0.651	7.876	237.423	169.996	28467.421	17775.417
1+560	23.091	9.123	678.156	160.241	29145.578	17935.658
1+580	44.724	6.901	824.806	266.377	29970.384	18202.035
1+600	37.756	19.737	810.850	380.606	30781.234	18582.641
1+620	43.329	18.324	434.142	340.506	31215.376	18923.147
1+640	0.086	15.727	150.072	303.919	31365.448	19227.066
1+660	14.922	14.665	149.219	257.358	31514.667	19484.423
1+680	0.000	11.071	511.020	149.654	32025.687	19634.078
1+700	51.102	3.895	635.906	77.124	32661.593	19711.202
1+720	12.489	3.818	631.766	38.178	33293.359	19749.379
1+740	50.688	0.000	819.887	57.018	34113.246	19806.397
1+760	31.301	5.702	534.579	116.113	34647.825	19922.510
1+780	22.157	5.910	325.631	83.024	34973.456	20005.535
1+800	10.406	2.393	111.486	93.348	35084.942	20098.883
1+820	0.742	6.942	8.960	220.904	35093.902	20319.787
1+840	0.153	15.148	1.535	292.563	35095.436	20612.350
1+860	0.000	14.108	95.252	240.671	35190.689	20853.021
1+880	9.525	9.959	173.976	194.136	35364.665	21047.157
1+900	7.872	9.454	467.026	181.386	35831.691	21228.543
1+920	38.830	8.684	616.669	237.360	36448.361	21465.903
1+940	22.837	15.052	255.623	357.646	36703.984	21823.549
1+960	2.726	20.713	27.256	536.509	36731.240	22360.058
1+980	0.000	32.938	0.000	887.958	36731.240	23248.016
2+000	0.000	55.858	0.000	1121.085	36731.240	24369.101
2+020	0.000	56.251	20.360	1065.943	36751.600	25435.044
2+040	2.036	50.344	26.632	913.901	36778.232	26348.945
2+060	0.627	41.047	6.273	762.823	36784.505	27111.768
2+080	0.000	35.236	3.370	457.692	36787.875	27569.460
2+100	0.337	10.533	205.495	108.791	36993.371	27678.251
2+120	20.213	0.346	378.499	9.346	37371.870	27687.597

2+140	17.637	0.589	238.624	24.403	37610.493	27711.999
2+160	6.225	1.851	63.644	119.270	37674.138	27831.269
2+180	0.139	10.076	1.433	211.287	37675.570	28042.557
2+200	0.004	11.053	21.648	253.757	37697.218	28296.314
2+220	2.161	14.323	23.977	237.172	37721.195	28533.486
2+240	0.237	9.395	2.432	249.426	37723.627	28782.912
2+260	0.006	15.548	7.144	245.384	37730.771	29028.296
2+280	0.708	8.990	62.347	49.703	37793.117	29178.000
2+300	5.527	5.980	67.261	134.312	37860.379	29312.311
2+320	1.199	7.451	125.936	77.088	37986.314	29389.399
2+340	11.394	0.258	248.472	13.029	38234.787	29402.428
2+360	13.453	1.045	278.893	11.463	38513.679	29413.891
2+380	14.436	0.101	114.581	3.879	38628.261	29417.769

3-5 التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم:

منحنى الحجوم هو عبارة عن تمثيل بياني لكميات الحفر والردم اللازمة لمشروع ما، لعمل هذا المنحنى نرسم خطا أفقيا مستقيما (محور السينات)، ونحدد عليه بمقياس مناسب مواقع المقاطع العرضية المتتالية والمتباعدة عن بعضها بمسافات معلومة مبتدئين بالمقطع الخاص بنقطة بداية المشروع، عند كل نقطة ممثلة لموقع مقطع عرضي معين نقيم عمودا وفق مقياس معين، يمثل المجموع الجبري لكميات الحفر والردم حتى ذلك المقطع، وذلك على أساس اعتبار أن الحفر موجبا والردم سالبا.

والجدول التالي يبين الحسابات اللازمة لعمل منحنى الحجوم الكمي :

جدول (5-3) الحسابات اللازمة لعمل منحنى الحجوم الكمي

رقم المقطع	المحطة أو التدريج (m)	حجم الحفر بين كل مقطعين متتالين (m3)	حجم الردم بين كل مقطعين متتاليين (m3)	المجموع الجبري للحفر والردم بين كل مقطعين متتاليين للحفر + ، للردم - (m3)	المجموع الجبري للحفر والردم لغاية المقطع المعتبر، أي مجموع الحفر - مجموع الردم لغاية المقطع المعتبر (m3)
1	0+000				
		352.970	31.786	321.190	
2	0+020				321.190
		919.587	0.000	919.587	
3	0+040				1240.777
		1074.463	0.000	1074.463	
4	0+060				2315.240
		910.575	0.000	910.575	
5	0+080				3225.815
		910.612	0.000	910.612	
6	0+100				4136.427
		1108.201	0.000	1108.201	
7	0+120				5244.628
		1333.221	0.000	1333.221	
8	0+140				6577.849
		1572.802	0.000	1572.802	
9	0+160				8150.651
		1514.695	0.000	1514.695	
10	0+180				9665.346
		899.331	661.284	238.047	
11	0+200				9903.393
		488.492	664.739	-176.247	
12	0+220				9727.146
		251.367	188.473	62.894	
13	0+240				9790.04
		0.000	489.552	-489.552	
14	0+260				9300.488
		227.391	478.304	-251.161	
15	0+280				9049.327
		552.448	184.830	367.618	
16	0+300				9416.945

		459.505	107.652	351.853	
17	0+320				9768.798
		316.709	105.452	211.257	
18	0+340				9980.055
		522.532	8.861	513.671	
19	0+360				10493.726
		606.090	1.384	604.706	
20	0+380				11098.432
		417.082	7.272	409.810	
21	0+400				11508.242
		247.202	13.165	234.037	
22	0+420				11742.279
		111.865	37.256	74.609	
23	0+440				11816.888
		15.926	243.377	-227.451	
24	0+460				11589.437
		0.000	478.792	-478.792	
25	0+480				11110.645
		0.000	633.286	-633.286	
26	0+500				10477.359
		0.000	860.955	-860.955	
27	0+520				9616.404
		0.000	827.073	-827.073	
28	0+540				8789.331
		16.255	498.719	-482.464	
29	0+560				8306.867
		249.422	322.458	-73.036	
30	0+580				8233.831
		303.343	273.456	29.887	
31	0+600				8263.718
		70.175	329.859	-259.684	
32	0+620				8004.034
		11.723	320.755	-309.032	
33	0+640				7695.002
		706.273	106.602	599.671	
34	0+660				8294.673
		769.207	164.321	604.886	
35	0+680				8899.559
		2.315	276.230	-273.915	
36	0+700				8625.644

		188.327	210.616	-22.289	
37	0+720				8603.355
		313.918	320.322	-6.404	
38	0+740				8596.951
		133.249	221.615	-88.366	
39	0+760				8508.585
		105.548	160.983	-55.435	
40	0+780				8453.15
		200.026	188.888	11.138	
41	0+800				8464.288
		144.668	61.875	82.793	
42	0+820				8547.081
		99.413	63.954	35.459	
43	0+840				8582.54
		93.435	117.325	-23.890	
44	0+860				8558.65
		71.546	222.693	-151.147	
45	0+880				8407.503
		27.334	342.082	-314.748	
46	0+900				8092.755
		32.832	396.027	-363.195	
47	0+920				7729.56
		61.710	658.461	-596.751	
48	0+940				7132.809
		82.817	663.610	-580.793	
49	0+960				6552.016
		120.868	372.825	-251.957	
50	0+980				6300.059
		160.814	320.996	-160.182	
51	1+000				6139.877
		198.435	236.879	-38.444	
52	1+020				6101.433
		189.156	215.252	-26.096	
53	1+040				6075.337
		98.292	187.343	-89.051	
54	1+060				5986.286
		124.439	165.548	-41.109	
55	1+080				5945.177
		342.892	147.845	195.047	
56	1+100				6140.224

		393.566	78.073	315.493	
57	1+120				6455.717
		452.622	35.324	417.298	
58	1+160				6873.015
		230.154	189.347	40.807	
59	1+180				6913.822
		2.198	495.725	-493.527	
60	1+200				6420.295
		0.005	715.783	-715.778	
61	1+220				5704.517
		0.000	756.10	-756.10	
62	1+240				4948.417
		0.000	652.724	-652.724	
63	1+260				4295.693
		0.000	460.926	-460.926	
64	1+280				3834.767
		38.011	219.709	-181.698	
65	1+300				3653.069
		242.201	33.161	209.04	
66	1+320				3862.109
		416.345	1.004	415.341	
67	1+340				4277.45
		513.387	11.533	501.854	
68	1+360				4779.304
		582.382	20.954	561.428	
69	1+380				5340.732
		693.660	11.062	682.598	
70	1+400				6023.33
		861.527	11.571	849.956	
71	1+420				6873.286
		835.595	17.127	818.468	
72	1+440				7691.754
		844.384	7.113	837.271	
73	1+460				8529.025
		956.844	0.000	956.844	
74	1+480				9485.869
		696.902	9.187	687.715	
75	1+500				10173.584
		231.992	93.102	138.89	
76	1+520				10312.474

		40.639	162.679	-122.04	
77	1+540				10190.434
		237.423	169.996	67.427	
78	1+560				10257.861
		678.156	160.241	517.915	
79	1+580				10775.776
		824.806	266.377	558.429	
80	1+600				11334.205
		810.850	380.606	430.244	
81	1+620				11764.449
		434.142	340.506	93.636	
82	1+640				11858.085
		150.072	303.919	-153.847	
83	1+660				11704.238
		149.219	257.358	-108.139	
84	1+680				11596.099
		511.020	149.654	361.366	
85	1+700				11957.465
		635.906	77.124	558.782	
86	1+720				12516.247
		631.766	38.178	593.588	
87	1+740				13109.835
		819.887	57.018	762.869	
88	1+760				13872.704
		534.579	116.113	418.466	
89	1+780				14291.17
		325.631	83.024	242.607	
90	1+800				14533.777
		111.486	93.348	18.138	
91	1+820				14551.915
		8.960	220.904	-211.944	
92	1+840				14339.971
		1.535	292.563	-291.028	
93	1+860				14048.943
		95.252	240.671	-145.419	
94	1+880				13903.524
		173.976	194.136	-20.16	
95	1+900				13883.364
		467.026	181.386	285.64	
96	1+920				14169.004
		616.669	237.360	379.309	

97	1+940				14548.313
		255.623	357.646	-102.023	
98	1+960				14446.290
		27.256	536.509	-509.253	
99	1+980				13937.037
		0.000	887.958	-887.958	
100	2+000				13049.079
		0.000	1121.085	-1121.085	
101	2+020				11927.994
		20.360	1065.943	-1045.583	
102	2+040				10882.411
		26.632	913.901	-887.269	
103	2+060				9995.142
		6.273	762.823	-756.55	
104	2+080				9238.592
		3.370	457.692	-454.322	
105	2+100				8784.27
		205.495	108.791	96.704	
106	2+120				8880.974
		378.499	9.346	369.153	
107	2+140				9250.127
		238.624	24.403	214.221	
108	2+160				9464.348
		63.644	119.270	-55.626	
109	2+180				9408.722
		1.433	211.287	-209.854	
110	2+200				9198.868
		21.648	253.757	-232.109	
111	2+220				8966.759
		23.977	237.172	-213.195	
112	2+240				8753.564
		2.432	249.426	-246.994	
113	2+260				8506.57
		7.144	245.384	-238.24	
114	2+280				8268.33
		62.347	49.703	12.644	
115	2+300				8280.974
		67.261	134.312	-67.051	
116	2+320				8213.923
		125.936	77.088	48.848	
117	2+240				8262.771

		248.472	13.029	235.443	
118	2+360				8498.214
		278.893	11.463	267.43	
119	2+380				8765.644
		114.581	3.879	110.702	
					8876.346

5-3-1 خواص منحنى الحجوم:

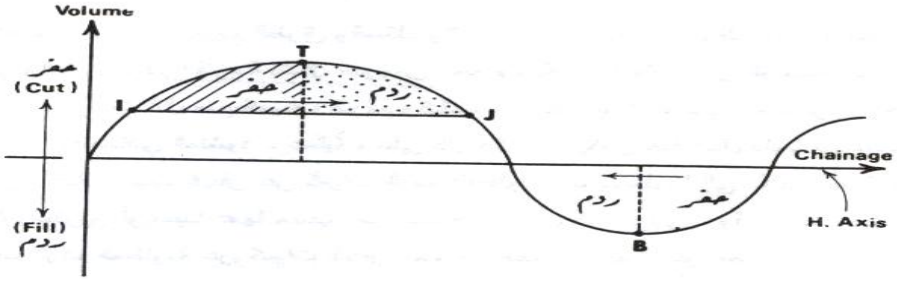
1 - الميل الموجب للمنحنى يدل على تزايد كميات الحفر أو التناقص في كميات الردم، والميل السالب يدل على تزايد كميات الردم أو تناقص كميات الحفر، بمعنى آخر، الجزء الصاعد من منحنى الحجوم يشير إلى منطقة حفر والجزء الهابط يشير إلى منطقة ردم.

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

3 - قيمة الإحداثي الصادي (المجموع الجبري للحفر والردم)، عند أي نقطة من المنحنى تمثل مقدار الفرق بين كميات الحفر والردم حتى تلك النقطة، فإن كان هذا الإحداثي موجبا، فهذا يدل على أن كميات الحفر تفوق كميات الردم حتى تلك النقطة بنفس القيمة العددية للإحداثي الصادي، أما إذا كان الإحداثي الصادي سالبا، فتكون كميات الردم أكبر من كميات الحفر بنفس القيمة العددية للإحداثي الصادي ولغاية هذه النقطة.

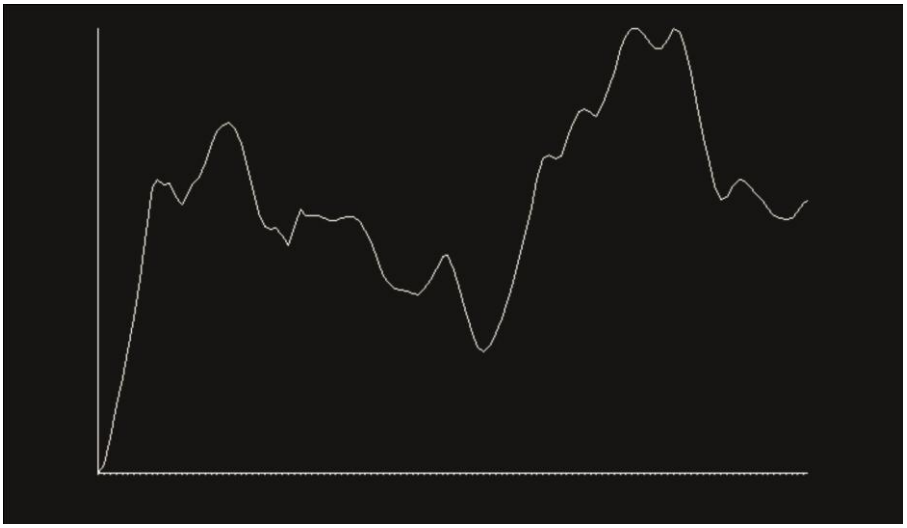
4 - الفرق بين الإحداثيين الصاديين لنقطتين على منحنى الحجوم يمثل كمية الحفر أو الردم الواقعة بين هاتين النقطتين من المشروع شريطة أن يكون المنحنى بين هاتين النقطتين صاعدا أو هابطا دون انقطاع.

5 - يطلق على أي خط أفقي يقطع منحنى الحجوم في نقطتين بخط التعادل . كما يطلق على الجزء المحصور بين خط التعادل ومنحنى الحجوم بقطاع التعادل. يكون حجم التربة المحصور بين خط تعادل ما ومنحنى الحجوم موزعا بحيث أن حجم الردم يساوي حجم الحفر، كما في الشكل التالي، النقطة(T) تمثل أعلى نقطة على المنحنى، والخط (I J) يمثل خط تعادل و القطاع (ITJ) يمثل قطاع تعادل كما في الشكل.



الشكل (5-6): خط التعادل على منحنى الحجوم

إن مساحة أي قطاع تعادل تمثل عزم النقل اللازم لتوزيع التربة ما بين طرفي خط التعادل لهذا القطاع، يكافئ عزم النقل هذا مجموع حاصل ضرب حجوم الحفريات الفردية في مسافات النقل اللازمة لها في مسافات النقل اللازمة لها، والشكل التالي يظهر منحنى الحجوم للشارع.



الشكل (5-7): منحنى الحجوم للشارع

نلاحظ من منحنى الحجوم الذي نتج لدينا بعد حساب كميات الحفر والردم أن كميات الحفر اكبر من كميات الردم وذلك يعود الى طبيعة المنطقة الجبلية ولكثرة الصخور المتواجدة في المنطقة.

الفصل السادس

6

الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة

6-1. تجربة بروكتور المعدلة.

6-2. تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا.

الفصل السادس

الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة

6-1تجربة بروكتور المعدلة:

6-1-1 مقدمة:

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

6-1-2 الهدف من التجربة :

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

6-1-3 الأدوات المستخدمة:

1 - قالب بروكتور القياسي والمعدل مع الغطاء المتحرك.

2 - مطرقة بروكتور القياسية(5 باوند) والمعدلة(10 باوند).

3 - وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء مع مسطرين وأداه غير حادة (spatula).

4 - منخل رقم ¾" و 4".

5 - جفنات صغيرة وفرن للتجفيف.

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

6-1-4 طريقة العمل:

1 - يسجل رقم الجفنات مع وزنها فارغة .

2 - يزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .

3 - تحضر العينة وتنخل على منخل رقم ¾", الكمية المارة من المنخل هي التي ستستعمل فقط, المحجوز على منخل رقم ¾" يتم استبداله بنفس الوزن من نفس العينة ماره من منخل ¾" ومحجوزة على منخل رقم 4".

4 - بناءاً على نسبة الرطوبة المحسوبة توضع كمية من الماء على العينة بحيث تصبح رطبة وتخلط بالمسطرين ثم تأخذ كمية وتوضع في قالب بروكتور وتدمك بمطرقة بروكتور بوضعها على العينة وسحبها بكامل طولها ثم تترك لتسقط نتيجة لثقلها منقلا المطرقة على جميع أجزاء سطح العينة . تكرر العملية حسب عدد الطبقات.

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

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

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

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

6-1-5 النظرية:

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

6-1-6 الحسابات:

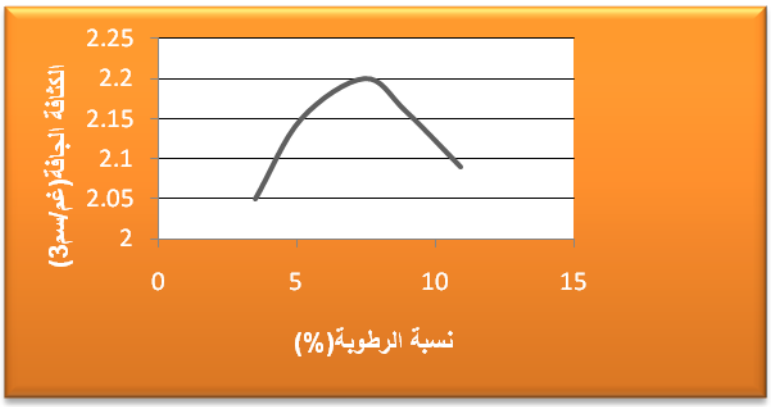
- وزن القالب المستخدم فارغ = 7749غم
- قطر القالب = 15.24سم
- ارتفاع القالب = 11.65 سم
- حجم القالب = π × (نصف قطرالقالب)^2 × ارتفاع القالب
- = 2125.131 سم^3
- وزن التربة الرطبة والقالب = 12673 غم
- وزن التربة الرطبة = 4924 غم
- الكثافة الرطبة = 2.164 غم/سم^3

الجدول (6-1) : قيم الكثافة الرطبة للعينات

وزن العينة + القالب (غم)	وزن العينة (غم)	الحجم (غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم^3)
9608	4492	2125.131	2.11
9910	4794	2125.131	2.25
10125	5009	2125.131	2.35
10114	4998	2125.131	2.35
10022	4906	2125.131	2.30

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

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة +التربة الرطبة (غم)	وزن الجفنة +التربة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	وزن التربة الجافة (غم)	نسبة الرطوبة	الكثافة الجافة (غم/سم3)
1	A2	31.85	307.85	298.60	9.25	266.75	3.5	2.05
2	A7	31.45	304.80	291.40	13.40	259.95	5.16	2.15
3	E12	32.80	276.05	259.20	16.85	226.40	7.44	2.20
4	D4	31.70	300.50	278.60	21.90	246.90	8.90	2.16
5	A11	29.15	239.95	219.30	20.65	190.15	10.90	2.09



الشكل (6-1): العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة

- من الشكل السابق يظهر أن:

نسبة الماء المثالية = 7.43 %

الكثافة الجافة العظمى = 2.2 غم/سم^3

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

6-2-1 مقدمة:

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

6-2-2 الهدف من التجربة:

إيجاد نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) لطبقات الرصفة .

6 2 3 الأدوات المستخدمة:

1 - منخل رقم 20 ملم (3/4") .

2 - قالب معدني اسطواني قطرة الداخلي 152 ملم وارتفاعه الداخلي 178 ملم مع قاعدة وصفيحة علوية وحلقة إضافية ارتفاعها 50 ملم توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص.

3 - مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة 1963ملم2وطول 250ملم.

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

5 - مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها 4.54كغم (10باوند).

6 - أداة لقياس حركة أعلى العينة عند الغمر بالماء.

7 - ميزان يزن لغاية 25 كغم.

8 - جهاز إخراج العينات.

9 - حوض ماء، سكين بدون حافة، ورق ترشيح.

6 2 4 طريقة العمل:

1 - تنخل كتلة من العينة على منخل رقم ¾" . المحجوز على المنخل يتم استبداله بنفس الكمية مارة من منخل رقم ¾" ومحجوزة على منخل رقم 4".

2 - تضاف كمية من الماء إلى العينة في وعاء يمنع التبخر لمدة 24ساعة :

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

3 - يجهز القالب الأسطواني الأول (قالب بروكتور المعدل) مع قاعدته ، تثبت الحلقة وتوضع ورقة ترشيح في قاع القالب ، توزن كتلة من العينة وتقسم إلى خمسة أقسام متساوية بالوزن . يرص كل قسم بداخل القالب مع وجود الحلقة 10 ضربات بواسطة مطرقة بروكتور المعدلة (وزن 4.5كغم وارتفاع هبوطها 45.8سم) ، وتوزع الضربات على سطح الطبقة بشكل منتظم بحيث تكون الطبقة الأخيرة ملامسة للسطح ومرتفعة قليلا عنة ، تزال الحلقة ويسوى سطح العينة مع وجه القالب باستعمال سكين غير حادة.

4 - تعاد الخطوة رقم 3 لقالبين آخرين ولكن بعدد ضربات:

القالب الثاني: 25ضربة لكل طبقة.

القالب الثالث: 65 ضربة لكل طبقة.

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

5 2 6 الحسابات :

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

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

الجدول (6-3): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 55 ضربة (طبقة الأساس)

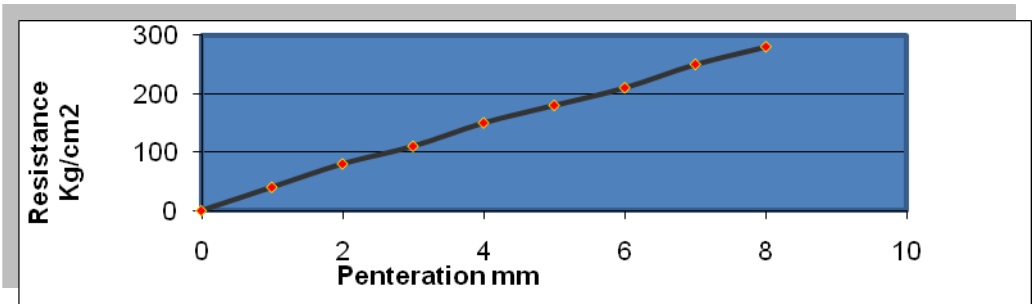
الغرز (mm)	الحمل div	المقاومة (كغم/سم²)	المقاومة بعد تعديل المنحنى
0.5	61	8.01	
1	120	15.75	
1.5	190	24.94	
2	275	36.09	
2.5	375	49.22	49.22

3	475	62.35	
3.5	580	76.13	
4	680	89.26	
4.5	780	102.38	
5	870	114.20	114.20
5.5	965	126.67	
6	1065	139.79	
6.5	1170	153.58	
7	1225	160.80	
7.5	1310	171.9587	
8	1375	180.491	
8.5	1445	189.6796	
9	1530	200.8372	
9.5	1615	211.99	
10	1690	221.84	

الجدول (6-4): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 55 ضربة (التربة)

الغرز(mm)	الحمل	المقاومة (كغم/سم2)	المقاومة بعد تعديل المنحنى
0	**0**	**0**	
0.5	30	3.94	
1	70	9.19	
1.5	100	13.13	
2	125	16.41	
2.5	146	19.16	19.16
3	165	21.66	
3.5	185	24.28	
4	200	26.25	
4.5	215	28.22	
5	230	30.19	30.19

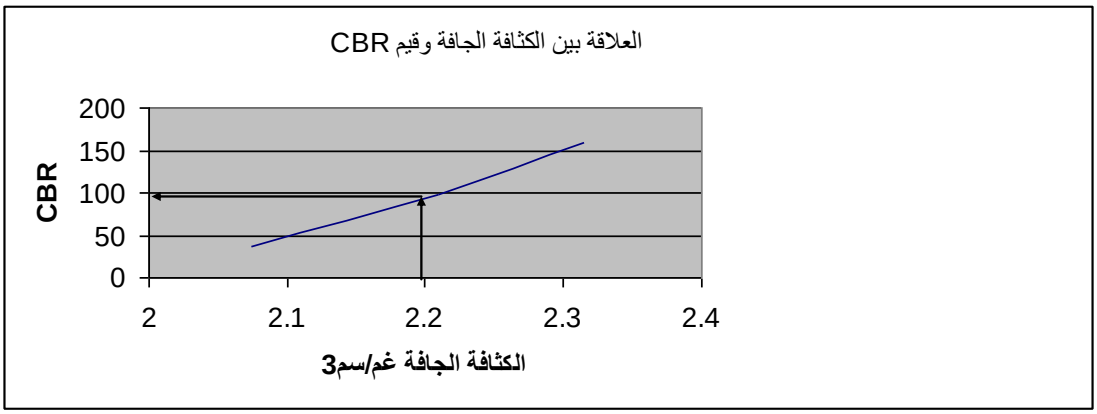
5.5	245	32.16	
6	257	33.74	
6.5	271	35.57	
7	282	37.02	
7.5	292	38.33	
8	303	39.77	
8.5	314	41.22	
9	325	42.66	
9.5	335	43.97	
10	344	45.16	



الشكل (6-2): المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 55 ضربة (طبقة الأساس)

الجدول (6-5): الكثافة الجافة للتجربة وقيم CBR لها:

عدد الضربات	الكثافة الجافة (غم / سم^3)	CBR at 5 mm	CBR at 2.5 mm
55	2.07	144.20	49.22



الشكل (6-3): العلاقة بين الكثافة الجافة وقيم CBRعند غرز 5.0 مم.

من الشكل السابق يتم حساب قيمة CBRعند كثافة 95% من أعلى قيمة للكثافة الجافة وذلك حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي 97.2%.

الفصل السابع

7

التصميم الإنشائي للطريق

7-1. المقدمة.

7-2. خطوات تصميم الرصفة بإتباع طريقة الآشتو.

الفصل السابع

التصميم الإنشائي للطريق

7-1 مقدمة:

التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف و مواصفاتها و مكوناتها لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق ، والأنـــواع الرئيسية للرصف نوعان الأول هو الرصف الصلب وهو عبارة عن بلاطات خرسانية مســلحة توضع فوق سطح القاعدة الترابية أو طبقة تحت الأساس .

والنوع الثاني الأكثر شيوعاً هو الرصف المرن ويتكون من عدة طبقات هي تحت الأساس والأسـاس الحجري أو الحصوي ثم طبقات الرصف الإسفلتية وسوف نستعرض طريقة تصميم الرصف المرن.

هناك نوعان رئيسيان للرصفة:

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

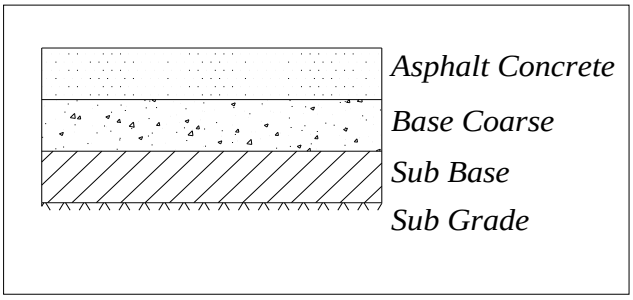
وهي التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي ، مهما اتخذ هذا السطح من أشكال وتعرجات ، وتوجد على نوعين :

1. رصفة تلفورد:
   - وذلك بحيث تحدد الرصفة و تبنى اطاريف بأحجار تسمى حجارة الشك.
   - يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة 20 سم و تعبا الفراغات بحصى صغيرة.
   - ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات.
   - يرش إسفلت بدرجة غرز 80% و بمعدل 4 كيلو على المر المربع.
2. رصفة الفرشيات : وقد انتشر استخدام هذه الطريقة في منتصف الخمسينيات ، حيث يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصفة بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البسكورس وفرشها بالسمك المطلوب ، وتفرد هذه الطبقات بحيث لا يتجاوز سمك كل طبقة عن 20سم.

2. الرصفة القاسية: (Rigid Pavement)

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

العناصر الإنشائية للرصفة المرنة: (Structural Components Of Flexible Pavement)



شكل (7-1): طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل (7-1) من العناصر التالية :

1. القاعدة الترابية (sub grade): و هي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله أو من المواد التي تم قصها من مكان آخر ، وتدمك هذه الطبقة حتى تصل إلى القوة المطلوبة .
2. طبقة ما تحت الأساس (sub base) :وهي الطبقة التي تنشأ مباشرة فوق طبقة القاعدة الترابية . إذا كانت خواص القاعدة الترابية مساوية لخصائص هذه الطبقة فيمكن الاستغناء عن هذه الطبقة ، وإذا لزم الأمر يتم إجراء عملية تثبيت لهذه الطبقة لتصل إلى المقاومة المطلوبة .
3. طبقة الأساس (base course) وهي مجموعة من الحصى المتدرجة متوسطة الخشونة و تكون حجارة مكسرة ة يتم إحضارها حاليا من الكسارات، وهو ما يعرف في بلادنا بالبسكورس .
4. الطبقة السطحية الإسفلتية (surface course) : وهي خلطة إسفلتية توضع فوق طبقة الأساس بعد رش طبقة تشريب (Prime coal) .

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

7-2 خطوات تصميم الرصفة بإتباع طريقة الاشتو AASHTO:

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

7-2-1 حساب ESAL (Equivalent Accumulated 18,000 Ib Single Axle Load)

حيث:

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad .....7.1$$

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

f_d: design lane factor.

G_f: growth factor.

AADT: first year annual average daily traffic.

N_i : number of axles on each vehicle.

f_E : load equivalency factor

- ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول:

جدول (7-1) : نسبة المركبات في المسرب الواحد

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

- أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على 4مسارب في الاتجاهين (أي مسربين في الاتجاه الواحد) فنؤخذ قيمة fd المقابلة للرقم 2 من الجدول السابق فتكون (f_d = 50%).

- أما قيمة growth factor (Gf) فيتم الحصول عليه من الجدول:

الجدول (7-2):معامل النمو (Growth factor)

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

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

- معدل المرور اليومي (AADT) = 1713 سيارة / يوم

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

جدول (7-3): تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية (Load Equivalency factor)

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	2.29
8.9	2,000	0.00018		187.0	42,000	25.64	2.51
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430		213.5	48,000	44.50	4.17
40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	4.51
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		5.23
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		5.63
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		6.04
62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		6.93
71.2	16,000	0.623	0.0472	249.0	56,000		7.41
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		7.92

80.0	18,000	1.00	0.0773	258.0	58,000		8.45
84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		9.01
89.0	20,000	1.51	0.1206	267.0	60,000		9.59
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		10.20
97.8	22,000	2.18	0.180	275.8	62,000		10.84
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		11.52
106.8	24,000	3.03	0.260	284.5	64,000		12.22
111.2	25,000	3.53	0.308	289.0	65,000		12.96
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		13.73
120.0	27,000	4.71	0.426	298.0	67,000		14.54
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		15.38
129.0	29,000	6.14	0.572	307.0	69,000		16.26
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		17.19
138.0	31,000	7.88	0.753	316.0	71,000		18.15
142.3	32,000	8.88	0.857	320.0	72,000		19.16
146.8	33,000	9.98	0.971	325.0	73,000		20.22
151.2	34,000	11.18	1.095	329.0	74,000		21.32
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000		22.47
160.0	36,000	13.93	1.38	338.0	76,000		23.66
164.5	37,000	15.50	1.53	342.5	77,000		24.91
169.0	38,000	12.20	1.70	347.0	78,000		26.22
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000		27.58
178.0	40,000	21.08	2.08	365.0	80,000		28.99

جدول (7-4): عدد ونسبة المركبات المارة في الشارع

اليوم	ساعة متوسط عدد المركبات لكل					
	سيارة	%	شاحنة	%	باص	%
السبت	57	95	3	5	0	0
الاحد	64	92.3	4	6.2	1	1.5
الاثنين	53	93.8	5	4.4	1	1.7
الثلاثاء	53	94.6	2	3.6	1	1.8
الاربعاء	53	93.8	3	4.4	1	1.8
الخميس	44	92.7	2	5.2	1	2.1
الجمعة	98	97.7	1	1	2	1.2
المتوسط	60	94.28	3	4.27	1	1.45

- **Passenger cars (10 kN / axle) = 94.28%**
- **2-axle single-unit busses (100 kN / axle) = 1.45%**
- **3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) =4.27%**

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

- **load equivalency factor for a cars ($f_{E(car)}$) = 0.0003135 (single axle)**
- **load equivalency factor for a busses ($f_{E(bus)}$) = 0.198089 (tandem axle)**
- **load equivalency factor for a trucks (fE(truck)) = 0.29419 (tandem axle)**

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

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

ESAL $_{\mathbf{car}}$ =0.5 * 29.78 * 1713 *.9428 * 365 * 2 * .0003135 = 5503.41200

ESAL $_{\mathbf{buss}}$ = 0.5 * 29.78 * 1713 * .0145* 365 * 2 * .198089 = 53481.4630

ESAL $_{\mathbf{truck}}$ = 0.5 * 29.78 * 1713 * .0427 * 365 * 2 * .29419 =233900.258

ESAL **total** = 292885.133

حساب سماكة الطبقات:

- يبين الجدول التالي نسبة كاليفورنيا للطبقات ونوع كل طبقة :

جدول (7-5): نسبة كاليفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

المادة المستخدمة	CBR(Kentuky)	الطبقة
Plant Mix.	…….	Asphalt
Crushed Stone	97.2	Base Coarse
.....	20.8	Sub Base

حيث يتم حساب طبقات الرصفة المرنة كما يلي:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \quad .....7.2$$

Where:

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

ويتم حساب المعامل المناخي (Regional factor) من المعادلة :

$$R = \frac{N_d}{12} \times R_d + \frac{N_s}{12} \times R_s \quad .....7.3$$

Where:

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

- Rs: Regional Factor for soils saturated

حيث يتم الحصول على قيمة كل من (Rd, Rs) من الجدول التالي :

جدول (7-6): قيمة المعامل المناخي(Regional Factor)

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

أما في منطقة الخليل فتكون فيها السنة 4 أشهر رطبة (saturated) و8 أشهر جافة (dry) فتكون قيمة R في منطقة الخليل :

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

حيث تتم عملية حساب SN كما يلي :

1. بمعرفة (CBR) لكل طبقة ، تعرف قيم (S-soil support value) المقابلة ل(CBR) لكل طبقة على حده .
   - (S1-soil support value) = 10.3
   - (S2-soil support value) = 7.4
   - (S3-soil support value) = 6.5
2. ثم تعين قيم (S-soil support value) وتوصل مع النقطة المعينة على تدريج (ESAL = 4238) ، ثم يمد الخط على استقامته ليقطع تدريج (SN-structural Number) في نقطة معينة فتكون قيم (SN-structural Number) كما يلي :
   - (SN1-structural Number) = 1.75
   - (SN2-structural Number) = 2.70
   - (SN3-structural Number)= 2.90

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

- SN1 = 3.08 (from enter CBR for base course in chart).
- SN2 = 2.95 (from enter CBR for sub base course in chart).
- SN2 = 2.95 (from enter CBR for sub base course in chart).

4. ويتم الحصول على قيم(a_1,a_2,a_3) من الجداول:

جدول (7-7): معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت

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

جدول (7-8) : معامل الطبقة (layer coefficient) للبيسكورس

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

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

- a1 = 0.44,
- a2 = 0.14,

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

- SN1 = a1 D1 → 2.1 = 0.44·D1 → D1 = 4 in = 4*2.54 = 12 cm.
- نأخذ هذه القيمة = 13 سم

SN1 = (12/2.54)×0.44 = 2.1in

❖ سمك الطبقة الثانية(base course) :

- SN2 = SN1 + a1 D1 → 2.80= 2.1 + 0.14*D2
- → D2 = 5 in = 5*2.54 = 12.7 cm .

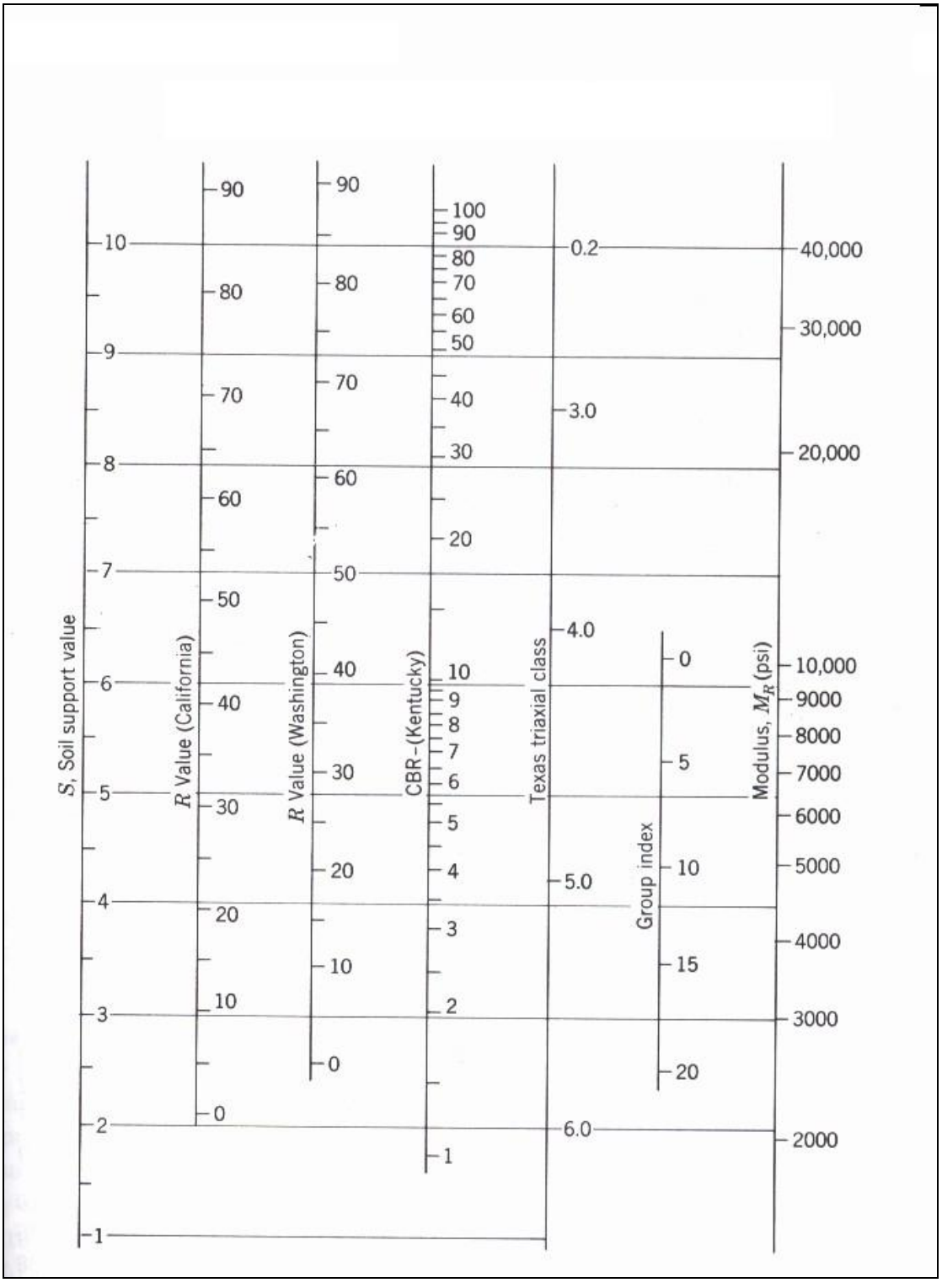
Take (D2 = 20 cm).

سمك الطبقة الثالثة

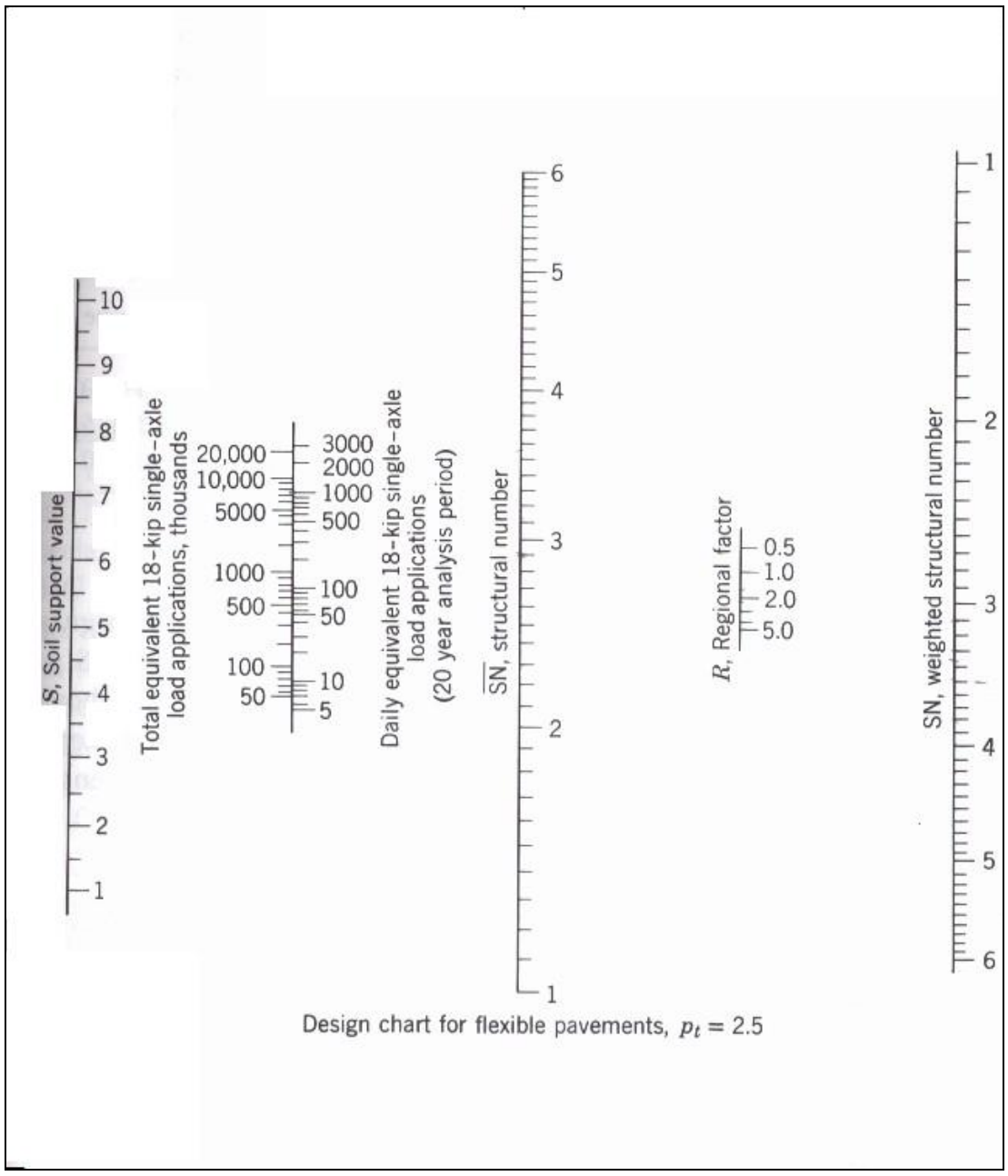
SN3 = SN2 + a3 D3 → 3.9 = 3.58 + 0.11D3

→ D3 = 2.91 in = 2.91·2.54 = 7.39 cm.

Take (D2 = 20 cm).



شكل (2-7): إيجاد (S-soil support value)



شكل (3-7): (AASHTO flexible-pavement design)

الفصل الثامن

8

الإنارة على الطريق

1-8 الإنارة على الطريق.
1-1-8 عوامل تحديد الإنارة .
2-1-8 أعمدة الإنارة .
3-1-8 طريقة توزيع أعمدة الإنارة على الطريق .
4-1-8 ارتفاع أعمدة الإنارة.
5-1-8 المسافة بين أعمدة الإنارة .

الفصل الثامن

الإنارة على الطريق

8-1 الإنارة على الطريق

إن الإضاءة على الطرق مهمة جداً حيث أنها تخفض من حوادث الطرق, كما تساعد الإضاءة السائق على قيادة سيارته في الليل بنفس السرعة التي يقود بها نهارا, مما يقلل من وقت الرحلة.

حيث أن التوفير في الوقت والتخفيض من الحوادث لها مردود اقتصادي, والإضاءة مهمة ومفيدة للمشاة حيث تجنبهم الأخطار وتمكنهم من رؤية الطريق بوضوح بالإضافة إلى أنها ضرورية للنواحي الأمنية.

8-1-1 عوامل تحديد الإنارة:-

إن حل مشكلة الإنارة يحتاج إلى تحليل مسبق للنقاط التالية:-

- سرعة السير.
- حركة مرور السيارات.
- حركة مرور المشاة.
- ضرورة الحفاظ على الألوان.
- وضع الطريق بعين (الاستقامة، المنعطف، عدد مسارات السيارات، ...الخ).
- النقاط الخاصة التي يمكن أن نصادفها في هذه الطرق(مفرق جسر ،نفق،...الخ).
- عرض الطريق .

8-1-2 أعمدة الإنارة:-

حتى يؤدي المصباح المستخدم غرضه من الإضاءة وهو إنارة اكبر قدر ممكن من الطريق لا بد من وضعه على أعمدة خاصة, ويجب الاهتمام بهذه الأعمدة من حيث:-

- مكانها, من حيث تثبيتها في الجزيرة الواقعة في وسط الطريق أو على الأرصفة فقط أو على الأرصفة و الجزيرة معا.

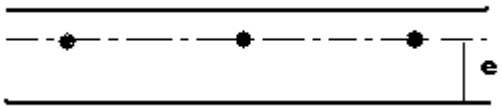
- أبعادها, كارتفاعاتها وأطوال أذرعها والمسافات بينها ودراسة هذه الأمور دراسة وافية, وهذا يعتمد على نوع سطح الطريق و توزيع الإضاءة.

3-1-8 طريقة توزيع أعمدة الإنارة على الشارع

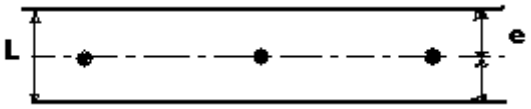
حيث يتم توزيع الإضاءة على الشوارع بعدة طرق منها:-

1 - التوزيع في جهة واحدة (**single side**) كما في شكل (8-1), حيث يلجأ إلى هذا الترتيب إذا كان ارتفاع عمود الإنارة (**h**) اكبر من المسافة بين موضع العمود وطرف الشارع (**e**).

2 - توزيع الأعمدة في المنتصف (على جزيرة) (**central arrangement**), كما في شكل (8-2), حيث يلجأ لهذه الطريق إذا كان عرض الشارع (**L**) اقل من طول العمود مرة ونصف.



الشكل (8-1)توزيع الأعمدة في جهة واحدة (h > e)



الشكل (8-2)توزيع الإنارة في المنتصف (L < 1.5h)

4-1-8 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, و12 متر والمسافة عن مركز المصباح إلى جانب الطريق (overhangs) 1.5, 2, 2.5 متر على الترتيب.

5-1-8 المسافة بين أعمدة الإنارة:

إن المسافة بين المنابع الضوئية (الأعمدة) هي المسافة المأخوذة بين منبعين متتاليين ومقاسة حسب محور الطريق, هذه المسافة مرتبطة بارتفاع العامود.

إن نسبة التباعد إلى الارتفاع هي التي تحدد عامل الانتظامية للإنارة، وبقدر ما تكون هذه النسبة صغيرة، بقدر ما تكون انتظامية الوضوح مرتفعة.إن هذه النسبة تتراوح بشكل عام بين(2,5_4,5). كما أن المسافة على

التقاطعات تقل عن المسافة في الطريق الرئيسي وعادة تكون نصف المسافة المستخدمة. ويوضح الجدول التالي العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطرق وارتفاع العمود.

الجدول (8-1) يبين العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطريق وارتفاع العمود والمسافة عن حافة الطريق (1)

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	25.36	21.3	18.3	16.8						1.82
	9.14	36.6		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

حيث أن:-

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).

تـم اختيـار إحـدى الطـرق فـي التوزيـع وهـي توزيـع الأعمـدة فـي المنتصـف (علـى جزيـرة) (**central arrangement**), , وفيها **(L < 1.5 h)** وحيث أن :-

عرض الشارع الذي نقوم بتصميمه حوالي 16 مترا، ويقع ضمن المجموعة A2, كما أن عرض الشارع (L) اصغر من 1.5 h.

L= 16 m

L **<1.5* h**

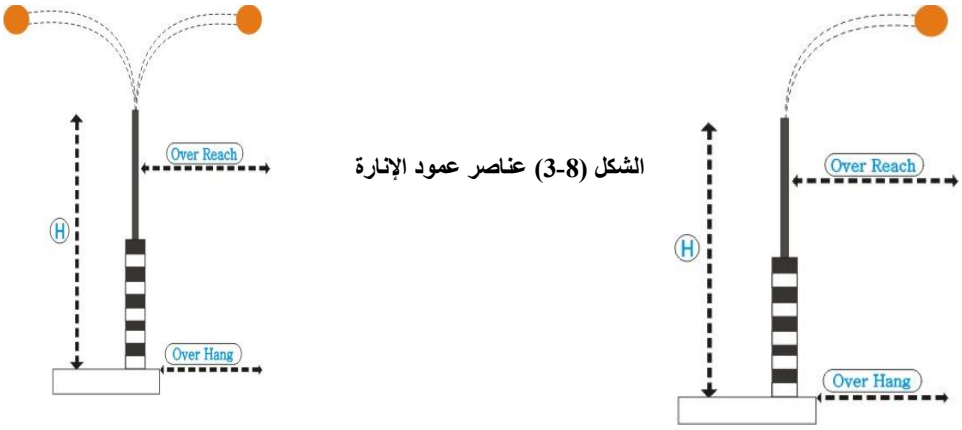
16 < 1.5 * 12.19

16 <18.285m

لذلك سنستخدم الطريقة الثانية (توزيع الإنارة في المنتصف) في عملية توزيع أعمدة الإنارة, وبالاعتماد على الجدول (8-1) فسيكون توزيع الأعمدة على النحو التالي، وهناك جدول بالملاحق يوضح إحداثيات كل عمود بالطريق.*

ارتفاع العمود: **12.19 متر**

المسافة بين الأعمدة: **39.6 متر**



الشكل (8-3) عناصر عمود الإنارة

الفصل التاسع

9

التكلفة

9-1 مقدمة .

9-2 تكلفة الحفر والردم

9-3 التكلفة الكلية

الفصل التاسع
تكلفة المشروع

9-1 مقدمة :

لابد من معرفة حجم التكاليف النهائية التقديرية للمشروع من اجل تقديم المشروع للجهة الممولة للمشروع. و في هذا الفصل سوف يتم حساب تكلفة الحفر والردم وطبقة الزفتة وأعمدة الكهرباء والبردورات والرصيف .

9-2 تكلفة الحفر والردم :

تم حساب الحجم الكلي لكل من الحفر والردم ، وكانت النتائج كما يلي :

حجم الحفر الكلي = 38628.261 م^3 .

حجم الردم الكلي = 29417.769 م^3 .

سعر المتر المكعب للحفر = $15 .

سعر المتر المكعب للردم = $ 10 .

تكلفة الحفر = حجم الحفر × سعر المتر المكعب للحفر .

= 38628.261*15 = $579423.915.

تكلفة الردم = حجم الردم × سعر المتر المكعب للردم .

= 29417.769×10 = $ 294177.69 .

تكلفة الحفر والردم الكلية = تكلفة الحفر + تكلفة الردم .

= 579423.915 +294177.69 = $873601.605 .

3-9 التكلفة الكلية:

يبلغ طول الطريق المقترح تصميمه في هذا المشروع حوالي 2380م ، وعلى اعتبار أن سمك الإسفلت 13 سم ، و كثافة طبقة الإسفلت 2.62 غم/ سم^3.

تحسب مساحة المسارب المراد تعبيدها كما يلي :

مساحة المسارب = طول الطريق x عرض المسارب الأربعة

مساحة المسارب = 2380× 14.6 = 34748 م^2

بعد معرفة مساحة المسارب سوف يتم حساب حجم الإسفلت كما يلي :

حجم الإسفلت = مساحة المسارب × سمك طبقة الإسفلت .

= 34748 × 0.13 = 4517.24 م^3.

و بالتالي سيكون وزن الإسفلت = حجم الإسفلت × كثافة الإسفلت .

= 4517.24 ×2.62 = 11835 طن .

سعر واحد طن من الإسفلت المشغول = $72 .

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

= 11835 × 72.0 = $852120 .

سعر عمود الكهرباء = 450 $

تكلفة الأعمدة = عدد الأعمدة * سعر العمود

= 40* 450= $18000

ليكن سعر المتر الطولي للبردورات = $16

تكلفة البردوات = (4 * طول الشارع) * سعر المتر الطولي

= (4 * 2380) * 16 = $152320

سعر المتر المربع = 20 $

تكلفة بلاط الرصيف = المساحة المراد تبليطها من الرصيف * سعر المتر المربع.

=(2* 0.70 * 2380)*20= 66640 $

التكلفة الكلية (اسفلت + عمود الكهرباء + البردورات + بلاط الرصيف)

= 852120+18000+152320+66640

= 1089080 $

التكلفة الكلية النهائية للمشروع = تكلفة الحفر والردم الكلية + التكلفة السابقة

التكلفة الكلية النهائية للمشروع = 1089080 + 873601.605

= $1962681.605

*** تم اخذ الأسعار من الأسواق المحلية.**

الفصل التاسع

9

التكلفة

9-1 مقدمة .

9-2 تكلفة الحفر والردم

9-3 التكلفة الكلية

الفصل التاسع
تكلفة المشروع

9-1 مقدمة :

لابد من معرفة حجم التكاليف النهائية التقديرية للمشروع من اجل تقديم المشروع للجهة الممولة للمشروع. و في هذا الفصل سوف يتم حساب تكلفة الحفر والردم وطبقة الزفتة وأعمدة الكهرباء والبردورات والرصيف .

9-2 تكلفة الحفر والردم :

تم حساب الحجم الكلي لكل من الحفر والردم ، وكانت النتائج كما يلي :

حجم الحفر الكلي = 38628.261 م^3 .

حجم الردم الكلي = 29417.769 م^3 .

سعر المتر المكعب للحفر = $15 .

سعر المتر المكعب للردم = $ 10 .

تكلفة الحفر = حجم الحفر × سعر المتر المكعب للحفر .

= 38628.261*15 = $579423.915.

تكلفة الردم = حجم الردم × سعر المتر المكعب للردم .

= 29417.769×10 = $ 294177.69 .

تكلفة الحفر والردم الكلية = تكلفة الحفر + تكلفة الردم .

= 579423.915 +294177.69 = $873601.605 .

3-9 التكلفة الكلية:

يبلغ طول الطريق المقترح تصميمه في هذا المشروع حوالي 2380م ، وعلى اعتبار أن سمك الإسفلت 5 سم ، و كثافة طبقة الإسفلت 2.62 غم/ سم^3.

تحسب مساحة المسارب المراد تعبيدها كما يلي :

مساحة المسارب = طول الطريق x عرض المسارب الأربعة

مساحة المسارب = 2380× 14.6 = 34748 م^2

بعد معرفة مساحة المسارب سوف يتم حساب حجم الإسفلت كما يلي :

حجم الإسفلت = مساحة المسارب × سمك طبقة الإسفلت .

= 34748 × 0.05 = 1737.4م^3.

و بالتالي سيكون وزن الإسفلت = حجم الإسفلت × كثافة الإسفلت .

= 1737.4 ×2.62 = 4551.988 طن .

سعر واحد طن من الإسفلت المشغول = $72 .

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

= 4551.988 × 72.0 = $327743 .

سعر عمود الكهرباء = 450 $

تكلفة الأعمدة = عدد الأعمدة * سعر العمود

= 40* 450= $18000

ليكن سعر المتر الطولي للبردورات = $16

تكلفة البردوات = (4 * طول الشارع) * سعر المتر الطولي

$152320 = 16 * (2380 * 4) =

سعر المتر المربع = 20 $

تكلفة بلاط الرصيف = المساحة المراد تبليطها من الرصيف * سعر المتر المربع.

$ 66640 =20*(2* 0.70 * 2380)=

التكلفة الكلية (اسفلت + عمود الكهرباء + البردورات + بلاط الرصيف)

66640+152320+18000+327743 =

$ 564703 =

التكلفة الكلية النهائية للمشروع = تكلفة الحفر والردم الكلية + التكلفة السابقة

التكلفة الكلية النهائية للمشروع = 564703 + 873601.605

$1438304.605 =

*** تم اخذ الأسعار من الأسواق المحلية.**

الفصل العاشر

10

النتائج والتوصيات

10-1 النتائج .

10-2 التوصيات .

الفصل العاشر

النتائج والتوصيات

10-1 النتائج:

1 - تم تجهيز كافة التصميمات الأفقية و الرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها، وإعداد الخرائط المتعلقة بذلك.

2 - تم رسم المقطع التصميمي للطريق .

3 - تم حساب بحساب حجوم الكميات من حفر وردم , وحجم طبقت الإسفلت ورسم المنحنى الكمي التراكمي.

4 - تم وضع الإشارات المرورية وأعمدة الإنارة بناءا على المواصفات القياسية.

10-2 التوصيات:

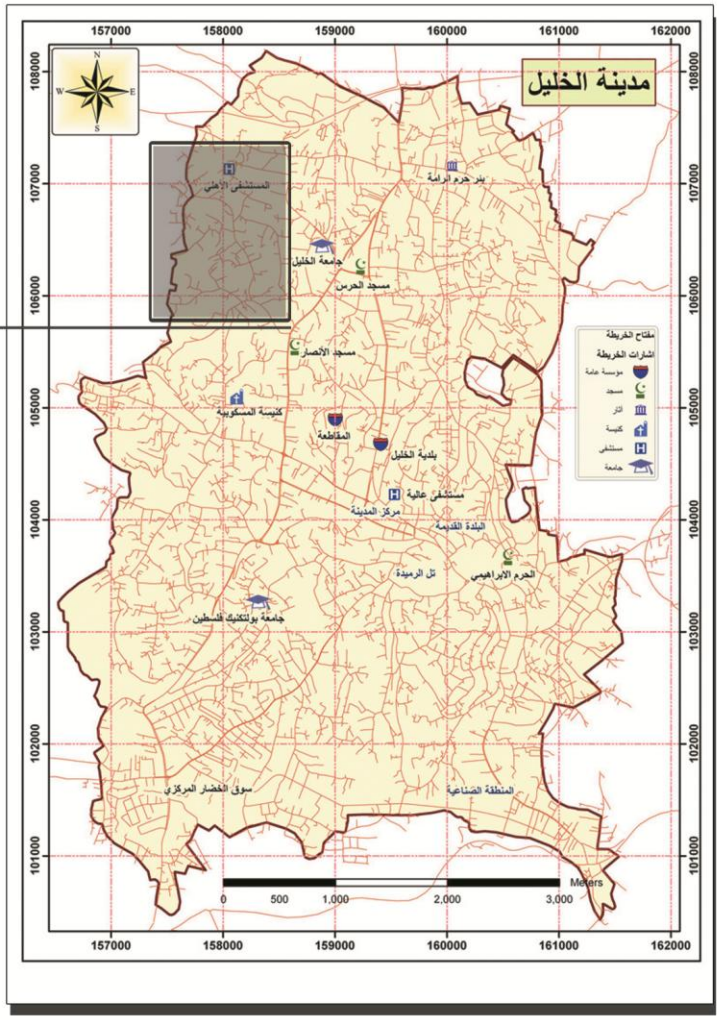
1. نحث الجامعة على التواصل مع مؤسسات المجتمع المدني لطرح مشاريع تخرج تهم هذه المؤسسات .
2. ضرورة أن تكون مشاريع التخرج ذات التطبيق العملي مشتركة بين الأقسام المختلفة في الدائرة حتى يتحقق التكامل .
3. ندعو إلى تدريب الطلبة على التطبيقات البرامجيه الحديثة في المجالات المختلفة عن طريق وجود مرونة في الخطط التدريسية .
4. إعداد مواصفات للطرق خاصة بالأراضي الفلسطينية.
5. يجب تخصيص مساقات تتعلق بهندسة الطرق لطلبة هندسة المساحة والجيوماتكس , وخصوصا تعليم برنامج الأوتوديسك وكذلك برنامج (Civil 3D) التي تعد من أهم البرامج في تصميم الطرق .

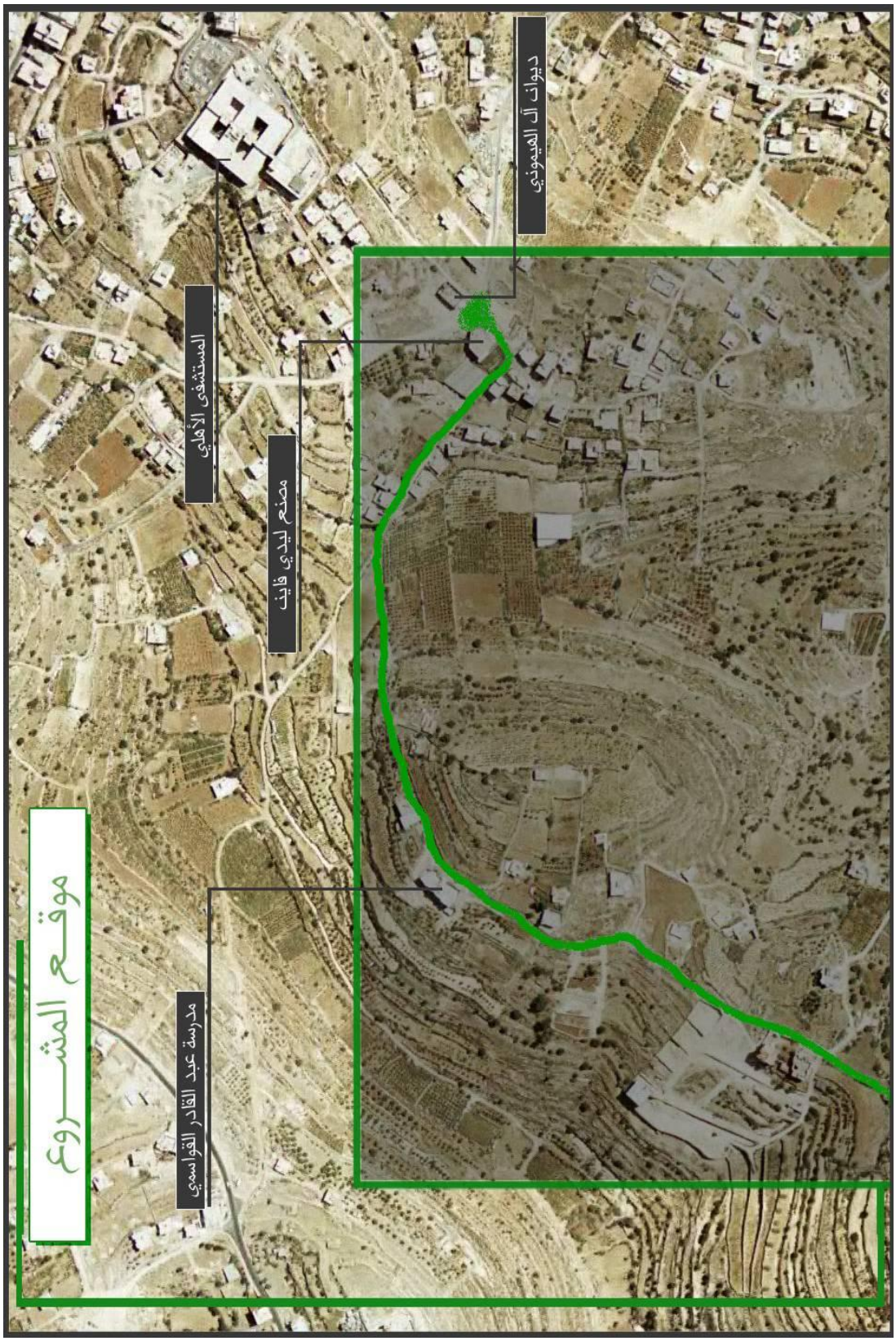
الملاحق

ملحق 1

موقع الطريق

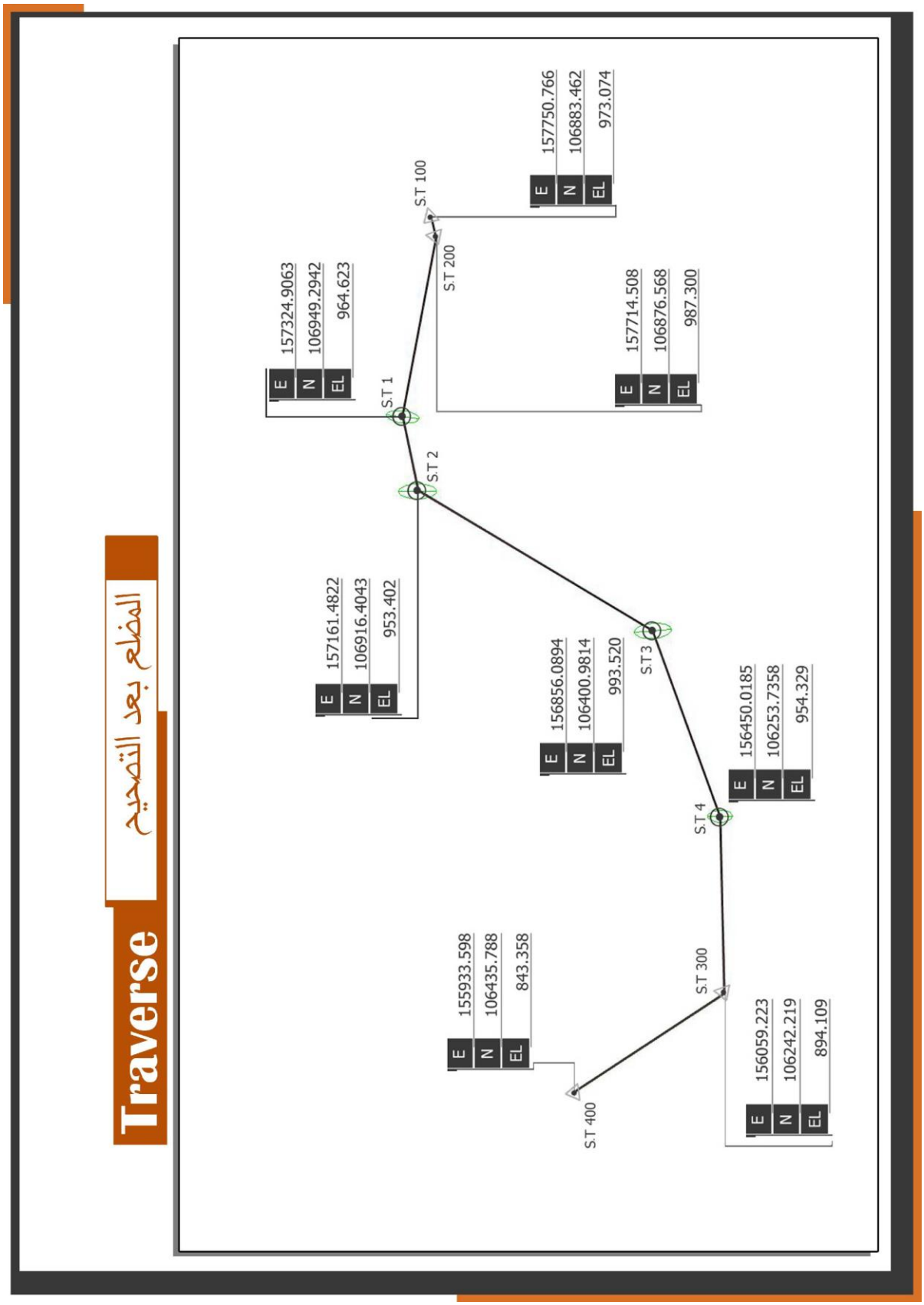
منطقـــة المشـــروع




موقع المشروع
مدرسة عبد القادر القواسمي
مصنع ليدي فاين
المستشفى الأهلي
ديوان آل العيموني

ملحق 2

رسمة المصنع


Traverse
المضلع بعد التصحيح
S.T 1
S.T 2
S.T3
S.T 4
S.T 100
S.T 200
S.T 300
S.T 400
E 157324.9063
N 106949.2942
EL 964.623
E 157750.766
N 106883.462
EL 973.074
E 157714.508
N 106876.568
EL 987.300
E 157161.4822
N 106916.4043
EL 953.402
E 156856.0894
N 106400.9814
EL 993.520
E 156450.0185
N 106253.7358
EL 954.329
E 155933.598
N 106435.788
EL 843.358
E 156059.223
N 106242.219
EL 894.109

ملحق 3

معلومات المنحنيات الرأسية

Vertical Alignment: Center FG

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
1	0+000	872.655	5.190	
2	0+432.379	895.094	9.024	80.000
	Vertical Curve Information: (sag curve)			
	PVC Station: 0+392.379	Elevation: 893.018		
	PVI Station: 0+432.379	Elevation: 895.094		
	PVT Station: 0+472.379	Elevation: 898.703		
	Grade in (%): 5.190	Grade out (%): 9.024		
	Change (%): 3.834	K: 20.864		
	Curve Length: 80.000			
	Headlight Distance: 102.149			
3	0+752.379	923.970	6.872	50.000
	Vertical Curve Information: (crest curve)			
	PVC Station: 0+727.379	Elevation: 921.714		
	PVI Station: 0+752.379	Elevation: 923.970		
	PVT Station: 0+777.379	Elevation: 925.688		
	Grade in (%): 9.024	Grade out (%): 6.872		
	Change (%): 2.152	K: 23.235		
	Curve Length: 50.000			
	Passing Distance: 244.746	Stopping Distance: 118.927		
4	0+832.379	929.468	3.553	40.000
	Vertical Curve Information: (crest curve)			
	PVC Station: 0+812.379	Elevation: 928.093		
	PVI Station: 0+832.379	Elevation: 929.468		
	PVT Station: 0+852.379	Elevation: 930.178		
	Grade in (%): 6.872	Grade out (%): 3.553		
	Change (%): 3.319	K: 12.052		

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
	Curve Length: 40.000 Passing Distance: 162.476		Stopping Distance: 80.899	
5	0+892.379	931.600	5.450	80.000
	Vertical Curve Information: (sag curve) PVC Station: 0+852.379 Elevation: 930.178 PVI Station: 0+892.379 Elevation: 931.600 PVT Station: 0+932.379 Elevation: 933.779 Grade in (%): 3.553 Grade out (%): 5.450 Change (%): 1.897 K: 42.181 Curve Length: 80.000 Headlight Distance: 899.316			
6	1+072.379	941.409	-2.947	100.000
	Vertical Curve Information: (crest curve) PVC Station: 1+022.379 Elevation: 938.684 PVI Station: 1+072.379 Elevation: 941.409 PVT Station: 1+122.379 Elevation: 939.935 Grade in (%): 5.450 Grade out (%): -2.947 Change (%): 8.397 K: 11.909 Curve Length: 100.000 High Point: 1+087.278 Elevation: 940.452 Passing Distance: 106.316 Stopping Distance: 69.385			
7	1+272.379	935.514	1.981	100.000
	Vertical Curve Information: (sag curve) PVC Station: 1+222.379 Elevation: 936.988 PVI Station: 1+272.379 Elevation: 935.514 PVT Station: 1+322.379 Elevation: 936.504 Grade in (%): -2.947 Grade out (%): 1.981 Change (%): 4.928 K: 20.292 Curve Length: 100.000 Low Point: 1+282.189 Elevation: 936.106 Headlight Distance: 96.163			

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
8	1+593.382	941.872	4.463	50.000

Vertical Curve Information: (sag curve)

PVC Station:	1+568.382	Elevation:	941.377
PVI Station:	1+593.382	Elevation:	941.872
PVT Station:	1+618.382	Elevation:	942.987
Grade in (%):	1.981	Grade out (%):	4.463
Change (%):	2.482	K:	20.145
Curve Length:	50.000		
Headlight Distance:	165.710		

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
1	0+000	872.655	5.190	
2	0+432.379	895.094	9.024	80.000
3	0+752.379	923.970	6.872	50.000
4	0+832.379	929.468	3.553	40.000
5	0+892.379	931.600	5.450	80.000
6	1+072.379	941.409	-2.947	100.000
7	1+272.379	935.514	1.981	100.000
8	1+593.382	941.872	4.463	50.000

Vertical Alignment: Center FG

Vertical Curve Information: (sag curve)

PVC Station:	0+392.379	Elevation:	893.018
PVI Station:	0+432.379	Elevation:	895.094
PVT Station:	0+472.379	Elevation:	898.703
Grade in (%):	5.190	Grade out (%):	9.024
Change (%):	3.834	K:	20.864
Curve Length:	80.000		
Headlight Distance:	102.149		

Vertical Curve Information: (crest curve)			
PVC Station:	0+727.379	Elevation:	921.714
PVI Station:	0+752.379	Elevation:	923.970
PVT Station:	0+777.379	Elevation:	925.688
Grade in (%):	9.024	Grade out (%):	6.872
Change (%):	2.152	K:	23.235
Curve Length:	50.000		
Passing Distance:	244.746	Stopping Distance:	118.927

Vertical Curve Information: (crest curve)			
PVC Station:	0+812.379	Elevation:	928.093
PVI Station:	0+832.379	Elevation:	929.468
PVT Station:	0+852.379	Elevation:	930.178
Grade in (%):	6.872	Grade out (%):	3.553
Change (%):	3.319	K:	12.052
Curve Length:	40.000		
Passing Distance:	162.476	Stopping Distance:	80.899

Vertical Curve Information: (sag curve)			
PVC Station:	0+852.379	Elevation:	930.178
PVI Station:	0+892.379	Elevation:	931.600
PVT Station:	0+932.379	Elevation:	933.779
Grade in (%):	3.553	Grade out (%):	5.450
Change (%):	1.897	K:	42.181
Curve Length:	80.000		
Headlight Distance:	899.316		

Vertical Curve Information: (crest curve)			
PVC Station:	1+022.379	Elevation:	938.684
PVI Station:	1+072.379	Elevation:	941.409
PVT Station:	1+122.379	Elevation:	939.935
Grade in (%):	5.450	Grade out (%):	-2.947
Change (%):	8.397	K:	11.909
Curve Length:	100.000		
High Point:	1+087.278	Elevation:	940.452
Passing Distance:	106.316	Stopping Distance:	69.385

Vertical Curve Information: (sag curve)

PVC Station:	1+222.379	Elevation:	936.988
PVI Station:	1+272.379	Elevation:	935.514
PVT Station:	1+322.379	Elevation:	936.504
Grade in (%):	-2.947	Grade out (%):	1.981
Change (%):	4.928	K:	20.292
Curve Length:	100.000		
Low Point:	1+282.189	Elevation:	936.106
Headlight Distance:	96.163		

Vertical Curve Information: (sag curve)

PVC Station:	1+568.382	Elevation:	941.377
PVI Station:	1+593.382	Elevation:	941.872
PVT Station:	1+618.382	Elevation:	942.987
Grade in (%):	1.981	Grade out (%):	4.463
Change (%):	2.482	K:	20.145
Curve Length:	50.000		
Headlight Distance:	165.710		

ملحق 4

معلومات المنحنيات الأفقية

Alignment Curve

Desc. Station Spiral/Curve Data Northing Easting

PI 0+000 106432.659 155932.585

Length: 74.042 Course: 184-22-31

PI 0+074.042 106358.832 155926.937

Length: 70.162 Course: 174-04-32

Delta: 10-17-59

0+000 106432.659 155932.585

0+060.523 106372.312 155927.968

Length: 60.523 Course: 184-22-31

Circular Curve Data

PC 0+060.523 106372.312 155927.968

RP 106360.868 156077.531

PT 0+087.488 106345.386 155928.332

Delta: 10-17-59 Type: LEFT

Radius: 150.000 DOC: 38-11-50

Length: 26.965 Tangent: 13.519

Mid-Ord: 0.605 External: 0.608

Chord: 26.928 Course: 179-13-31

PI 0+144.132 106289.045 155934.179

Length: 131.346 Course: 101-00-30

Delta: 73-04-02

Circular Curve Data

PC 0+121.906 106311.152 155931.885

RP 106314.248 155961.724

PT 0+160.163 106284.800 155955.996

Delta: 73-04-02 Type: LEFT

Radius: 30.000 DOC: 190-59-09

Length: 38.258 Tangent: 22.226

Mid-Ord: 5.895 External: 7.336

Chord: 35.718 Course: 137-32-31

PI 0+269.284 106263.964 156063.108

Length: 16.169 Course: 98-32-35

Delta: 2-27-54

PI 0+285.453 106261.562 156079.098

Length: 18.187 Course: 133-18-56

Delta: 34-46-21

0+269.284 106263.964 156063.108

0+276.059 106262.957 156069.809

Length: 6.776 Course: 98-32-35

Circular Curve Data

PC 0+276.059 106262.957 156069.809

RP 106233.290 156065.352

PT 0+294.266 106255.118 156085.932

Delta: 34-46-21 Type: RIGHT

Radius: 30.000 DOC: 190-59-09

Length: 18.207 Tangent: 9.394

Mid-Ord: 1.371 External: 1.436

Chord: 17.929 Course: 115-55-46

PI 0+303.059 106249.086 156092.330

Length: 17.597 Course: 136-20-09

Delta: 3-01-13

0+294.266 106255.118 156085.932

0+303.059 106249.086 156092.330

Length: 8.793 Course: 133-18-56

PI 0+320.656 106236.356 156104.480

Length: 93.001 Course: 75-32-48

Delta: 60-47-21

Circular Curve Data

PC 0+303.059 106249.086 156092.330

RP 106269.799 156114.032

PT 0+334.888 106240.748 156121.520

Delta: 60-47-21 Type: LEFT

Radius: 30.000

DOC: 190-59-09

Length: 31.829 Tangent: 17.597

Mid-Ord: 4.123 External: 4.780

Chord: 30.357 Course: 105-56-29

PI 0+410.292 106259.568 156194.537

Length: 8.373 Course: 79-10-45

Delta: 3-37-56

PI 0+418.665 106261.140 156202.762

Length: 46.080 Course: 67-13-43

Delta: 11-57-01

Circular Curve Data

PC 0+410.292 106259.568 156194.537

RP 106338.146 156179.518

PT 0+426.978 106264.381 156210.482

Delta: 11-57-01 Type: LEFT

Radius: 80.000 DOC: 71-37-11

Length: 16.686 Tangent: 8.373

Mid-Ord: 0.435 External: 0.437

Chord: 16.656 Course: 73-12-14

PI 0+464.684 106278.975 156245.250

Length: 27.350 Course: 64-03-59

Delta: 3-09-44

0+426.978 106264.381 156210.482

0+464.684 106278.975 156245.250

Length: 37.707 Course: 67-13-43

PI 0+492.034 106290.936 156269.845

Length: 105.375 Course: 94-39-31

Delta: 30-35-32

Circular Curve Data

PC 0+464.684 106278.975 156245.250

RP 106189.045 156288.983

PT 0+518.078 106288.715 156297.105

Delta: 30-35-32 Type: RIGHT

Radius: 100.000 DOC: 57-17-45

Length: 53.394 Tangent: 27.350

Mid-Ord: 3.542 External: 3.673

Chord: 52.762 Course: 79-21-45

PI 0+596.103 106282.378 156374.872

Length: 51.164 Course: 111-40-55

Delta: 17-01-24

0+518.078 106288.715 156297.105

0+573.654 106284.201 156352.497

Length: 55.576 Course: 94-39-31

Circular Curve Data

PC 0+573.654 106284.201 156352.497

RP 106134.697 156340.315

PT 0+618.221 106274.084 156395.733

Delta: 17-01-24 Type: RIGHT

Radius: 150.000 DOC: 38-11-50

Length: 44.567 Tangent: 22.449

Mid-Ord: 1.652 External: 1.671

Chord: 44.404 Course: 103-10-13

PI 0+646.936 106263.475 156422.416

Length: 13.810 Course: 99-16-14

Delta: 12-24-41

0+618.221 106274.084 156395.733

0+636.063 106267.492 156412.312

Length: 17.841 Course: 111-40-55

Circular Curve Data

PC 0+636.063 106267.492 156412.312

RP 106360.417 156449.258

PT 0+657.725 106261.723 156433.148

Delta: 12-24-41 Type: LEFT

Radius: 100.000 DOC: 57-17-45

Length: 21.662 Tangent: 10.874

Mid-Ord: 0.586 External: 0.589

Chord: 21.620 Course: 105-28-35

PI 0+660.662 106261.250 156436.046

Length: 14.787 Course: 90-00-00

Delta: 9-16-14

0+657.725 106261.723 156433.148

0+660.662 106261.250 156436.046

Length: 2.937 Course: 99-16-14

PI 0+675.449 106261.250 156450.833

Length: 81.216 Course: 73-10-38

Delta: 16-49-22

Circular Curve Data

PC 0+660.662 106261.250 156436.046

RP 106361.250 156436.046

PT 0+690.023 106265.530 156464.987

Delta: 16-49-22 Type: LEFT

Radius: 100.000 DOC: 57-17-45

Length: 29.361 Tangent: 14.787

Mid-Ord: 1.076 External: 1.087

Chord: 29.256 Course: 81-35-19

PI 0+756.452 106284.755 156528.574

Length: 102.169 Course: 60-13-10

Delta: 12-57-28

0+690.023 106265.530 156464.987

0+739.418 106279.825 156512.268

Length: 49.395 Course: 73-10-38

Circular Curve Data

PC 0+739.418 106279.825 156512.268

RP 106423.406 156468.857

PT 0+773.341 106293.216 156543.359

Delta: 12-57-28 Type: LEFT

Radius: 150.000 DOC: 38-11-50

Length: 33.924 Tangent: 17.035

Mid-Ord: 0.958 External: 0.964

Chord: 33.851 Course: 66-41-54

PI 0+858.476 106335.501 156617.250

Length: 19.576 Course: 60-48-18

Delta: 0-35-08

PI 0+878.052 106345.050 156634.339

Length: 36.496 Course: 88-18-19

Delta: 27-30-01

Circular Curve Data

PC 0+858.476 106335.501 156617.250

RP 106265.664 156656.273

PT 0+896.874 106345.629 156653.907

Delta: 27-30-01 Type: RIGHT

Radius: 80.000 DOC: 71-37-11

Length: 38.398 Tangent: 19.576

Mid-Ord: 2.293 External: 2.360

Chord: 38.030 Course: 74-33-18

Circular Curve Data

PC 0+898.757 106345.684 156655.789

RP 106425.649 156653.423

PT 0+928.484 106352.001 156684.663

Delta: 21-17-25 Type: LEFT

Radius: 80.000 DOC: 71-37-11

Length: 29.727 Tangent: 15.037

Mid-Ord: 1.377 External: 1.401

Chord: 29.556 Course: 77-39-36

PI 1+075.759 106409.510 156820.245

Length: 137.994 Course: 76-53-24

Delta: 9-52-30

0+928.484 106352.001 156684.663

1+062.800 106404.450 156808.315

Length: 134.316 Course: 67-00-54

Circular Curve Data

PC 1+062.800 106404.450 156808.315

RP 106266.359 156866.889

PT 1+088.653 106412.450 156832.865

Delta: 09-52-30 Type: RIGHT

Radius: 150.000 DOC: 38-11-50

Length: 25.853 Tangent: 12.958

Mid-Ord: 0.557 External: 0.559

Chord: 25.821 Course: 71-57-09

PI 1+213.688 106440.810 156954.642

Length: 56.619 Course: 28-49-09

Delta: 48-04-14

1+088.653 106412.450 156832.865

1+186.930 106434.741 156928.581

Length: 98.277 Course: 76-53-24

Circular Curve Data

PC 1+186.930 106434.741 156928.581

RP 106493.177 156914.972

PT 1+237.270 106464.254 156967.540

Delta: 48-04-14 Type: LEFT

Radius: 60.000 DOC: 95-29-35

Length: 50.340 Tangent: 26.758

Mid-Ord: 5.202 External: 5.696

Chord: 48.876 Course: 52-51-17

PI 1+267.130 106490.417 156981.935

Length: 5.492 Course: 27-30-42

Delta: 1-18-27

1+237.270 106464.254 156967.540

1+267.130 106490.417 156981.935

Length: 29.861 Course: 28-49-09

PI 1+272.622 106495.287 156984.471

Length: 50.999 Course: 33-47-54

Delta: 6-17-11

Circular Curve Data

PC 1+267.130 106490.417 156981.935

RP 106444.224 157070.626

PT 1+278.102 106499.851 156987.526

Delta: 06-17-11 Type: RIGHT

Radius: 100.000 DOC: 57-17-45

Length: 10.972 Tangent: 5.492

Mid-Ord: 0.150 External: 0.151

Chord: 10.967 Course: 30-39-18

PI 1+323.610 106537.667 157012.841

Length: 9.116 Course: 32-01-50

Delta: 1-46-04

1+278.102 106499.851 156987.526

1+323.610 106537.667 157012.841

Length: 45.508 Course: 33-47-54

PI 1+332.726 106545.396 157017.676

Length: 80.758 Course: 19-01-42

Delta: 13-00-08

Circular Curve Data

PC 1+323.610 106537.667 157012.841

RP 106580.097 156945.019

PT 1+341.765 106554.014 157020.648

Delta: 13-00-08 Type: LEFT

Radius: 80.000 DOC: 71-37-11

Length: 18.155 Tangent: 9.116

Mid-Ord: 0.514 External: 0.518

Chord: 18.116 Course: 25-31-46

PI 1+413.406 106621.741 157044.006

Length: 15.615 Course: 19-17-38

Delta: 0-15-57

1+341.765 106554.014 157020.648

1+413.406 106621.741 157044.006

Length: 71.641 Course: 19-01-42

PI 1+429.020 106636.479 157049.165

Length: 25.177 Course: 41-22-57

Delta: 22-05-19

Circular Curve Data

PC 1+413.406 106621.741 157044.006

RP 106595.308 157119.512

PT 1+444.247 106648.194 157059.487

Delta: 22-05-19 Type: RIGHT

Radius: 80.000 DOC: 71-37-11

Length: 30.842 Tangent: 15.615

Mid-Ord: 1.482 External: 1.510

Chord: 30.651 Course: 30-20-18

PI 1+453.809 106655.369 157065.809

Length: 87.914 Course: 32-36-10

Delta: 8-46-48

1+444.247 106648.194 157059.487

1+444.597 106648.457 157059.719

Length: 0.350 Course: 41-22-57

Circular Curve Data

PC 1+444.597 106648.457 157059.719

RP 106727.787 156969.681

PT 1+462.986 106663.130 157070.773

Delta: 08-46-48 Type: LEFT

Radius: 120.000 DOC: 47-44-47

Length: 18.389 Tangent: 9.212

Mid-Ord: 0.352 External: 0.353

Chord: 18.371 Course: 36-59-34

PI 1+541.687 106729.430 157113.178

Length: 70.181 Course: 353-59-52

Delta: 38-36-18

Circular Curve Data

PC 1+524.175 106714.677 157103.742

RP 106741.618 157061.621

PT 1+557.864 106746.846 157111.347

Delta: 38-36-18 Type: LEFT

Radius: 50.000 DOC: 114-35-30

Length: 33.689 Tangent: 17.512

Mid-Ord: 2.811 External: 2.978

Chord: 33.055 Course: 13-18-01

PI 1+610.534 106799.227 157105.839

Length: 28.177 Course: 33-03-21

Delta: 39-03-28

--

1+557.864 106746.846 157111.347

1+592.799 106781.590 157107.694

Length: 34.935 Course: 353-59-52

Circular Curve Data

PC 1+592.799 106781.590 157107.694

RP 106786.818 157157.420

PT 1+626.884 106814.091 157115.513

Delta: 39-03-28 Type: RIGHT

Radius: 50.000 DOC: 114-35-30

Length: 34.084 Tangent: 17.734

Mid-Ord: 2.876 External: 3.052

Chord: 33.428 Course: 13-31-37

PI 1+637.326 106822.843 157121.209

Length: 123.903 Course: 30-27-26

Delta: 2-35-55

1+626.884 106814.091 157115.513

1+632.790 106819.041 157118.734

Length: 5.906 Course: 33-03-21

Circular Curve Data

PC 1+632.790 106819.041 157118.734

RP 106928.132 156951.106

PT 1+641.861 106826.753 157123.508

Delta: 02-35-55 Type: LEFT

Radius: 200.000 DOC: 28-38-52

Length: 9.071 Tangent: 4.536

Mid-Ord: 0.051 External: 0.051

Chord: 9.070 Course: 31-45-23

PI 1+761.227 106929.648 157184.014

Length: 64.008 Course: 66-42-03

Delta: 36-14-37

1+641.861 106826.753 157123.508

1+735.045 106907.079 157170.743

Length: 93.185 Course: 30-27-26

Circular Curve Data

PC 1+735.045 106907.079 157170.743

RP 106866.527 157239.703

PT 1+785.651 106940.003 157208.061

Delta: 36-14-37 Type: RIGHT

Radius: 80.000 DOC: 71-37-11

Length: 50.606 Tangent: 26.182

Mid-Ord: 3.968 External: 4.175

Chord: 49.766 Course: 48-34-45

PI 1+823.478 106954.965 157242.803

Length: 13.900 Course: 62-45-46

Delta: 3-56-17

1+785.651 106940.003 157208.061

1+823.478 106954.965 157242.803

Length: 37.827 Course: 66-42-03

PI 1+837.378 106961.327 157255.161

Length: 103.270 Course: 72-41-34

Delta: 9-55-49

Circular Curve Data

PC 1+823.478 106954.965 157242.803

RP 106812.706 157316.031

PT 1+851.208 106965.462 157268.432

Delta: 09-55-49 Type: RIGHT

Radius: 160.000 DOC: 35-48-36

Length: 27.730 Tangent: 13.900

Mid-Ord: 0.600 External: 0.603

Chord: 27.696 Course: 67-43-40

PI 1+940.577 106992.049 157353.755

Length: 55.064 Course: 96-57-00

Delta: 24-15-26

Circular Curve Data

PC 1+914.789 106984.377 157329.135

RP 106869.810 157364.834

PT 1+965.593 106988.928 157379.354

Delta: 24-15-26 Type: RIGHT

Radius: 120.000 DOC: 47-44-47

Length: 50.804 Tangent: 25.788

Mid-Ord: 2.679 External: 2.740

Chord: 50.425 Course: 84-49-17

PI 1+994.869 106985.386 157408.415

Length: 102.367 Course: 83-44-45

Delta: 13-12-15

1+965.593 106988.928 157379.354

1+977.508 106987.487 157391.181

Length: 11.915 Course: 96-57-00

Circular Curve Data

PC 1+977.508 106987.487 157391.181

RP 107136.384 157409.332

PT 2+012.076 106987.277 157425.673

Delta: 13-12-15 Type: LEFT

Radius: 150.000 DOC: 38-11-50

Length: 34.568 Tangent: 17.361

Mid-Ord: 0.995 External: 1.001

Chord: 34.492 Course: 90-20-53

PI 2+097.082 106996.538 157510.173

Length: 76.240 Course: 114-43-46

Delta: 30-59-01

2+012.076 106987.277 157425.673

2+077.680 106994.424 157490.886

Length: 65.604 Course: 83-44-45

Circular Curve Data

PC 2+077.680 106994.424 157490.886

RP 106924.841 157498.512

PT 2+115.534 106988.421 157527.795

Delta: 30-59-01 Type: RIGHT

Radius: 70.000 DOC: 81-51-04

Length: 37.853 Tangent: 19.402

Mid-Ord: 2.543 External: 2.639

Chord: 37.394 Course: 99-14-15

PI 2+172.371 106964.644 157579.421

Length: 95.809 Course: 128-47-15

Delta: 14-03-30

Tangent Data

2+115.534 106988.421 157527.795

2+156.342 106971.349 157564.861

Length: 40.809 Course: 114-43-46

Circular Curve Data

PC 2+156.342 106971.349 157564.861

RP 106853.271 157510.478

PT 2+188.240 106954.603 157591.915

Delta: 14-03-30 Type: RIGHT

Radius: 130.000 DOC: 44-04-25

Length: 31.897 Tangent: 16.029

Mid-Ord: 0.977 External: 0.984

Chord: 31.817 Course: 121-45-31

PI 2+268.019 106904.626 157654.101

Length: 73.562 Course: 141-43-51

Delta: 12-56-36

2+188.240 106954.603 157591.915

2+253.273 106913.863 157642.607

Length: 65.033 Course: 128-47-15

Circular Curve Data

PC 2+253.273 106913.863 157642.607

RP 106812.532 157561.170

PT 2+282.640 106893.048 157663.235

Delta: 12-56-36 Type: RIGHT

Radius: 130.000 DOC: 44-04-25

Length: 29.367 Tangent: 14.746

Mid-Ord: 0.828 External: 0.834

Chord: 29.305 Course: 135-15-33

PI 2+341.456 106846.871 157699.662

Length: 60.985 Course: 47-46-45

Delta: 93-57-06

2+282.640 106893.048 157663.235

2+320.027 106863.695 157686.390

Length: 37.387 Course: 141-43-51

Circular Curve Data

PC 2+320.027 106863.695 157686.390

RP 106876.083 157702.092

PT 2+352.822 106861.271 157715.532

Delta: 93-57-06 Type: LEFT

Radius: 20.000 DOC: 286-28-44

Length: 32.795 Tangent: 21.429

Mid-Ord: 6.354 External: 9.312

Chord: 29.243 Course: 94-45-18

2+352.822 106861.271 157715.532

2+392.378 106887.852 157744.825

Length: 39.555 Course: 47-46-45

ملحق 5

المصادر والمراجع

- **المصادر والمراجع**:-

1) روحي الشريف, البسيط في تصميم وإنشاء الطرق, الجزء الأول, عمان, الأردن, 1981.
2) يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات, عمان, الأردن, 1978.
3) يوسف صيام وآخرون, تغطية مساحية للطرق, دار مجدلاوي للنشر- عمان 1999م
4) محمود توفيق سالم، هندسة النقل والمرور (1)، دار الراتب الجامعية، لبنان 1985.
5) هندسة طرق ومطارات ، د. رأفت حلمي ، الجامعة الأردنية ، 1981 .

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

7) www.geom.unimelb.edu.au

8) www.arab_eng.org

9) Policy on Geometric Design of Highways and Streets ،2001

10) اللائحة التنفيذية لقانون المرور الفلسطيني – وزارة النقل والمواصلات